

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**на тему:**

**«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис.т у Вінницькій обл.»**

Здобувача Олійника Є.В.  
(прізвище, ініціали)

IV курсу ТЗХ-41б групи

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

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

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

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

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

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

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

Одеса – 2026 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри ТЗіК

\_\_\_\_\_ Алла МАКАРИНСЬКА

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Олійника Євгенія Вячеславовича

1. Тема кваліфікаційної роботи: 1.16. «Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т. у Вінницькій обл.».

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 № 679-03

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

3. Вихідні дані роботи Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту – 11000 т, у т.ч. ранніх культур – 8000 т/рік (пшениця – 50 %, ячмінь – 50 %) та пізніх культур – 3000 т/ рік (кукурудза – 100 %). Період заготівель ранніх культур  $P_p=30$  діб, пізніх культур  $P_p=40$  діб. Доли зерна різної вологості, що надходить а/т: ранніх культур –  $\alpha_0=0,5$ ;  $\alpha_1=0,5$ ; пізніх культур –  $\alpha_0=0,5$ ;  $\alpha_1=0,5$ . Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 11000 т. Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік,  $N=4$ , Тривалість відпускання зерна на а/т: за місяць  $T_{вп м}^a=20$  діб, за добу  $T_{вп д}^a=16$  год. Коефіцієнти нерівномірності відпускання на а/т:  $K_{вп м}^a=1,5$ ,  $K_{вп д}^a=1,3$ ,  $K_{вп г}^a=1,5$ .

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

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

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

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

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

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

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ (підпис) *Олійник Є.В.* (прізвище, ініціали)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач \_\_\_\_\_ (підпис) *Олійник Є.В.* (прізвище, ім'я, ініціали)

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_ (підпис) *Олійник Є.В.* (прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на тему: «Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т. у Вінницькій обл.». Кваліфікаційна робота представлена розрахунково-пояснювальною запискою та графічної частини формату А1 – 6 аркушів.

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

До складу кваліфікаційної роботи входять наступні графічні листи: плани та розрізи робочої башти, робоча схема руху зерна і відходів та генеральний план підприємства.

Річний об'єм надходження зерна з автотранспорту становить – 11000 т, у тому числі по культурам: ранніх культур – 8000 т ( $\alpha_1$  – пшениця 4000 т;  $\alpha_2$  – ячмінь 4000 т), пізніх культур – 3000 т ( $\alpha_1$  – кукурудза 3000 т). Річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт – ранніх і пізніх культур – 11000 т. Період заготівель ранніх культур – 30 діб, пізніх – 40 діб.

Під час розроблення кваліфікаційної роботи враховано вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці, технологічні вимоги, норми генпроекування та запровадження новітніх технологій в галузі зберігання та переробки зерна. Представлені наукові дослідження у розділі науково-дослідної частини кваліфікаційної роботи. Будівництво міні-елеватора місткістю 11000 тонн економічно доцільно та ефективно. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12872,60 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 38095,2 тис. грн протягом 2,9 роки з рентабельністю 33,8 %.

Перелік ключових слів: міні-елеватор, норія, силос, культури, приймально-відпускні пристрої, сушарка.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 СТАН, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	12
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.....	12
1.2 Характеристика об'єкту .....	17
1.3 Мета і завдання кваліфікаційної роботи.....	17
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	18
2.1 Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства.....	19
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання .....	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.....	30
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання.....	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв елеватора.....	37
3.2 Обробка і зберігання відходів.....	37
3.3 Проектування зерносховищ.....	40
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	41
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та силосних корпусів і розривів між ними.....	43
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів.....	45
3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	45
3.8 Система управління роботою елеватора.....	47
3.8.1 Мета і призначення системи управління елеватором.....	47

3.8.2	Поетапність управління елеватором.....	48
3.8.3	Дистанційне вимірювання температури зерна в металевих силосах.....	49
3.8.4	Приймання зерна з автотранспорту.....	53
РОЗДІЛ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....		54
4.1	Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.....	54
4.2	Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії.....	55
4.3	Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	55
4.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності.....	56
4.5	Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів....	59
4.6	Вибір перерізу жил і марки кабелю.....	60
4.7	Річна витрата електроенергії та її вартість.....	62
4.8	Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві.....	62
РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА.....		65
5.1	Мета і задачі аспіраційних установок елеватора.....	65
5.2	Основні принципи компоновки аспіраційних установок.....	66
5.3	Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж.....	68
5.4	Особливості проектування аспіраційних установок.....	71
5.5	Основні принципи компоновки аспіраційних мереж.....	72
5.6	Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання.....	74
5.7	Аспірація конвеєра № 2.9, норії № 2, які входять в аспіраційну мережу.....	77
5.8	Розрахунок аспіраційної мережі, до якої входять конвеєри № 2.1 і № 2.2.....	80

РОЗДІЛ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД .....	84
6.1 Опис генплану.....	84
6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору.....	87
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	90
7.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів...	90
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих (НШВФ).....	91
РОЗДІЛ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	98
8.1 Стан питання.....	98
8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів.....	99
8.3 Результати досліджень.....	100
8.3.1 Географічне розташування Вінницької області.....	100
8.3.2 Кліматичні умови та характеристика ґрунтів Вінницької області....	104
8.3.3 Чисельність населення Вінницької області.....	107
8.3.4 Характеристика зернового сектору АПК Вінницької області.....	109
8.3.5 Характеристика земельних ресурсів Вінницької області.....	115
8.3.6 Характеристика підприємств елеваторної галузі, які знаходяться у Вінницькій області.....	116
Висновки до розділу 8.....	120
РОЗДІЛ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	122
9.1 Розрахунок чисельності працюючих.....	122
9.2 Розрахунок виробничої програми.....	123
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.....	124
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.....	127
9.5 Розрахунок прибутку.....	129
9.6 Розрахунок інвестицій.....	131
9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій.....	132
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій.....	132

9.9 Основні техніко-економічні показники проекту.....	133
Висновки до розділу.....	133
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	135
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	137
ДОДАТКИ.....	144

## ВСТУП

Україна традиційно утримує статус одного з найпотужніших виробників зерна у світі. Фундаментом цього успіху є унікальні природні ресурси: у нас зосереджено близько 9% світових запасів чорноземів, що забезпечують виняткову біопродуктивність злакових культур.

Масштаб українського аграрного потенціалу стає очевидним у глобальному порівнянні. У той час як понад 75% суші Землі непридатні для сільського господарства через клімат або бідність ґрунтів, українська земля демонструє феноменальну ефективність. За даними ФАО ООН, близько 84% території України здатні продукувати від 250–500 кг пшениці на особу щорічно. Враховуючи, що середня річна потреба людини становить близько 160 кг зерна, Україна є ключовим гравцем у подоланні глобального голоду [1-2].

Останні роки стали для українського агросектору періодом випробувань, що чітко відображено у статистиці валових зборів:

2021 рік — Історичний максимум: Україна збрала рекордний в історії врожай зернових та зернобобових — 86 млн тонн. Разом з олійними культурами загальний показник перевищив 100 млн тонн.

2022 рік — Шоковий спад: Через початок повномасштабного вторгнення, окупацію територій та бойові дії врожай зернових скоротився до 56 млн тонн.

2023 рік — Часткове відновлення: Завдяки адаптації аграріїв та сприятливим погодним умовам валовий збір зернових зріс до 59,77 млн тонн (за даними Держстату України). Зокрема, було зібрано 21,6 млн тонн пшениці та 31 млн тонн кукурудзи.

2024 рік — Стабілізація в умовах війни: За попередніми даними, загальний обсяг виробництва зернових і зернобобових склав близько 56,2 млн тонн. Невелике зниження порівняно з попереднім роком зумовлене менш сприятливою погодою та скороченням посівних площ у прифронтових зонах.

Прогноз на 2025 рік: Очікується, що врожай зернових може досягти 59–60 млн тонн, що свідчить про стійкість сектору навіть у надскладних умовах.

Попри природні переваги, потенціал реалізований не повністю. Повномасштабна війна змусила аграріїв шукати нові шляхи експорту через блокаду морських портів. Хоча середня врожайність зернових у 2025 році (5,08 т/га) лише на 14% поступається показникам ЄС, Україна все ще має значний простір для зростання за рахунок інвестицій та технологій [3].

Для того, щоб зернове господарство стало локомотивом економіки, Україна має перейти від сировинного експорту до глибокої переробки. Майбутнє галузі — у створенні продукції з високою доданою вартістю та інноваційному землеробстві, що дозволить конвертувати природне багатство у стабільне економічне зростання [4].

Стратегічна значущість зернового сектору України визначає не лише обсяги валютних надходжень до бюджету, а й рівень продовольчої безпеки держави. Оскільки виробництво зерна має виражений сезонний характер, а споживання є щоденним, ключовим викликом стає створення надійних резервів та розширення мережі зерносховищ.

Зростання валових зборів (зокрема рекордні показники останніх років) зумовило гостру потребу в модернізації складських приміщень.

При виборі обладнання для зберігання зерна сучасний агробізнес орієнтується не лише на стартову ціну. Вирішальними факторами стають:

- Надійність та довговічність: Здатність конструкції витримувати значні статичні та динамічні навантаження.
- Експлуатаційна вартість: Витрати на сервісне обслуговування, енергоефективність вентиляційних систем та захист зерна від псування.
- Технологічна гнучкість: Можливість швидкого завантаження/вивантаження та контролю стану зернових мас у режимі реального часу.

Якісна елеваторна мережа є "фундаментом" аграрної економіки. Розвиток потужностей для зберігання дозволяє нівелювати вплив сезонних факторів, стабілізувати ціни на внутрішньому ринку та забезпечити безперебійний експорт продукції навіть у періоди логістичних обмежень.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена тим, що будівництво власного міні-елеватора дозволяє фермерському господарству реалізувати повний цикл зернового менеджменту: від приймання та очищення до сушіння, зберігання й відвантаження зерна.

Власна інфраструктура зберігання трансформує економіку господарства за кількома ключовими напрямками:

Мінімізація витрат: Фермер позбавляється необхідності оплачувати послуги сторонніх лінійних елеваторів, вартість яких постійно зростає.

Контроль якості: Можливість самостійно проводити доробку та сушіння зерна гарантує збереження його кондицій та підвищує ринкову вартість.

Стратегічне планування продажів: Наявність потужностей для зберігання дозволяє уникати реалізації врожаю за «низькими» цінами безпосередньо в період збирання, даючи змогу очікувати на найбільш вигідну кон'юнктуру ринку.

Таким чином, перехід від сировинного постачання до самостійної післязбиральної обробки є прямим шляхом до підвищення рентабельності агробізнесу та його фінансової незалежності.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

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

Зернове господарство є фундаментом економічної безпеки України. Ринок зерна визначає стабільність продовольчого сектору, забезпечуючи не лише виробництво хлібобулочних виробів, а й формуючи надійну кормову базу для тваринництва та постачаючи сировину для харчової промисловості.

З огляду на це, питання ефективного державного регулювання галузі набуває критичного значення, особливо в умовах глобальної нестабільності. Вагомий внесок у дослідження механізмів формування та розвитку зернового ринку зробили такі видатні вчені, як П. Гайдуцький, І. Кириленко, М. Лобас, Т. Лозинська, П. Саблук та інші [5-8]. Їхні праці підкреслюють, що стратегічне управління цією галуззю потребує комплексного підходу, який враховує як внутрішні економічні інтереси, так і глобальні тренди.

На сучасному етапі розвиток зернового ринку України визначається потужними глобальними факторами [7-9]:

Демографічний чинник та продовольча безпека: За прогнозами ООН, населення планети протягом наступного століття може сягнути 12–13 мільярдів осіб. Це вимагатиме майже двократного збільшення світового виробництва пшениці (додатково 500–600 млн тонн до поточних обсягів). Україна, володіючи унікальними земельними ресурсами, є однією з небагатьох країн, здатних відповісти на цей виклик завдяки реалізації потенціалу врожайності, який наразі залишається не вичерпаним.

Енергетичний перехід та біопаливна індустрія: Сучасна енергетика все частіше розглядає зернові культури як сировину для виробництва біопалива.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Олійник Є.В.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Валевська Л.О.						
Зав. кафедри		Макаринська А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ-41 б		

Це створює конкуренцію між продовольчим та енергетичним секторами, що впливає на ціноутворення та розподіл ресурсів, вимагаючи від держави виваженої політики щодо балансування цих потреб.

Транснаціональний фактор та монополізація ринку. Сучасний зерновий ринок України характеризується домінуванням потужних транснаціональних компаній (ТНК). На сьогодні в країні активно оперують близько 10 великих зернотрейдерів, які, користуючись відсутністю сильних внутрішніх конкурентів та недосконалістю інфраструктури, фактично диктують умови гри. Це часто призводить до встановлення необґрунтовано низьких закупівельних цін, що суттєво обмежує прибутки безпосередніх сільгоспвиробників [10-12].

Динаміка рентабельності та системні проблеми галузі: Аналіз фінансових показників свідчить про довгострокову тенденцію зниження прибутковості зернового сектору. Якщо у 1990 році рентабельність виробництва зерна сягала 275,1%, а у 2000 році — 64,8%, то в наступні десятиліття вона демонструвала значну нестабільність (від 7,3% у 2009 р. до 26,1% у 2011 р.).

В умовах повномасштабної війни показники рентабельності зазнали ще більшого тиску через стрімке зростання витрат на логістику та енергоносії.

Основними причинами зниження ефективності галузі є:

Інфраструктурна нерозв'язаність: Дефіцит власних потужностей для зберігання та доробки зерна змушує фермерів продавати врожай «з поля» за демпінговими цінами.

Механізми держрегулювання: Відсутність дієвих важелів впливу на ціноутворення як у періоди надвиробництва, так і в роки неврожаїв.

Фінансове навантаження: Високі кредитні ставки та недосконалість програм бюджетної підтримки, що обмежують можливості для модернізації господарств.

На сучасному етапі державне регулювання зернового ринку України ще не повною мірою виконує свою стимуляційну функцію та часто не встигає ефективно реагувати на виклики глобальної економіки.

Це зумовлює гостру потребу у формуванні нових, прозорих механізмів управління галуззю.

Україна впевнено утримує статус одного з ключових гарантів світової продовольчої безпеки. Стабільне лідерство країни на глобальному ринку зерна базується на поєднанні природного капіталу та сформованої інфраструктури [14]:

- Природно-ресурсний потенціал: Унікальні високорідючі чорноземи та сприятливий клімат.
- Логістичні переваги: Вигідне географічне розташування та доступ до глибоководних морських портів (Одеса, Чорноморськ, Південний), що є критичним для масового експорту.
- Інституційна готовність: Потужна мережа агрохолдингів, здатних оперувати великими обсягами збіжжя, та стійкий попит на продовольчу пшеницю у світі.

Водночас динамічний розвиток галузі наражається на серйозні загрози, які гальмують реалізацію повного потенціалу [14-15]:

- Технологічний розрив: Недостатні темпи модернізації виробничих потужностей та низький рівень впровадження інновацій у прифронтових та деокупованих регіонах.
- Інфраструктурна вразливість: Дисбаланс між зростаючими обсягами виробництва та можливостями логістики, що загострився через систематичні атаки на портову та елеваторну інфраструктуру.
- Економічні ризики: Висока вартість запозичень для агробізнесу та різкі цінові коливання, що посилюють тиск на рентабельність фермерських господарств.
- Спекулятивний тиск: Відсутність стабільної державної протекціоністської політики, що робить дрібних виробників залежними від цінової політики великих зернотрейдерів.

Попри всі виклики, українські аграрії продовжують демонструвати високу продуктивність: валовий збір пшениці у 2025 році оцінюється на рівні 21 млн тонн, а кукурудзи — 27–28 млн тонн. Таке стабільно високе виробництво в умовах обмеженого експорту робить систему зберігання зерна «вузьким місцем» усієї галузі.

Нерозв'язаність проблеми дефіциту сучасних зерносховищ призводить до втрат якості збіжжя та позбавляє аграріїв можливості маневрувати на ринку, вичікуючи кращу ціну. Саме тому питання модернізації та будівництва нових елеваторних потужностей (зокрема міні-елеваторів для фермерських господарств) є першочерговим завданням для забезпечення стійкості аграрного сектору.

На сьогодні інфраструктура зберігання врожаю в Україні представлена неоднорідною мережею об'єктів: від застарілих підлогових складів, збудованих 30–40 років тому, до ультрасучасних автоматизованих комплексів. Основу системи складають елеватори — багатофункціональні комплекси, що забезпечують повний технологічний цикл: приймання, очищення, сушіння, тривале зберігання та відвантаження на транспорт.

Потужність та стан елеваторної мережі:

- Загальна ємність: За довоєнними оцінками, сукупна потужність сертифікованих зерносховищ України становила близько 45–50 млн тонн [15-18]. Проте повномасштабна війна внесла суттєві корективи: за даними аналітичних звітів 2024 року, внаслідок бойових дій, окупації та руйнувань було втрачено або пошкоджено близько 15-20% елеваторних потужностей.

- Логістичні бар'єри: Більшість державних елеваторів проєктувалися під залізничне відвантаження з низькою інтенсивністю. Сучасний же ринок вимагає високої пропускну здатності для формування великих експортних партій у морські порти та швидкої перевалки на автомобільний транспорт у напрямку західних кордонів.

- Технологічна невідповідність: Старі зерносховища не можуть забезпечити належний контроль мікроклімату, що призводить до втрат якості зерна (дихання клітин, розвиток шкідників, самозігрівання).

Головним завданням успішного зберігання є мінімізація інтенсивності обміну речовин у клітинах та захист від впливу абіотичних чинників середовища (вологість, температура).

Ефективна консервація врожаю можлива лише за наявності сучасної технічної бази, яка включає:

1. Герметичні металеві силоси з системами активного вентилявання.
2. Цифровий моніторинг: Системи термометрії та вологометрії в режимі реального часу.
3. Енергоефективне сушильне обладнання: Яке дозволяє доводити зерно до безпечного стану без надмірних витрат палива.

Враховуючи дефіцит потужностей та логістичні труднощі державних і великих лінійних елеваторів, для малих та середніх фермерських господарств критично важливим стає будівництво власних міні-елеваторів. Це забезпечує їм технологічну незалежність, мінімізує фізичні втрати врожаю та дозволяє виходити на ринок із продукцією високої якості в найбільш вигідний період.

Для оперативного вирішення проблеми дефіциту складських площ особливого значення набувають спеціалізовані сховища, які характеризуються високою швидкістю монтажу. Зокрема, зерносховища ангарного типу розробляються з урахуванням специфічних фізичних властивостей зерна та легко модернізуються.

Ключові переваги таких споруд:

- Контроль мікроклімату: Можливість інтеграції систем активної вентиляції, датчиків термометрії та вентиляційних люків.
- Стабілізація вологості: Забезпечення режиму збалансованої вологості повітря (у межах 60–75%), що є критичним для запобігання псуванню більшості зернових культур [15, 19-20].
- Економічність: Менші капітальні вкладення порівняно з капітальним будівництвом при збереженні високої якості зберігання.

Вектори державної політики у зерновій галузі  
Ефективне функціонування ринку неможливе без проактивної ролі держави.  
Основними напрямками державного стимулювання мають стати:

1. Підтримка попиту та пропозиції: Інтенсифікація виробництва через доступне кредитування та розвиток внутрішньої переробки й тваринництва.
2. Маркетингова стратегія: Глибокий аналіз світової кон'юнктури та просування українського бренду зерна на нові ринки.

3. Інфраструктурний розвиток: Модернізація річкових терміналів та припортових елеваторів для розширення експортних коридорів.

4. Законодавча база: Створення прозорого нормативного поля, що гарантує захист прав виробників та інвесторів.

Незважаючи на вигідне "стартове" становище України в умовах глобальної продовольчої кризи, національний ринок зерна все ще перебуває на стадії трансформації. Він не повною мірою виконує функцію забезпечення високої дохідності безпосередніх виробників та не завжди встигає реагувати на виклики глобалізації.

Завдання державного регулювання сьогодні полягає у забезпеченні еквівалентності ринку — здатності системи досягати стабільного результату (балансу ціни, якості та обсягів) незалежно від зовнішніх коливань. Саме розробка та впровадження дієвих механізмів такої збалансованості стануть предметом подальшої практичної частини даної роботи.

## **1.2 Характеристика об'єкту**

Кваліфікаційною роботою бакалавра передбачається нове будівництво міні-елеватора, встановлення робочої башти елеватора, приймально-відпускних пристроїв з автомобільного транспорту та на автомобільний транспорт, зерносушильного господарства та металевих силосів.

Функцією міні-елеватора передбачається: приймання та відпуск зерна на автомобільний транспорт, очищення, сушіння та його зберігання.

## **1.3 Мета і завдання кваліфікаційної роботи**

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

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

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

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

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Вінницькій області місткістю 11,0 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Олійник С.В.			<i>Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Басюркіна Н.Й.						
<i>Зав. каф.</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ТЗХ-416		

## 2.1 Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у Вінницькій 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 [21-22].

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

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ <sub>базова</sub> , тис.га	Урожайність, У <sub>1</sub> , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ <sub>1</sub> , тис.ц
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Вінницька	730,4	57,9	42313,6

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

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

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

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

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

$$K_y = K_{3y}^t, \quad (2.2)$$

де  $K_{3y}$  – індекс зростання урожайності (коливається у межах 1,05...1,08);

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

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховують за формулою [23]:

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

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

$ПЛ_{\text{базова}}$  – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, це через 4 роки – у 2027 році), га;

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

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

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

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

Через те, що існуючі тенденції нарощування площі під зернові культури та врожайності у Вінницькій області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2027 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2027 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2024 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогностні 4 роки (з 2024 до 2027 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто  $t = 4$  роки (1 рік – 2024, 2 рік – 2025, 3 рік – 2026, 4 рік – 2027) [21-23].

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

$$У_{\text{прогноз}} = 57,9 \times (1,06)^4 = 73,10 \text{ ц/га,}$$

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

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 730,4 \times (1,05)^4 = 887,81 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур у Вінницькій області) у 2027 році, який визначаємо за формулою [23]:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (887,81 \times 73,10)/10 = 6489,89 \text{ тис.тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

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

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ <sub>прогноз</sub> , тис. га	Середня урожайність, У <sub>прогноз</sub> , ц/га	Валовий збір, ВЗ <sub>прогноз</sub> , тис. тонн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2x3</b>
Вінницька	887,81	73,10	6489,89

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

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

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

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

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

Споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Вінницької області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 6489,89 = 1297,98 \text{ тис. тонн.}$$

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

$$I_p = 0,005 \times 6489,89 = 32,45 \text{ тис. тонн.}$$

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

$$MЗ_{\text{прог}} = 6489,89 - 1297,98 + 32,45 = 5224,36 \text{ тис. тонн.}$$

Розраховані дані балансу зерна у Вінницькій області у 2027 році наведено у табл. 2.3.

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

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2022 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{CG}$	Ввезення з інших регіонів та із закордону, $I_p$	Залишок сировини в регіоні, $MЗ_{\text{прогноз}}$
1	2	3	4	5 = 2-3+4
Вінницька	6489,89	1297,98	32,45	5224,36

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

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

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

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

Дані про сумарну місткість існуючих елеваторних потужностей по областях України можна отримати з Інтернету, з сайта <**pro-consulting.ua**> [23]. Так, за даними на початок 2025 року у Вінницькій області існують зерносховища загальною місткістю 4420,0 тис. тонн, тому визначимо  $\Delta\PiЗ$ :

$$\Delta\PiЗ = 5224,36 - 4420 = 804,36 \text{ тис. тонн.}$$

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

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

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

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

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

Таким чином, розрахунки показали, що у Вінницькій області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta\PiЗ = 804,36 \text{ тис. тонн.} > 0,$$

$$\Delta\PiЗ \geq \PiЗ, \text{ тобто } 804,36 > 11,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 11,0 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

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

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

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

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

$$B = 1 \times 11,0 = 11,0 \text{ тис. тонн,}$$

Для даного проекту вихідні дані є наступними:

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

Показники		
Місткість елеватора, що проектується, тонн		11000
Область		Вінницька
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, $K_0$		1,0
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A_{np}^a$ , т/рік		11000
у тому числі:		
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$ , т/рік		8000
Пшениця (% від обсягу ранніх культур)		50
Ячмінь (% від обсягу ранніх культур)		50
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5
Вологе:	(W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,5
Період заготівель ранніх культур, $P_p$ , діб		30
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$ , т/рік		3000
Кукурудзи		100
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5
Вологе:	(W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,5
Період заготівель пізніх культур, $P_p$ , діб		40
Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт, $A_{вп}^a$ , т/рік		11000
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, $N$ , міс.		4
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$ , діб		20
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$ , год.		16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання на а/т, $K_{вп м}^a$		1,5
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$		1,3
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$		1,5

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Вінницької області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 11,0 тис. тонн у Вінницькій області.

### РОЗДІЛ 3

#### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Виробництво зерна в сільському господарстві завершується післязбиральним обробленням зерна, що полягає в його очищенні і сушці. Післязбиральне оброблення – один з найбільш трудомістких процесів виробництва зерна. Тому перед працівниками сільського господарства поставлена мета так організувати потокову обробку зернової частини урожаю, щоб різко підвищити продуктивність праці при виконанні цих робіт. Пункти для післязбиральної обробки зерна - це індустріальні підприємства нового типу в сільському господарстві. До складу їх входить зерноочисне, сушильне, навантажувально-розвантажувальне, транспортне інше устаткування для виконання всіх операцій, пов'язаних з очищенням, сортуванням, сушінням і зберіганням зерна. В Україні понад 90% усіх елеваторних потужностей, збудованих за останні роки, зведені на основі металевих силосів. Така тенденція відзначається в усьому світі. Металеві конструкції практично не мають альтернативи під час будівництва лінійних і портових елеваторів, незважаючи на їх вищу вартість порівняно з монолітними бетонними або підлоговими складами. Їх зведення є значно простішим, швидшим і дешевшим.

Головною задачею при проектуванні елеватора, постає те, що він повинен відповідати усім вимогам нормативно-технічної документації (НТП), а також усім нормам пожежної і санітарної безпеки. Гнучкість технологічної схеми заготівлі і зберігання зерна є однією з найважливіших запорок вдалих показників економічних показників. Швидке приймання та відпуск зернових на різні види транспорту повинен забезпечуватись сучасними видами транспортних засобів, саме цей показник підвищує коефіцієнт обертання ємностей елеватора.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Олійник Є.В.			Розробка проекту міні- елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Валевська Л.О.				ОНТУ, Гр. ТЗХ-41 б		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						

### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

#### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом, загальний об'єм приймання зерна складає – 11000 т.

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

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

де  $P_p$  – період заготівель, днів.

$K_o^a$  – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна приймається значення  $K_o^a = 1,7$ .

– для ранніх культур

$$A_{нд.}^p = \frac{0,8 \cdot 8000 \cdot 1,7}{30} = 363 m / \text{добу}$$

– для пізніх культур

$$A_{нд.}^n = \frac{0,8 \cdot 3000 \cdot 1,7}{40} = 102 m / \text{добу}$$

Погодинний об'єм приймання зерна з автотранспорту визначається за формулою

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

де  $K_z^p$  – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна з автотранспорту, приймають значення  $K_z^p = 1,7$ .

– для ранніх культур

$$A_{нг.}^p = \frac{363 \cdot 1,7}{20} = 30,9 m / \text{год}$$

– для пізніх культур

$$A_{нг.}^n = \frac{102 \cdot 1,7}{25} = 6,9 m / \text{год}$$

$A_{но.}^p$  ранніх культур більше  $A_{но.}^n$ , тому подальші розрахунки проводимо тільки для ранніх культур.

При відпусканні зерна на автотранспорт розрахунковий місячний об'єм визначають за формулою:

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

де  $K_m^3$  – коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання зерна, що дорівнює 1,5

$A_{ен.}^p$  – річне відпускання на автотранспорт

$N$  – число місяців відпускання.

$$A_{ен.}^a = \frac{11000 \cdot 1,5}{4} = 4125 m / міс$$

Розрахункове добове відпускання

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

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

де  $K_d^3$  – коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна, що дорівнює 1,3

$$A_{ен.}^{доб} = \frac{4125 \cdot 1,3}{20} = 268 m / доб$$

Розрахункове погодинне відпускання

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

де  $K_n^3$  – коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна, що дорівнює 1,0

$T_{внд}^a$  – тривалість відпускання зерна, год.

$$A_{ен.}^{нг} = \frac{268 \cdot 1,5}{16} = 25,1 m / год$$

### 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

#### 3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

Все зерно, що надходить автотранспортом на проектуємий елеватор, підлягає попередньому очищенню від грубих та легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відокремлюваних домішок до кондицій, які відповідають його цільовому призначенню. Тому попередньо встановлюється скальператор для вилучення грубих домішок, а також додатково, після сепараторів основного очищення, встановлюється контрольний сепаратор відходів.

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення визнаємо за формулою

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \cdot \left( \frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right), m/год, \quad (3.6)$$

де  $P_p$  – період заготівель, діб.

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

$A_1$  – пшениця 4000 т.  $A_2$  – ячмінь 4000 т.

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

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{30} \cdot \left( \frac{4000}{0,75} + \frac{4000}{0,65} \right) = 15,3 m/год$$

Кількість сепараторів основного очищення  $N_c$  визначаємо за формулою

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_c}, шт, \quad (3.7)$$

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

$$N_c = \frac{15,3}{50} = 0,3 шт$$

Приймаймо 1 сепаратор продуктивністю 50 т/год., марки Р8 БЦС-50.

### 3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

Число зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за весь період заготівель. При виборі зерносушарки орієнтуються на прогресивні вискоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа – врахувати необхідність своєчасного сушіння партій різних культур, що надходять одночасно.

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначають за формулою

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot A_{нд.}^a}{\Pi_p} \cdot (\alpha_1 \cdot K_{\kappa}^3 + \alpha_2 \cdot K_{\kappa}^3), \text{ нл.т./доб.} \quad (2.8)$$

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot 8000}{30} \cdot (0,4 \cdot 1) = 85 \text{ нл.т./доб.}$$

де  $A_{нд.}^a$  – маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівлі.

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

$$A_c^{3/c} = \frac{A_{c.c}}{20,5 \cdot K_{cc}} \text{ нл.т./год.} \quad (3.9)$$

$$A_c^{3/c} = \frac{85}{20,5 \cdot 0,8} = 5,18 \text{ нл.т./год}$$

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

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

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

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

$A_1$  – пшениця 4000 т.  $A_2$  – ячмінь 4000 т.

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

$$K_{cc} = \frac{4000 \cdot 0,8 + 4000 \cdot 0,8}{8000} = 0,8$$

Виходячи з добових об'ємів сушіння приймаємо зерносушарку, яка задовольняє даним об'ємам, приймаємо «Україна» продуктивністю  $Q=20$ пл.т./год, перевіряємо можливість просушити все зерно, яке надходить вологим. Розрахункова маса зерна, яку може просушити зерносушарка за один період заготівель, визначається

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

$$A_c^{z/c} = 20,5 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,82 = 5043 пл.т.$$

Зерносушарка «Україна» справляється з об'ємом сушіння ранніх культур.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Визначивши розміри робочої будівлі в плані, та скомпонувавши основне технологічне обладнання, необхідно скласти принципову схему технологічного процесу, яка показує основний принцип роботи проектуемого елеватора. При складанні принципової схеми необхідно враховувати головні вимоги НТП для зернопереробної промисловості, намагатись максимально підвищити гнучкість технологічної схеми.

Структурна схема роботи міні-елеватора – це схема, в якій вказано послідовність операцій, які виконуються на кому зерносховищі, з вказуванням процентних об'ємів зерна кожній операції [24-25].

Структурна схема міні-елеватора наведена на рис. 3.1

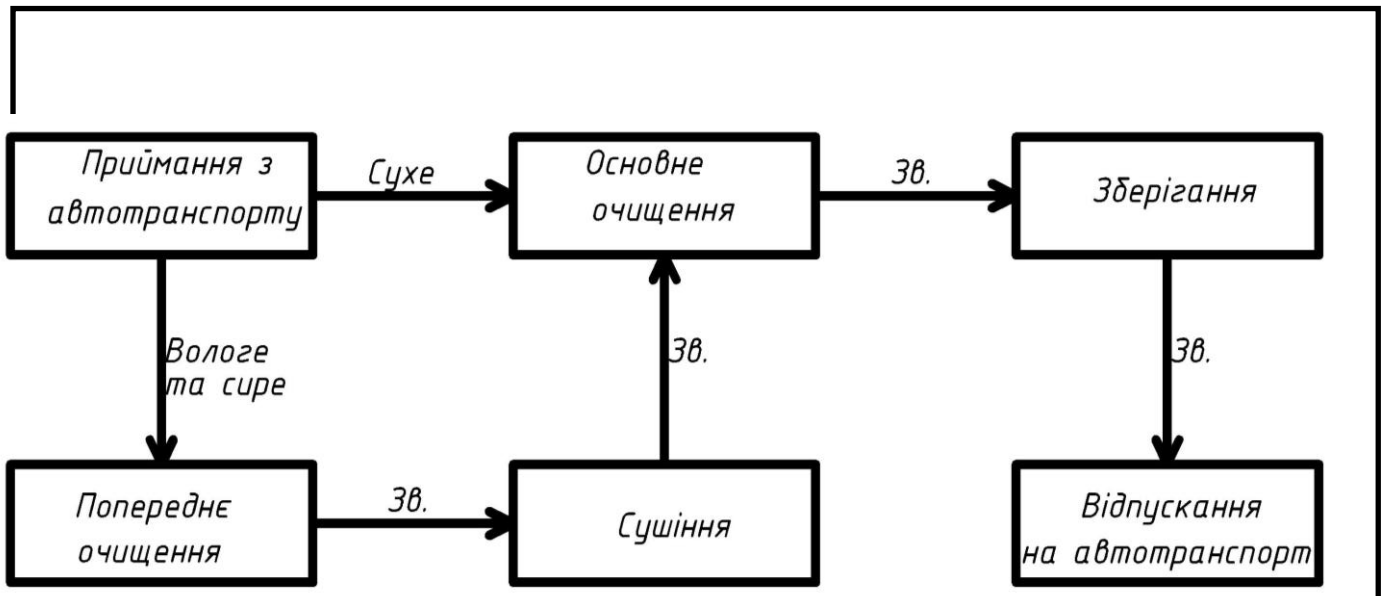


Рис. 3.1 – Структурна схема роботи міні-елеватора.

Принципова схема роботи міні-елеватора – це схема, на якій вказано технологічне обладнання та операції, які виконуються на такому міні-елеваторі [24-25], приведена на рис.3.2

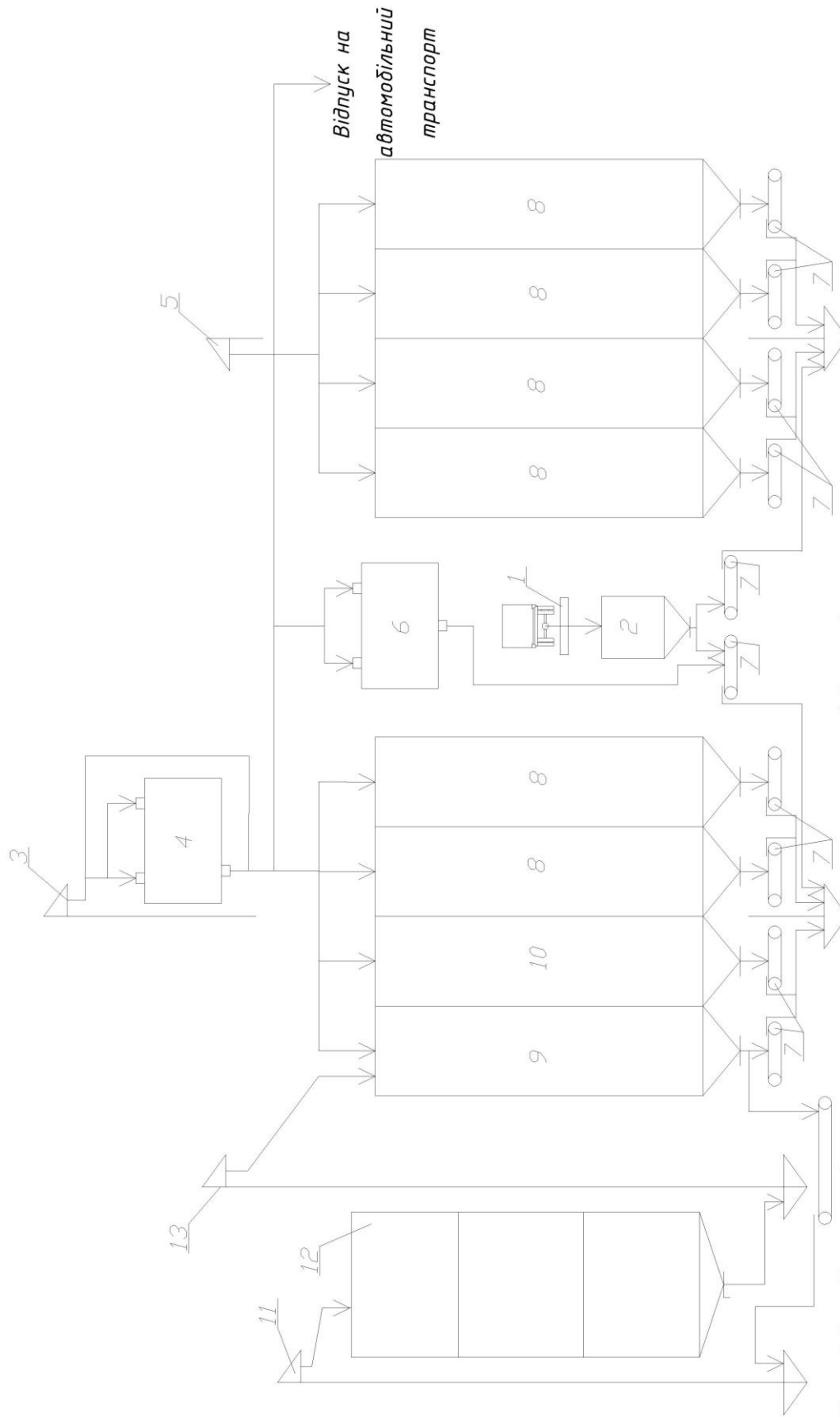


Рис. 2.5 – Принципова схема технологічного процесу міні -елеватору  
 1-платформа для розвантаження зерна ; 2-приймальний бункер; 3-норія модуля №1; 4-скальператор;  
 5-норія модуля №2; ;6-сепаратор;7-підсилюючий конвеєр; 8 – металеві силоси;9-післясушарний силос;  
 10-досушарний силос; 11-норія сирого зерна; 12-зерносушарка; 13-норія для просушеного зерна;

### 3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

#### 3.1.4.1 Розрахунок основних норій

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

Остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх кількості для виконання всіх технологічних операцій. Для цього розраховуємо кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій і на основі їх суми визначаємо кількість норій при двох варіантах продуктивності норій  $Q_1 = Q_{\min}$ , яка приймається рівною наступній більшій із стандартного ряду продуктивності норій: ( $Q = 50; 100; 175; 250$  т/год.)

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

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

- а) для приймання зерна із автомобільного транспорту;
- б) для відпускання зерна на автомобільний транспорт;
- в) подача і забирання зерна після очищення;
- г) продуктивність підсилосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій;
- д) продуктивність надсилосних конвеєрів приймається в залежності від вагового обладнання, що застосовується:

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

Радіус кривих підйому конвеєрів приймаємо 85 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за 10° установка насипних лотків не допускається.

4. Лінійну швидкість стрічок конвеєрів приймаємо не більше за  $v=2,8$  м/с.

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

Норії, що встановлюються в модулях зерносховища, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні, які розташовані в модулях №1 та №2 і спеціалізовані, які встановленні в зерносушарці «Україна». Визначення продуктивності і кількості спеціалізованих норій проводимо виходячи із розрахункової продуктивності відповідних технологічних потоків. Необхідна кількість основних норій потрібно визначати з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном.

Таблиця 3.1 – Розрахунок числа норіє-годин для норій  $Q = 50$  т/год

№п/п	Найменування операції	Формула	Кількість норіє-годин $Q=50$ т/год.
1.	Приймання сухого зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{363 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,65 \cdot 0,6}$	8,59
2.	Приймання вологого зерна на сушіння	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{363 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,65 \cdot 0,65}$	8,59
3.	Подача просушеного зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{363 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,6}$	6,05
4.	Подача очищеного зерна в силоси	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{363 \cdot 1}{50 \cdot 0,65}$	11,17
5.	Відпускання зерна на автотранспорт	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{268 \cdot 1}{50 \cdot 0,65}$	8,93
	Всього	$\sum H_{год}$	43,33

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

№п/п	Найменування операції	Формула	Кількість норіє-годин Q=100т/год.
1.	Приймання сухого зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{363 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,6 \cdot 0,6}$	5,04
2.	Приймання вологого зерна на сушіння	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{363 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,6 \cdot 0,6}$	5,04
3.	Подача просушеного зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{363 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,65}$	2,79
4.	Подача очищеного зерна в силоси	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{363 \cdot 1}{100 \cdot 0,65}$	5,58
5.	Відпускання зерна на автотранспорт	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m} = \frac{268 \cdot 1}{100 \cdot 0,7}$	3,83
	Всього	$\sum H_{год.}$	22,28

Необхідну кількість норій розраховуємо за формулою

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

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

$K_t$  – коефіцієнт використання основних норій за часом.

$$N_{год.50} = \frac{43,33}{24 \cdot 0,9} = 2,01 \approx 3$$

$$N_{год.100} = \frac{22,28}{24 \cdot 0,9} = 1,03 \approx 2$$

Для виконання всіх операцій в зерносховищі приймаємо 3 норії продуктивністю 50 т/год.

### 3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

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

Продуктивність конвеєрів в залежності від операції потрібно визначати:

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

Число конвеєрів потрібно визначати:

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

### 3.1.4.3 Самопливи

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

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

### 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

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

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

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

де  $Q_{л}^a$  – продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту, т/год.

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

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

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

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 34,5}{86 \cdot 0,9 \cdot 1,0} = 0,53 \text{шт}.$$

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

Відпускні пристрої зерна на автомобільний транспорт

Приймаємо 1 відпускний потік. Завантаження зерна в автомобільний транспорт здійснюється самопливним обладнанням. Діаметр самопливу приймається рівним 150 мм., що за продуктивністю дорівнює  $Q = 50$  т/год.

### 3.2 Обробка і зберігання відходів

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

Обліковують не тільки фізичну масу зерна та інші види сировини, а й показники якості — вологість та наявність смітних домішок, кількість яких прямо впливає на збільшення або зменшення маси зерна. Зниження вологи і кількості смітних домішок при обробці та зберіганні зерна в результаті видалення вологи, переходу смітних домішок у відходи сприяє поліпшенню якості та зменшенню фізичної маси зерна. Підвищення вологості внаслідок поглинання вологи зерном призводить до погіршення його якості та збільшення фізичної маси залишків [28]. Збільшення кількості смітних домішок у зерні внаслідок потрапляння зерен інших культур також призводить до погіршення якості насіння та появи залишків.

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

Акт на знищення непридатних відходів типової форми № 23. Застосовують акт типової форми № 23 для оформлення непридатних відходів, що утворюються в процесі технологічної доробки зерна та які знищують по мірі їх накопичення. Знищення відходів оформлюють актом у якому вказують їх якість, що підтверджує неможливість їх використання на кормові цілі, а також спосіб знищення. Відходи зважують і їх масу фіксують у ваговому журналі за типовою формою № ЗХС-28, де вказують номери автомобіля й причепу. При вивезенні відходів за межі підприємства виписують матеріальну перепустку. Документ підписують матеріально-відповідальна особа, начальник виробничо-технічної лабораторії (ВТЛ) та керівник охорони.

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

Акти зачистки складаються при вивільненні складу, витрати окремих культур, якщо вони обліковувались відокремлено, при інвентаризації і

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

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

Розпорядження-акт на доробку зерна, насіння олійних культур типової форми № 34 [28]. Застосовують розпорядження – акт типової форми № 34 для оформлення операцій доробки зерна, насіння олійних, бобових культур (очищення, сушіння, класифікації отриманих побічних продуктів і відходів, розрахунку кількості доробленого зерна, тощо) на зерноскладах та елеваторах. Доробку проводять тільки за розпорядженням підписаним директором (керівником) підприємства і начальником ВТЛ типової форми № 34. У ньому вказується культура зерна або насіння, спосіб доробки, межі допусків, термін закінчення процесів. Розпорядження оформлюють у двох примірниках.

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

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

Матеріально відповідальні особи всі операції з приймання, обробки, переміщення та відпускання зернових продуктів оформляють відповідними первинними документами.

На основі цих документів щодня визначають, скільки за день надійшло і скільки було відпущено зернових продуктів. За цими даними складають складську звітність ф. № 37, де по кожному виду зернових продуктів зазначають: залишок на початок дня, надходження за день, витрати за день і залишок на кінець дня. Надходження і витрати за день визначають за первинними документами, а залишок на кінець дня розраховують так: до залишку на початок дня додають надходження і відраховують витрати.

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

У кожному документі на надходження і витрати зерна вказують масу його в кілограмах, вологість та кількість смітних домішок у процентах (з точністю до 0,1 %). Бухгалтер з кількісно-якісного обліку при визначенні залишків у книзі ф. № 36 звіряє їх із залишками складського обліку ф. № 37. Матеріально відповідальна особа щодня звіряє залишки. Зіставлення даних складського і кількісно-якісного обліку, які ведуть матеріально відповідальна особа і бухгалтерія, є засобом контролю за обліком [29].

При надходженні зерна з високим вмістом домішок, додатково встановлюємо скальператор А1-БЗО-2 (Q=50 т/год) фірми «Могильов-Подільський машинобудівний завод». Він розташовується в вузлі приймання зерна з автомобільного транспорту. Отримані відходи використовуються без підробки.

### 3.3 Проєктування зерносховищ

$$E_c = \Psi \cdot \gamma \cdot S \cdot h, \quad (3.6)$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу силосу круглого типу

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 11^2}{4} = 95 \text{ м}^2,$$

$\Psi$  – коефіцієнт використання обсягу силосу

$\gamma$  – об'ємна маса зерна

$$E_c = 0,90 \cdot 0,75 \cdot 95 \cdot 28,06 = 1800 \text{ т.}$$

Оскільки  $E_{\text{сл.}}$  складає 11000 т., то згідно розрахунків обираємо металеві силоса зі стандартного ряду фірми «Лорд» м. Миколаїв. Для забезпечення даного об'єму необхідно 8 силосів по 1540 т кожний [29].

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

Технічне проектування робочої башти проводиться після уточнення кількості обладнання та його ув'язування у технологічній системі.

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

Найбільш ефективним використанням робочої башти буде встановлення головок норій, як вказано на рис.3.1, отже обираємо варіант компонування головок норій за рис. 3.1.

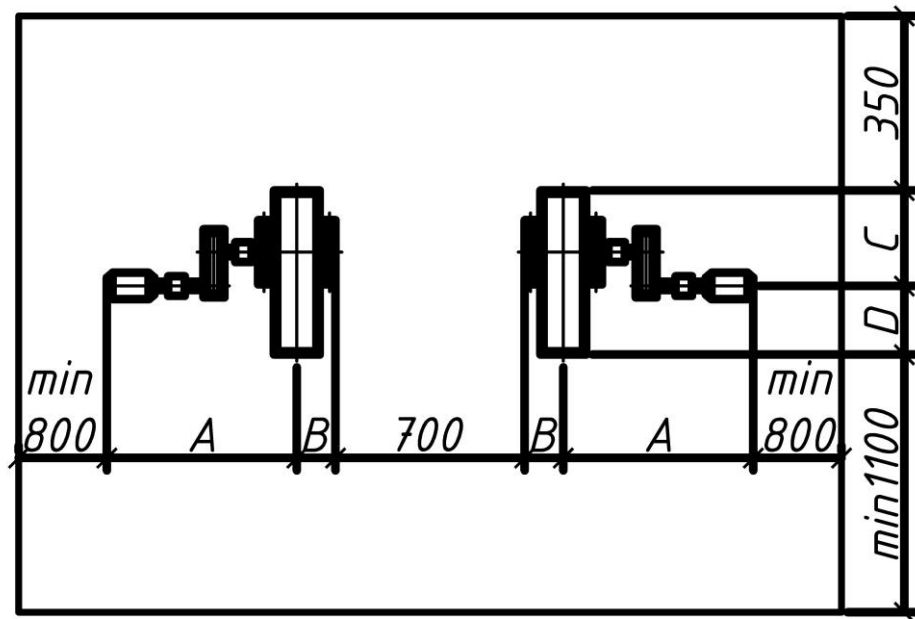


Рис. 3.3 – Розташування основних норій приводами в одну сторону

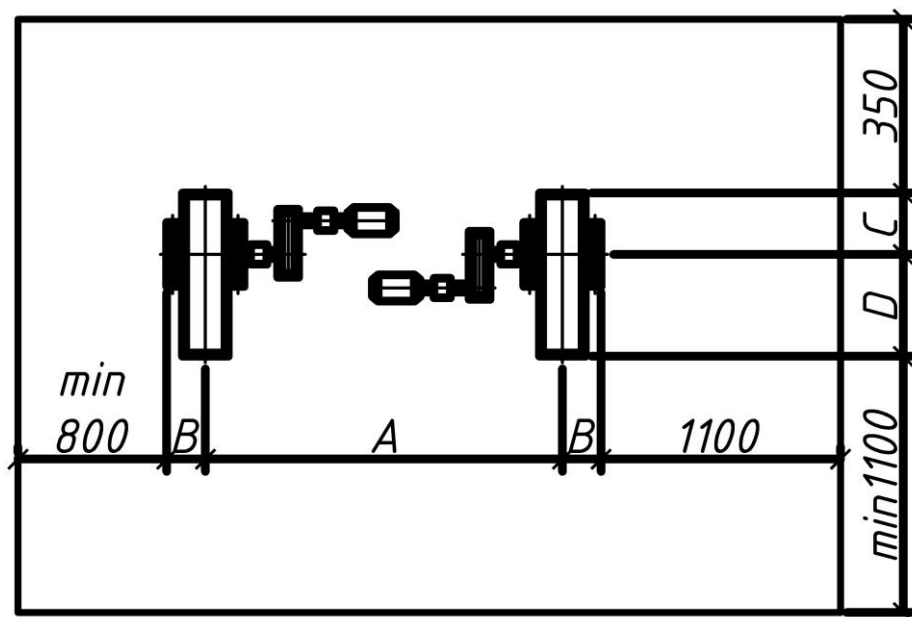


Рис. 3.4 – Розташування основних норій приводами на зустріч один одному

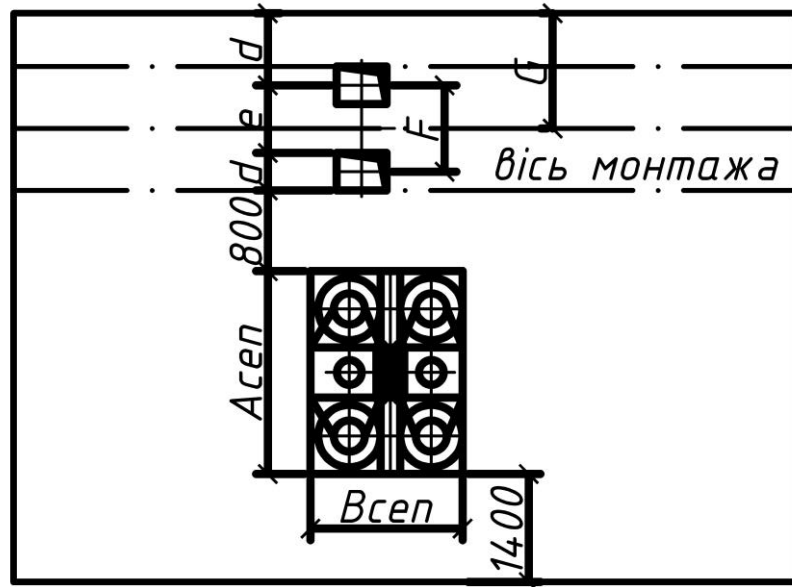


Рис. 3.5 – Розташування сепараторів основного очищення на плані поверху

Для більш зручного обслуговування сепаратору основного очищення обираємо варіант компоновки плану поверху (Рис 2.3). Після визначення компоновки планів поверхів, встановлюємо довжину та ширину робочої башти проектуємого елеватора. Крок осі башти повинен відповідати кратності 0,3, тому для зручності обираємо крок 3,0 м.

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

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

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

Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \quad (3.16)$$

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

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

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

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

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

$$h_5 = 3,0 \cdot \operatorname{tg}45 = 3,0 \text{ м.}$$

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

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

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

**Розрахунок висоти поверху зерноочисних машин зерносховища**

Висоту поверху для розташування конвеєра відходів і приймального конвеєра з автотранспорту приймаємо рівною 3,0 м.

Висота поверху сепараторів основного очищення розраховується за формулою

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (3.17)$$

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

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

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

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

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

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

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

**Розрахунок висоти поверху головок норій**

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

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

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

$h_4$  – висота спеціального патрубку, м.;

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

$$h_5 = 1,7 \cdot \operatorname{tg}45 = 1,2 \text{ м.}$$

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

### **Визначення розривів між силосами**

Згідно зі ДБН В.2.2-8-98. «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна» пожежні розриви між металевими зерносховищами та робочою баштою приймається рівною не менш 7,0м. У зв'язку з можливістю під'їзду пожежної техніки та зменшенням впливу фундаментів однієї будівлю на іншу.

### **Визначення висоти підсилосної галереї для вивантаження зерна**

Верхня галерея металевих зерносховищ обладнується самопливом з норій №1,1-1,3 та огорожуючими засобами на рівні 1,2 м. від рівня підлоги поверху, для підвищення безпеки пересування обслуговуючого персоналу.

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

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

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

Місткість приймального бункера приймаємо 35 т.

Місткість досушального і післясушального силосу приймаємо 1800 т, так як продуктивність зерносушарки 10 пл. т/год.

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

Робоча схема руху зерна і відходів (РСРЗіВ) – це конкретизована принципова схема, що відображає зв'язок між усім транспортним, технологічним устаткуванням, що є на міні-елеваторі, оперативними і накопичувальними бункерами із зазначенням: номера, типу, кількості і

продуктивності машин, які беруть участь у технологічному процесі; номери і місткості оперативних і накопичувальних місткостей. При транспортуванні зерна, керуючий персонал складає маршрут. Маршрут – це ув'язування всього технологічного, транспортного, аспіраційного обладнання, при переміщенні зерна на різних операціях (сушіння, очищення, приймання відпускання.) [27].

Таблиця ємностей – це зображення ємностей фермерського зерносховища. В таблиці вказано габарити бункерів та силосів, а також їх ємність. Таблиця ходів – це умовне позначення норій модуля №1;№2 та звідки норії приймають зерно. Таблиця складається з двох частин, норії подають – це наступне після норії обладнання в яке транспортується зерно, норії приймають – обладнання, яке встановлено перед норією, яке вивантажує зерно на неї.

На РСЗіВ представлені три основні норії продуктивністю НЦ-I Q=50 т/год. кожна, встановлені в модулях №1,2. Подача зерна на зберігання здійснюється самопливами з норій №1-2 діаметром 150мм. продуктивністю кожного – 50 т/год. Основне очищення зерна передбачене на сепараторі Р8-БЦС-50 продуктивністю – 50 т/год. Вивантаження зерна із силосів проводиться на підсилосні скребкові конвеєри КС№ 2.1 – 2.4 (Q = 50т/год).

Прийом зерна з автотранспорту здійснюється одним приймальним потоком. Конвеєр №2.9 (Q=50т/год.) з приймального бункеру передає зерно на норію №1-2 (Q=50т/год.). З норії НЦ-І№1-2 зерно надходить на скальператор, якщо зерно засмічене, якщо чисте зерно подається на основний сепаратор, який очищає зерно до базисних кондицій, з якого - на основні норії №1-2 (Q=50т/год.). Кожна із зазначених норій подає зерно далі за схемою - у силоси на зберігання.

Прийом зерна задовольняє вимогам діючих норм проєктування елеваторів, тому що передбачає передачу зерна в елеватор по надземній конвеєрній галереї з приймального накопичувального бункера ПА.

Маршрут відпуску зерна на автотранспорт

Відпуск зерна на автомобільний транспорт здійснюють наступним чином: зерно подають із силосів на конвеєри №2.5-2.8 ( $Q = 50$  т/год.), які подають зерно на норію НЦ-I №1.2 ( $Q = 50$  т/год.), звідти на відпускний самоплив. Потім по самопливу зерно надходить на ділянку завантаження автотранспорту.

Маршрут приймання зерна з автотранспорту

Приймальний бункер ( $E = 35$  т) – приймальний конвеєр № 2.9 ( $Q = 50$  т/год.) – норія модуля №1 НЦ-I № 1 ( $Q = 50$  т/год.) – скальператор А1-БЗО-50 ( $Q = 50$  т/год.) – досушительний силос С3 ( $E = 1800$  т) – конвеєр № 2.11 ( $Q = 50$  т/год.) – норія НЦ-I № 3 ( $Q = 50$  т/год.) – зерносушарка «Україна» ( $Q = 10$  пл.т/год.) – післясушительний силос С1 ( $E = 1800$  т) – конвеєр № 2.1 ( $Q = 50$  т/год.) – норія модуля №1 НЦ-I № 2 ( $Q = 50$  т/год.) – сепаратор Р8-БЦС-50 ( $Q = 50$  т/год.) приймальний конвеєр № 2.9 – норії №1 і № 2 ( $Q = 50$  т/год.)

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

Складена до схеми таблиця ходів основних норій дозволяє оцінити гнучкість РСРЗ і В і свідчить про її гнучкість, тому що більше 90 % технологічних операцій можуть бути виконані не менш ніж двома норіями.

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

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

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

Для того, щоб гарантувати високу якість зерна – тобто його високу ціну на ринку – потрібен тотальний контроль і управління за кожною операцією на елеваторі [30].

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

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

Одним з головних на сучасному етапі розвитку елеваторної промисловості визнано шлях широкого впровадження сучасних способів управління, що базуються на використанні мікроелектроніки, обчислювальної техніки, новітніх приладів, всієї індустрії інформатики.

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

### **3.8.2 Поетапність управління елеватором**

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

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

Ця система управління далека від досконалості, вимагає багато часу на налаштування маршруту і не забезпечує диспетчера надійною інформацією про правильність виконання його розпоряджень, наповненості силосів і

завантаження устаткування. Відомості про несправності якої машини, що входить до маршруту, диспетчер отримує з запізненням, що може призвести до завалу норій [30].

Диспетчерське управління передбачає виконання таких операцій:

– дистанційний (з пульта управління, встановленого в диспетчерській) пуск і зупинку електродвигунів приводів транспортного, технологічного та аспіраційного обладнання з автоматичною світловою сигналізацією про роботу електродвигунів;

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

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

– ручне управління всіма розподільними пристроями і засувками.

Система ДУ також передбачає дистанційний контроль ступеня завантаження норій за допомогою амперметра, включеного в мережу електродвигуна.

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

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

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

Система контролю температури в зернових силосах типу ТСС моделі 01 призначена для періодичного вимірювання температури в зернових силосах за

допомогою термopідвісок і переносного пристрою – блоку індикації і управління ТСС-БІ/01. При цьому кожна підвіска має кілька контрольованих точок.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Автоматизація зерносушарки

Вибір маршруту транспортування зерна і, відповідно, обладнання, задіяного у вибраному маршруті, встановлення головних параметрів сушіння здійснюється оператором. Сушіння зерна одна з основних операції даної виробничої ділянки. Зерно з автомобілерозвантажувача надходить в приймальний бункер, звідки за допомогою конвеєру та норії надходить в силос вологого зерна, потім зерно надходить на конвеєр та норії спеціалізовані, за допомогою якого надходить у зерносушарки [30].

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

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

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

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

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

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

Пуск обладнання може здійснюватися за місцем і з пульта оператора.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Щоб уникнути завалів обладнання зерном у схемах передбачається блокування зв'язку, що забезпечує послідовність пуску обладнання тільки в напрямку зворотному технологічному потоку [30].

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

## РОЗДІЛ 4

### ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

#### 4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

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

Відповідно до правил СНіП 210.05-85 електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів II - ой категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

Відповідно до проекту в схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двотрансформаторна підстанція. Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення – 220 В, 50 Гц.

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

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Олійник Є.В.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Штепа Є.П.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ТЗХ-41 6		

– зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

#### 4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

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

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

$M_{\text{річ}}$  – річна продуктивність підприємства 11000 т

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

$$P_p = \frac{30 \cdot 11000}{3000} = 110 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо  $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 110 = 11$  кВт.

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

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

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

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

Тоді  $Q_p = 110 \cdot 0,75 = 82,5$  квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

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

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

$$\text{Тоді } Q_k = 69 - 49,5 = 19,5 \text{ квар.}$$

Вибираємо за допомогою таблиці [31-34] конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 номінальною потужністю  $Q_{кном} = 20$  квар.

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

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

Потужність одного трансформатора знаходять так:

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

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [31-39], вибираємо номінальну потужність трансформатора

Таблиця 4.1 – Номінальну потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{ном}, \text{кВ} \cdot \text{А}$	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу $I_x, \%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k, \%$
		первинна $U_{1ном}$	вторинна $U_{2н}$ ом		Холостого ходу $P_x$	Короткого замикання $P_k$	
ТМ160/10	160	10	0,4	2,4	0,56	2,65	4,5

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

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

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

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

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

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

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

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

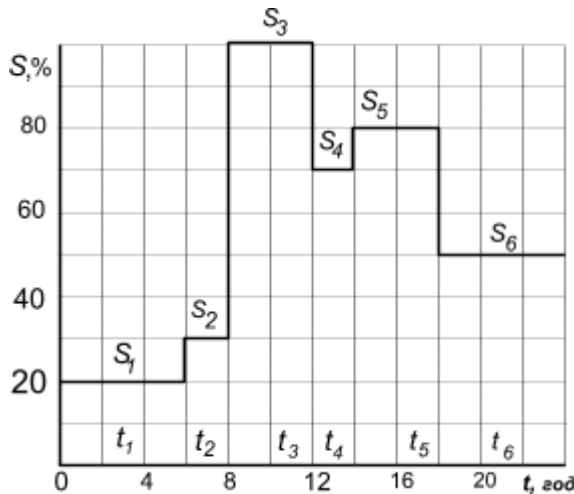


Рис. 4.1– Графік добового навантаження

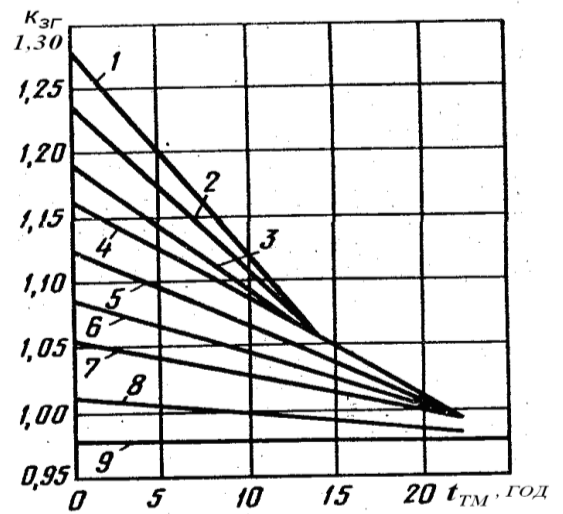


Рис.4.2– Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для  $k_{ЗГ}$ : 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5 - 0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

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

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

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

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

$t_{TM1} = 1$  год (з 7 до 8 год);

$t_{TM2} = 1$  год (з 11 до 12);

$t_{TM3} = 1$  год (з 15 до 16 год).

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

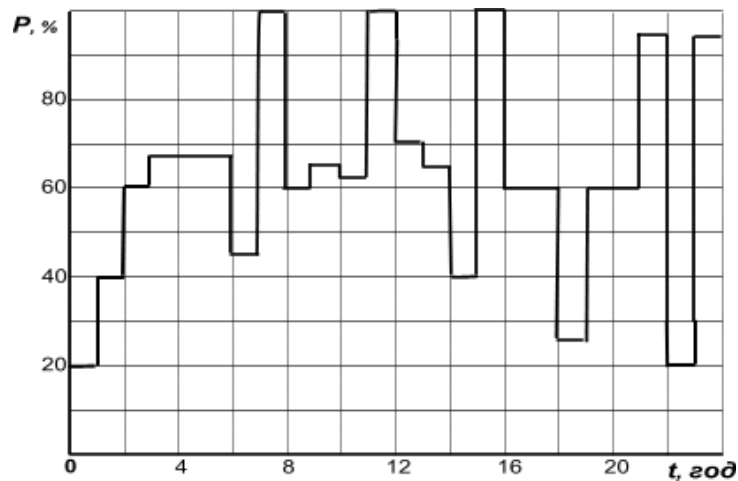


Рис.4.3 – Графік добового навантаження елеватора

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

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

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

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

По таблиці технічних даних трансформаторів [31-34], уточняємо номінальну потужність трансформатора  $S_{НОМ}$  і приводимо його технічні дані у вигляді табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні дані трансформатора

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

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

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

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} \quad (4.11)$$

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

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

$$\frac{66,1}{200} \cdot 100\% = 33,1\%.$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора(рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 23, що разом складає  $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$  години, що в процентах складає

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

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

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

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

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

і складатиме

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

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

#### 4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабеля напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [31-34]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

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

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

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

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

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

де  $Q_p$  – реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля  $S=120 \text{ мм}^2$  2 кабеля паралельно [33-34].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$L$  – довжина кабеля, м;

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

#### 4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

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

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

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

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

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

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

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

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

– зменшення часу роботи двох 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

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

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

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

– до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

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

$$W_{л} = 3 \cdot 379^2 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 11635 \text{ кВт} \cdot \text{год.},$$

– після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

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

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

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

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

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

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

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

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

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

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

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

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

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

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

Витрати електроенергії на освітлення будуть

– лампами розжарювання

$$W_{\text{осв}} = k q P_p T_{\max} \quad (4.28)$$

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

– люмінесцентними лампами

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

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

В цих формулах приймають для:

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

– ламп розжарювання  $q = 0,1$ ;

– люмінесцентних ламп в залежності від їх типу [32]  $q' = (0,035 \dots 0,06)$ .

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

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

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

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

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

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

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків з економії електроенергії

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

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

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

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

### Висновок

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

$$\Delta S = \frac{2125}{528849} \cdot 100\% = 4\%$$

## РОЗДІЛ 5

### АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

#### 5.1 Мета і задачі аспіраційних установок елеватора

Сучасні аспіраційні системи та пилоуловлювальні агрегати дозволяють ефективно вирішувати завдання зниження ризику вибуху зернового пилу і очищення повітря від пилових фракцій, дрібнодисперсного зернового пилу і димових газів. Якісна аспірація елеваторів і зерносковищ (знепилюючих вентиляція) дозволяє зберігати концентрацію зернового пилу в безпечних межах. Промислова очистка повітря в робочих зонах технологічних ліній забезпечує вибухобезпечність зернового виробництва, ефективність роботи обладнання і комфортні умови праці.

Як відомо, діяльність зернопереробного підприємства передбачає широкий цикл виробничих процесів, пов'язаних із доробкою зібраного врожаю зерна, а також продуктів його переробки. Ці процеси супроводжуються безперервним використанням потужного обладнання різних типів та постійним перевантаженням великих обсягів сировини. Це приймання та відвантаження зерна і палива, транспортування, очищення, сушіння, подрібнення, розсівання, брикетування тощо. Всі ці операції супроводжуються підвищеним виділенням газових і пилових фракцій, які без належної до них уваги або розсіваються навколишньою місцевістю, або ж накопичуються в обладнання, нерідко у важкодоступних місцях.

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

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Олійник Є.В.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Гончарук Г.А.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ-416		

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

На елеваторах експлуатують невиправдано велике число (50-90) аспіраційних установок, залежно від типу робочої вежі, кількості силосних корпусів, приймальних пристроїв із залізниці та автомобільного транспорту. Енергоємність приводів вентиляторів і шлюзових затворів становить до 30 % від загального споживання електроенергії. При такій кількості і витратах на їх утримання не вдається досягти достатньої ефективності знепилювання. Ефективність очищення повітря від пилу перед викидом його з аспіраційних установок повинна забезпечувати встановлену ГДК пилу в навколишньому повітрі на території хлібоприймальних підприємств та елеваторів, рівну  $1,2\text{мг/м}^3$  [34-36].

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

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

## **5.2 Принципи компоновки аспіраційних установок**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11. При транспортуванні тонкодисперсних матеріалів (борошно, дріжджі, фосфати та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що

забезпечують знепилення місць і виключають викиди пилепоповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

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

13. Трасировка повітропроводів і швидкість пилопоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропроводів повинен складати не менше  $60^\circ$ , а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах  $14...18\text{м/с}$  [35-36].

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

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

$$H_n = (\zeta_{екв} + \Sigma \zeta) \frac{pv^2}{2} = (\Sigma \zeta) n p \frac{pv^2}{2} \quad (5.1)$$

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

$$\zeta_{екв} = l \frac{\lambda}{D} \quad (5.2)$$

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

Істотний недолік методу динамічних тисків відсутність в ньому яких би то не було практично необхідних вказівок про розрахунок діаметрів відгалужень, що

особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок [35-36].

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

- застосуванням поняття «повний тиск» у всіх розрахункових операціях в якості основної величини;
- зазначенням певних, практично застосовних аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів відгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини  $\lambda$ , залежної від  $v$  і  $D$ );
- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь-яких допоміжних, понять як «еквівалентна довжина» або «наведений коефіцієнт опору ділянки»;
- обліком у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності установки стандартних трійників, що зберігають співвідношення  $D_n^2 + D_o^2 = D_o^2$ , тобто з рівними площами входу в трійник і виходу з нього; відомо, що табличні значення коефіцієнтів опору трійників  $\zeta_p$  і  $\zeta_b$ , наведені в додатках, вірні лише при дотриманні цієї співвідносини поперечних перерізів трійників;
- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор в даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обумовлюють протікання заданих обсягів повітря; чисто графічний спосіб розрахунку, що передбачаються цим методом, не виключає застосування нормальної лічильної лінійки для найпростіших дій (множення, ділення).

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

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

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

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

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

Порівнюючи значення величин  $R$ , отриманих за номограмою і за табличними даними ГПІ сантехпроєкта для розрахунку круглих сталевих повітропроводів і рекомендованих ЦНДІ промзернопроєкт для заготівельних підприємств Міністерства заготівель, бачимо, що при  $v = 10$  м/с розбіжність складає 5-10%, а при  $v = 20$  м/с 10-17 %. Враховуючи, що втрати на тертя при інших рівних умовах залежать від якості швів воздухопровода, виготовленого з листової покрівельної сталі, і точності фланцевих з'єднань, помилка у визначенні величини  $\lambda$  практично не має значення. Якщо до цього додати, що втрати на тертя у вентиляційних установках млинів та елеваторів становлять 20-25 % від опору мережі і відмінність в шорсткості окремих листів покрівельної оцинкованої сталі, можна зробити висновок, що формула А. Панченко цілком задовольняє вимогам, що пред'являються до розрахунку вентиляційних установок [35-36].

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

## 5.4 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів

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

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

3. Основні вимоги до обладнання елеваторів:

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

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

- розвантаження авто- і залізничного транспорту;
- транспортування зерна до надсепараторних бункерів;
- завантаження силосів;
- розвантаження силосів;
- подача зерна у вагони або у виробничий корпус.

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

6. Підсилені конвейєри аспіруються з використанням суцільних укрить. Коли немає можливості суцільного укрить стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укритьтм насипних лотків за схемою.

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

8. Аспірація поворотних труб забезпечується:

– для прямиоточних режимів руху повітря та сипких матеріалів використанням дублюючих поворотних аспіраційних труб;

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

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

### **5.5 Основні принципи компоновки аспіраційних мереж**

Перед проектуванням 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°...54°, кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використання гальмуючих пристроїв та інше.

Компоновку 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 пилопоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропровода повинен складати не менше  $60^\circ$ , 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 пилепоповітряних 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 пилоповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

### **5.6 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання. Розрахунок аспірації сепаратора Р8-БЦС-50**

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

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

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

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

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор Р8-БЦС-50  $Q=50$  т/год. [34-36]

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт  $a$  і показник ступеня  $h$  залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FC знаходимо за графіком [34-36]  $H_{\phi}=1125$ , для цього розраховуємо  $q$ .

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

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}} + H_{\text{пов}}, \text{ Па} \quad (5.2)$$

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

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

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

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

$$H_{\text{пов}} = \left( \frac{\lambda}{D} l + \sum \xi \right) * \frac{\rho * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.3)$$

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

$l$ -довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

$D$ -діаметр повітропроводу, м;

$\xi$ -коефіцієнт місцевого опору;

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

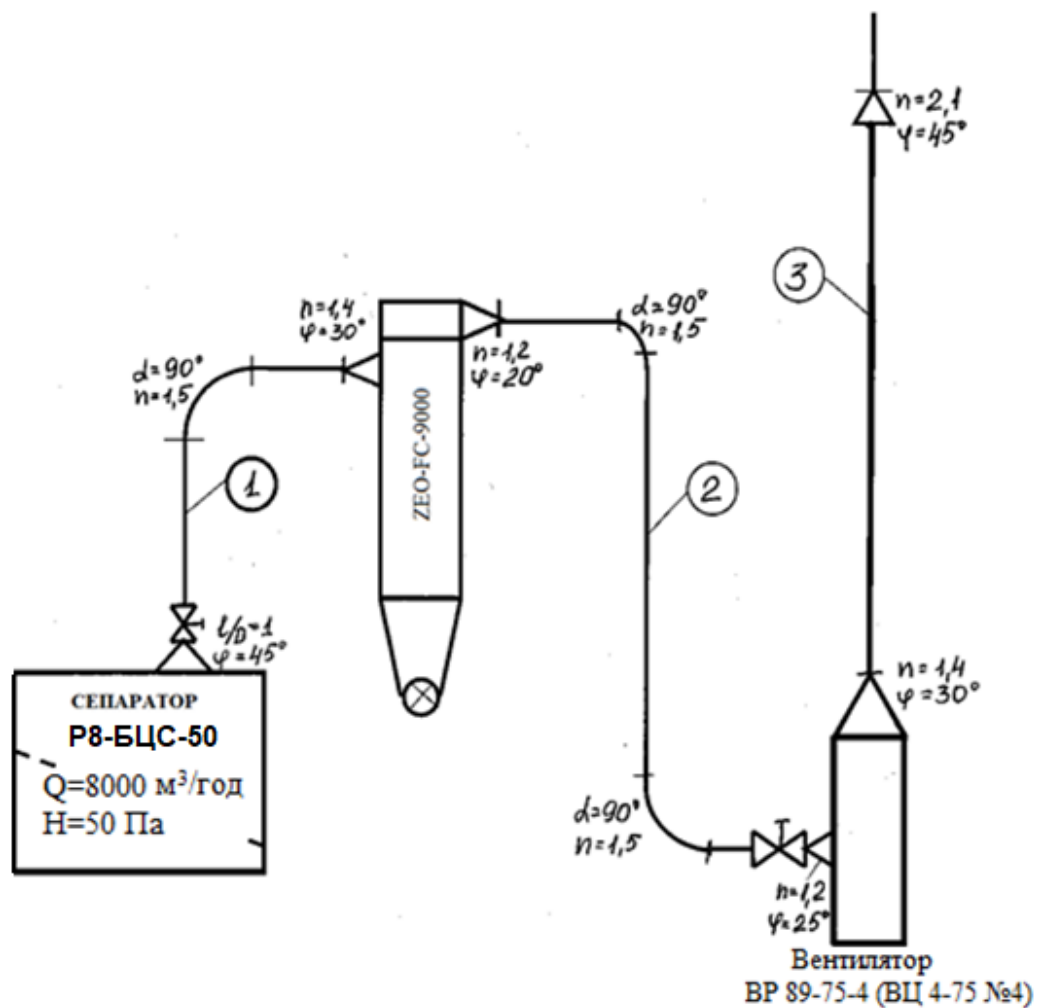


Рис. 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора P8-БЦС-50

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

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

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

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

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

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

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

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n}\right)^2, \text{ Па} \quad (5.4)$$

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

$n - 2$ .

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

Динамічний тиск розраховуємо за формулою :

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.5)$$

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

$v_{\text{вих}}$  - швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає  $10 \dots 12 \text{ м/с}$ . [34-36]

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_{\text{в}} = 1,1 * H_{\text{мер}}, \text{ Па} \quad (5.6)$$

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор :

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

Таким чином тип фільтру циклону ZEO-FC-9000 вибираємо вентилятор ВР 89-75-4(ВЦ 4-75 №4) та за графіком знаходимо ККД вентилятора. ККД для цього вентилятора дорівнює  $0,8$ . [34-36]

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

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

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

$$N_y = K_3 * N, \text{ кВт}$$

(6.28)

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

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

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

### 5.7 Аспірація конвеєра №2.9 і норії №2, які входять в аспіраційну мережу

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії:  $Q_k=500$  м<sup>3</sup>/год,  $Q_n=500$ м<sup>3</sup>/год;  $H_n=50$  Па і  $H_k=50$  Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря  $Q_n$  в конвеєрі, норії і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FV розраховуємо за виразом. Фільтр встановлюють на башмаку норії. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії  $\Sigma Q_{обл}$ .

$$Q_\phi = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_n + Q_k + Q_n, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (5.7)$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від  $\Sigma Q_{обл}$ .

$$Q_n = 0,05(Q_n + Q_k) = 0,05(500 + 500) = 50 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

$$Q_\phi = 500 + 500 + 50 = 1050 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 0,292 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000, який має 6 фільтрувальних рукавів загальною площею тканини – 6 м<sup>2</sup> (рис. 5.2).

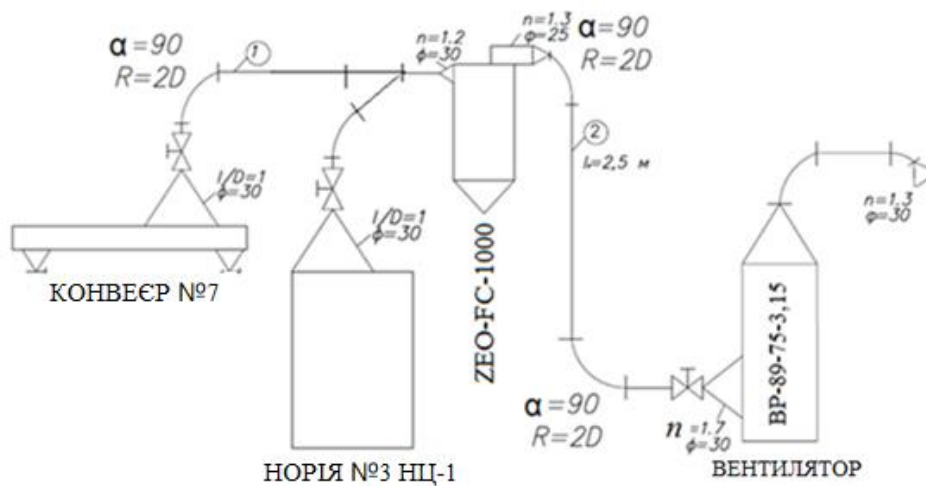


Рис. 5.2 – Площинна схема аспіраційної мережі

Втрати тиску у фільтрі розраховуємо за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \quad (5.8)$$

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

Таким чином  $H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,292^2 = 701$  Па.

Розрахувати опір аспіраційної мережі за виразом:

$$H_{мер} = H_n + H_k + H_{\phi} + H_{y\delta}, \text{ Па.} \quad (5.9)$$

Так, як на виході з фільтру встановлюємо вихідний дифузор – втрати тиску на удар визначаємо

$$H_{y\delta} = H_{дин} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.10)$$

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

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

$$H_{дин} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,} \quad (5.11)$$

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

$v_{вих}$  – швидкість повітря в повітропроводі перед дифузором, яку визначаємо за номограмою О.В. Панченко (Панченко О.В., с.252) при  $Q=1050 \text{ м}^3/\text{год}$  і  $D_{нов}=150 \text{ мм}$ ,  $v_{вих} = 14 \text{ м/с}$ .

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 14^2}{2} = 118 \text{ Па.} \quad (5.12)$$

$$\text{Тоді } H_{\text{yo}} = 118 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 29,5 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 50 + 701 + 29,5 = 830,5 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 830,5 = 913,6 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 1050 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.13)$$

Вибираємо вентилятор за параметрами  $Q_{\text{в}}$  і  $H_{\text{в}}$ , використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора  $H_{\text{в}} = f(Q_{\text{в}})$  [34-36]: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,} \quad (5.14)$$

де  $\eta_{\text{в}}$  – ККД вентилятора (0,72);

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

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

$$N_{\text{вент}} = \frac{0,292 \cdot 913,6}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,38 \text{ кВт}$$

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

$$N_{\text{ф}} = K_{\text{з}} \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт,} \quad (5.15)$$

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

$$N_{\text{ф}} = 1,15 \cdot 0,38 = 0,44 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо  $N=1,5$  кВт з числом обертів  $n=2850$  об/хв за комплектацією заводу-виробника.

## 5.8 Розрахунок аспіраційної мережі, до якої входять конвеєри №2.1 і №2.2

Для розрахунку мережі із таблиці 1 додатка методичних вказівок [34-36] (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєрів:  $Q_{к1} = Q_{к2} = 500 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $H_{к1} = H_{к2} = 50$  Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря  $Q_n$  в конвеєрі, норії і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Фільтр встановлюють на башмаку норії. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії  $\Sigma Q_{обл}$ .

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_{к1} + Q_{к2} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.16)$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від  $\Sigma Q_{обл}$ .

$$Q_n = 0,05(Q_{к1} + Q_{к2}) = 0,05(500 + 500) = 50 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$Q_{\phi} = 500 + 500 + 50 = 1050 \text{ м}^3/\text{год} = 0,292 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000, який має 6 фільтрувальних рукавів загальною площею тканини –  $6 \text{ м}^2$ .

Втрати тиску у фільтрі розраховуємо за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \quad (5.17)$$

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

$$\text{Таким чином } H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,292^2 = 701 \text{ Па}.$$

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис. 5.3).



$$\Sigma\xi=16\cdot0,2=3,2,$$

$$\text{Тому } H_{\text{пов}} = (0,112 \cdot 15 + 3,2) \cdot 110 = 536,8 \text{ Па.}$$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

Так, як на виході з фільтру встановлюємо вихідний дифузор – втрати тиску на удар визначаємо

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

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

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

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

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

$v_{\text{вих}}$  – швидкість повітря в повітропроводі перед дифузором, яку визначаємо за номограмою О.В. Панченко (Панченко О.В., с.252).

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 14^2}{2} = 118 \text{ Па.}$$

$$\text{Тоді } H_{\text{уд}} = 118 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 29,5 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 536,8 + 701 + 29,5 = 1317 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_e = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1317 = 1449 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_e = Q_{\phi} = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами  $Q_e$  і  $H_e$ , використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора  $H_e=f(Q_e)$  [34-36]: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_e \cdot H_e}{1000 \cdot \eta_e \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \text{ кВт}, \quad (5.22)$$

де  $\eta_e$  – ККД вентилятора (0,72);

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

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

$$N_{\text{вент}} = \frac{0,292 \cdot 1449}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,61 \text{ кВт}$$

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

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт}, \quad (5.23)$$

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

$$N_{\phi} = 1,15 \cdot 0,61 = 0,7 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо  $N=1,5$  кВт з числом обертів  $n=2850$  об/хв за комплектацією заводу-виробника.

## РОЗДІЛ 6

### ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

#### 6.1 Опис генплану

Площа, яку займає підприємство, складає 1,5 га. Воно знаходиться поблизу магістральних шляхів сполучення і зручно з ними пов'язано.

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

Генеральний план підприємства – це план, на якому ув'язані усі основні і підсобні споруди, які розташовані на території підприємства. На генеральному плані вказується розташування інженерних комунікацій, силових кабелів, газопроводів, а також схема проїзду автотранспорту по підприємству. На генплані будівлі розподіляються на основні, виробничі та підсобні будівлі. Основні виробничі будівлі – це будівлі, споруди, в яких безпосередньо встановлено технологічне обладнання, підсобні – це ті споруди, які розташовані на території, але обладнання, яке в них розташоване, безпосередньо не приймають участі в технологічному процесі. Виробничі і підсобні будівлі і споруди із обладнанням, що до них відноситься, разом з територією, на якій вони знаходяться, складають технічну базу підприємства.

Майданчик для будівництва підприємства задовольняє наступним вимогам:

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

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Олійник С.В.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
								ОНТУ, гр. ТЗХ-41 б

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

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

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

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

У відповідності до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» визначена конструкція дорожнього покриття та ширина проїжджої частини основних проїздів: 3,5–5 м. Мінімальні радіуси поворотів – 12,00 м, мінімальні поздовжні ухили визначені – 0,5 %. Поперечний профіль доріг по майданчику прийнято односкатний бортовий [37-38].

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

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

Основними показниками раціонального використання території підприємства і її благоустрою служать коефіцієнти забудови  $K_3$ , мощення  $K_M$  і озеленення  $K_{O3}$ , значення яких у % знаходимо із генерального плану підприємства як співвідношення:

$$K_3 = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 \quad (6.1)$$

$$K_M = \frac{F_M}{F} \cdot 100 \quad (6.2)$$

$$K_{O3} = \frac{F_{O3}}{F} \cdot 100 \quad (6.3)$$

де  $F$  – площа всієї території підприємства,  $m^2$ ,  $f$  – площа будівлі,  $m^2$ ,  $F_M$  – сумарна площа мощення,  $m^2$ ,  $F_{O3}$  – сумарна площа, зайнята зеленими насадженнями,  $m^2$

$$K_3 = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 = \frac{5500}{11000} \cdot 100 = 50,0 \%;$$

$$K_M = \frac{F_M}{F} \cdot 100 = \frac{4400}{11000} \cdot 100 = 40,0 \%;$$

$$K_3 = \frac{F_{O3}}{F} \cdot 100 = \frac{1100}{11000} \cdot 100 = 10,0 \%;$$

## 6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору

Основними будівельними параметрами норій №1 та №2 приймаємо прольоти, сітка колон і висотні габарити, прив'язку елементів конструкцій до координаційних осей, розміри вставок у місцях температурних швів і перепадів висот, ухили покрівель з різних матеріалів, виробничі навантаження і впливи на несучі конструкції.

Проектуєме фермерське зерносховище являє собою будівельну систему, що складається з несучих, огорожувальних та суміщають ці функції конструкції, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів.

Фермерське зерносховище складається з будівельних окремих частин - фундаментної частини, каркаса, даху, стін, перегородок, перекриттів, лестощіниць, вікон, дверей. В середині будівлі розташовуються інженерні комунікації та технологічне обладнання

Фермерське зерносховище, яке проєктується, представляє собою багатоповерхову споруду, що має каркасну конструкцію, основні частини котрої є металеві колони, балки та перекриття. Будівля комплектується із збірних металевих елементів заводського виготовлення.

Конструктивні елементи будівлі забезпечують зручну подачу зерна на технологічне обладнання, зручне переміщення обслуговуючого персоналу між обладнанням і будівельними конструкціями, а також досягнуто максимальне природне освітлення по поверхах.

При проєктуванні для колон застосували фундаменти анкерного типу, що забезпечують зниження тиску на одиницю площі основи, за рахунок застосування суцільної залізобетонної фундаментної плити.

Легкі внутрішні стіни з профілюваного металу, які не несуть навантажень, служать для розподілу приміщення, що знаходяться між капітальними стінами і відповідають основним вимогам, що пред'являються до перегороджень в промислових будівлях.

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

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

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

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

Збірні стіни силосів проєктують із об'ємних, криволінійних або плоских елементів заводського виготовлення. Елементи збірних стін можуть бути ребристими або гладкими. При застосуванні ребристих елементів зменшується витрата матеріалів, знижується вага всієї споруди. Проте виготовляти їх складніше, і тріщиностійкість у них нижча, ніж у елементів з гладкими стінами. Причому внутрішня поверхня стін і днищ не повинна мати виступаючих горизонтальних ребер і западин. У зв'язку з цим силоси з гладкими стінами застосовують частіше. Рекомендується виконувати горизонтальну розрізку стін на збірні елементи висотою кратною 600 мм (з урахуванням товщини горизонтальних швів). Збірні елементи, як правило, проєктують конструктивною висотою 1180 мм при товщині шва 20 мм.

Мінімальну товщину стін збірних елементів, у залежності від форми і розмірів силосу, приймають наступною: круглі силоси діаметром 3 м – 80 мм; діаметром 6 м – 120 мм; діаметром 12 м ...160 мм; квадратні силоси розміром 3'3

м – 100 мм. Збірні стіни круглих силосів діаметром 3 м проєктують із об'ємних кільцевих елементів, що дозволяє швидко робити їхній монтаж. Для зручності виготовлення, складування і транспортування збірні елементи стін діаметром 6 м виготовлюють довжиною в чверть кола, а діаметром 12 м – в чверть або 1/6 кола.

Монтаж елементів здійснюють, як правило, після складання їх у кільця. Збірні елементи стикують за допомогою з'єднуючих елементів, які приварюються до закладних деталей. Шви між окремими елементами заробляють жорстким цементним розчином. Закладні деталі приварюють до кінців робочої арматури. Існує й інший спосіб з'єднання елементів у кільця. Робочу арматуру випускають за межі торців елементів і з'єднують між собою за допомогою зварювання накладок із арматурних коротяків. Є спосіб і економічніший за витратами сталі і технологічніший при виготовленні елементів і їх складанні.

Зібрані кільця силосу під час монтажу об'єднують на цементному розчині товщиною 20...30 мм і у вертикальному напрямку з'єднують між собою за допомогою зварювання закладних деталей. Суміжні кільця круглих силосів під час будівництва корпусів з'єднують на оцинкованих болтах, а також за допомогою монолітних ділянок із додатковим армуванням.

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

Для круглих силосів діаметром 12 м розроблено типову конструкцію, в якій кожне кільце складається із 24 тонкостінних ребристих панелей – оболонок, які обтискуються попередньо напруженою арматурою, укладеною в пази ребер, панелей.

## РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Аналіз міні-елеватора, представлений в технологічній частині проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) [39-40]:

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони. Спостерігається: у силосах, головок норій, сепаратору. Згідно з вимог нормативної документації гранично допустима концентрація (ГДК) пилу у повітрі робочої зони (незалежно від вмісту двоокису кремнія) повина бути не більше 4,0 мг/м<sup>3</sup>;

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони – припустимі норми температури повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 і складає: температура повітря 15...21 °С, температура повітря поза постійних робочих місць 13...24 °С;

- підвищений рівень шуму на робочому місці – утворюється на поверсі головок та башмаків норій, сепаратору. Нормативне значення цього параметру визначається відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 і становить 85 дБа на робочих місцях, у робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території;

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

Середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 0,2 м/с, норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв, частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц,

вібророзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 1,3 м/с, частота коливань – 10<sup>-2</sup> Гц, КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16

Змн.	Підпис	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Олійник С.В.							
Керівник	Валевська Л.О.							
Консультант	Валевська Л.О.							
Зав. кафедри	Макаринська А.В.							
						ОНТУ, гр. ТЗХ-41 б		

– підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до нормативної документації, припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – не більше 75 %;

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

– підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини – все устаткування підключене до електричної мережі 380 Вт повинне бути заземлене. Опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом [41];

Відсутність або недостатність природного світла – норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – мінімум 1,5 % [41].

Недостатня освітленість робочої зони – робочі місця у разі невірному розрахунку освітлювальної системи і розміщення технологічного обладнання, за рахунок забруднення освітлювальних приладів, відсутності ламп, а також у нічні зміни (норми електроосвітлення поверху головок норій, сепараторів: при лампах розжарення – 30 лк, газорозрядних – 75 лк; надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї відповідно до нормативної документації [41]).

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

Усе виробниче устаткування встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта нормативної документації [42-43] передбачено наступні відстані між устаткуваннями, а також між обладнанням і стінами виробничих будівель (норійної башти):

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

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

Нормування показників мікроклімату наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року [42-43]

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

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

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

– механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані. Вручну здійснюється очищення верхніх площин сит сепаратора, очистка живлячих механізмів, очищення завалів в башмаках норії і конвеєрах;

– раціональна теплова ізоляція устаткування (дифузори і вентилятори), які розміщені в доступних місцях, покривають шаром теплоізоляції;

- раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція);
- раціональний режим праці і відпочинку забезпечений Законодавством України про охорону праці і відбитий у колективному договорі підприємства.

- герметизація устаткування;
- аспірація устаткування (головки та башмаки норій, сепаратор, конвеєри);
- графік прибирання пилу (2 рази на день);
- засоби індивідуального захисту: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.

Допустимі значення показників шуму і вібрації [44-45]:

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

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

Основні організаційні заходи:

- експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних робіт;
- розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях (головки та башмаки норій, сепаратор, конвеєри);
- застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації (зовнішні і внутрішні антифони, протишумні каски, навушники, м'які шоломи, беруші);
- дистанційне керування устаткуванням – (силос: датчики рівня, контроль температури, головки та башмаки норій, сепаратор, конвеєри);
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи:

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування – головки норій, сепаратор, конвеєри, вентилятори;
- звукоізоляція (вентилятору аспірації);

- віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);
- ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;
- використання глушників шуму [44-45].

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць роботою передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення», у приміщенні із постійним перебуванням у ньому людей повинно бути, як правило, природне освітлення. Для забезпечення необхідного освітлення в нічний час чи при недостатності природного освітлення або при неможливості його застосування за умов технологічного процесу застосовують штучне освітлення.

Кваліфікаційною роботою передбачене бічне (однобічне, двобічне) освітлення. Для бічного освітлення нормується мінімальне значення КПО. Норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємства – 1,5 %.

Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи. Для зручності і безпеки обслуговування проектом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок [46-47].

Роботою передбачене робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне освітлення.

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

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

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

Приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при лампах	
		Розжарення	Газорозрядних
Поверх головок норій, поверх сепараторів	VIIIa	30	75
Інші поверхи робочої будівлі, надсилосний та підсилосний поверхи,	VIIIб	20	50

приймальні пристрої, галереї, сушарка			
------------------------------------------	--	--	--

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

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

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

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

- недоступність струмоведучих частин – розташування проводки на недосяжній висоті; розташування її на підлозі у металевих трубах із обов'язковим заземленням; застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів;

- захисне заземлення або занулення корпусів електроустаткування й елементів електроустановок, що можуть виявитися під напругою – (головки норій, сепаратор, конвеєри, вентилятори);

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

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

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

Приміщення підприємства за категорією пожежовибухонебезпеки наведені у табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Категорії та класи виробництв за пожежовибухонебезпекою

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

Пожежна безпека виробництва у кваліфікаційній роботі забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах;
- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;
- передбачення наступних типів вогнегасників (для приміщень з граничною захищеною площею 135 кв.м передбачені наступні вогнегасники переносні вогнегасники УО-5 із зарядом вогнегасної речовини з вагою 5 кг – 13 одиниць, пересувні вогнегасники ОП-5 із зарядом вогнегасної речовини вагою 5 кг - 4 одиниці);
- передбачення наступних систем пожежогасіння:
  - внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу;

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

– передбачення додаткових первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; пожежні відра; совкові лопати; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири) (біля входу в робочу башту елеватору, зерносушарного комплексу, вузла приймання зерна з автотранспорту).

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

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

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

За технологічним рішенням на підприємстві не передбачено магнітний захист.

Кваліфікаційною роботою передбачено шляхи евакуації робітників та службовців з виробничих приміщень.

Плани евакуації вивішуються на одному з видних місць біля основного виходу з підприємства.

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

У роботі передбачено включення світильників евакуаційного освітлення в нічний час. У світильниках евакуаційного освітлення встановлюються тільки лампи розжарення.

## РОЗДІЛ 8

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА РОБОТИ

#### 8.1 Стан питання

Попри значні руйнування та логістичні виклики, аграрний сектор залишається ключовою опорою економіки України.

Так, у 2024 році агропродукція забезпечила 59–60% усього товарного експорту України. Для порівняння, у 2021 році цей показник становив близько 41%. За підсумками 2024 року експорт агропродовольчих товарів приніс державі \$24,5–24,8 млрд.

Лідерами експорту залишаються соняшникова олія (\$5,1 млрд), кукурудза (\$5 млрд) та пшениця (\$3,7 млрд).

На початку 2026 року спостерігається зростання промислового виробництва у тваринництві на 9,2%, що стало основним рушієм загального зростання агровиробництва на 1,2% у першому кварталі.

Прямі збитки та втрати агросектору від повномасштабного вторгнення на початок 2025 року оцінюються у понад \$80 млрд.

Дефіцит ресурсів та робочої сили під час війни став каталізатором для впровадження високих технологій. Сьогодні Україна активно переходить до моделі «Сільського господарства 4.0» [54-55].

#### 1. Точне землеробство (Precision Agriculture)

Це найбільш масовий напрям інновацій, що включає:

- Системи автопілотування та RTK-навігація: Дозволяють техніці працювати з точністю до 2 см, уникаючи перекриттів.
- Диференційоване внесення (VRA): Технологія дозволяє вносити добрива та насіння лише там, де це потрібно, що знижує витрати ресурсів на 15–30%.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Олійник Є.В.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Валевська Л.О.						
Зав. кафедри		Макаринська А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ-416		

- Економічний ефект: Впровадження таких практик приносить господарствам додатково близько 2 300 грн з гектара щороку.

## 2. Дистанційне зондування та дрони

- Моніторинг посівів: Використання супутникових знімків та вегетаційних індексів (NDVI) для прогнозування врожайності.

- Агродрони: Україна є одним із лідерів за темпами впровадження дронів-обприскувачів, які замінюють важку техніку на вологих ґрунтах та економлять до 90% води.

## 3. Цифрові платформи управління (AgriChain, GeoPard)

Спеціалізоване ПЗ дозволяє агрохолдингам керувати тисячами гектарів у режимі реального часу: від контролю залишків на складах до відстеження руху пального через IoT-датчики.

## 4. Біотехнології та енергоефективність

- Розвиток виробництва біопрепаратів (мікробіологічних добрив) для зменшення залежності від дорогого газу.

- Будівництво біогазових установок для переробки відходів тваринництва в електроенергію та тепло.

Подальший розвиток АПК пов'язаний із реалізацією Стратегії цифрового розвитку AgroTech до 2030 року (WINWIN). Головним пріоритетом є перехід від експорту сировини до глибокої переробки та автоматизації процесів, що дозволить зберегти конкурентоспроможність України на світовому ринку в умовах дефіциту кадрів [56].

## **8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів**

Мета роботи: провести дослідження урожайності зернових культур у Вінницькій області.

Об'єкт дослідження: зерновий сектор Вінницької області.

Завдання роботи: дослідити географічне розташування, кліматичні умови, чисельність населення, земельні ресурси Вінницької області, а також урожайність

зернових культур та зернового сектору агропромислового комплексу досліджуваної області.

## **8.3 Результати досліджень**

### **8.3.1 Географічне розташування Вінницької області**

Вінницька область була офіційно утворена 27 лютого 1932 року. Вона стала однією з перших п'яти областей, створених під час реформи адміністративного поділу України.

Сьогодні область є частиною історико-географічного регіону Поділля. Адміністративний центр — місто Вінниця.

Область розташована у лісостеповій зоні центральної частини Правобережної України, в межах Подільської та Придніпровської височин. Регіон має стратегічне розташування, межуючи з сімома областями України та Республікою Молдова (зокрема, має ділянку кордону з Придністров'ям).

Чисельність населення: Станом на 2022 рік в області проживало близько 1,5 млн осіб.

Адміністративна реформа 2020 року: В межах децентралізації кількість районів в області було скорочено до 6 укрупнених:

1. Вінницький
2. Гайсинський
3. Жмеринський
4. Могилів-Подільський
5. Тульчинський
6. Хмільницький

Вінниччина традиційно є лідером агропромислового комплексу України, що доповнює вашу попередню тему про АПК:

- «Цукрова столиця»: Область займає перше місце в Україні за обсягами виробництва цукру та вирощування цукрових буряків.
- Рослинництво: Регіон є потужним виробником зернових культур, соняшнику та фруктів (зокрема, яблук).

- Харчова промисловість: Тут розташовані найбільші потужності з переробки молока, м'яса та виробництва кондитерських виробів (наприклад, кластер «Рошен»).

- Інвестиції: Область стабільно входить у ТОП-рейтинги за рівнем сприятливості ведення бізнесу серед регіонів України.

Герб та прапор Вінницької області (рис. 8.1) поєднують у собі історичні символи Поділля та Брацлавщини:

- Золоте сонце — символ Подільської землі, що уособлює добробут та розквіт.

- Срібний хрест із синім щитком (півмісяцем) — історичний символ Брацлавщини, що вказує на багатовікову боротьбу за віру та свободу.

Вінницька область забезпечує значну частку продовольчої безпеки України, виробляючи близько 8-10% всієї валової продукції сільського господарства країни [54-57].

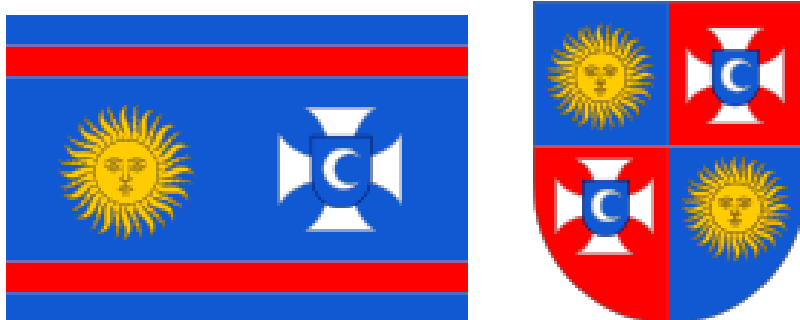


Рисунок 8.1 – Прапор та герб Вінницької області

Вінницька область володіє розгалуженою гідрографічною мережею, що належить до басейнів трьох головних артерій України. Річки регіону мають рівнинний характер із переважно сніговим та дощовим типом живлення.

Розподіл за річковими басейнами:

- Південний Буг (62% території): Головна водна артерія, що перетинає область із північного заходу на південний схід протягом 317 км, розділяючи її навпіл. У межах регіону річка приймає 28 приток (по 14 з кожного боку).

- Найбільші притоки: Соб, Снівода, Постолова (ліві); Згар, Рів, Дохна (праві).
- Дністер (28% території): Протікає вздовж південно-західного кордону з Молдовою та Чернівецькою областю.
- Основні притоки: Мурафа, Немиця, Лядова.
- Дніпро (10% території): Охоплює північно-східну частину області через притоки Рось, Оріхова та Роставиця.

Вінниччина має один із найвищих показників насиченості ставками та водосховищами в Україні, що створює потужну базу для рибництва та енергетики.

- Ставки: Нараховується понад 4850 об'єктів загальною площею понад 24 тис. га.
- Водосховища: Функціонують 52 великих водосховища, ключовими з яких є Ладизинське, Сандрацьке, Сутиське та Дмитренківське.
- Болота: Переважно зосереджені у заплавах річок північної та центральної частин області (долини річок Згар, Рів, Соб та інші) (рис.8.2).



Рисунок 8.2 – Розташування Вінницької області

Такий високий рівень гідрографічного забезпечення є критично важливим для стабільного зрошення сільськогосподарських угідь та розвитку харчової промисловості регіону.

Зведені дані про водний фонд наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Зведені дані про водний фонд Вінницької області

Показник	Значення
Загальна кількість річок	241
Довжина Південного Бугу в межах області	317 км
Кількість ставків	~ 4850
Кількість водосховищ	52

Вінницька область — це стратегічний регіон у центрі України, що займає 4,5% її території. Завдяки своєму розташуванню область виконує роль сполучної ланки між центром, заходом та півднем країни [54-58].

- Державний кордон: На південному заході вздовж Дністра область межує з Республікою Молдова (протяжність кордону — 191 км).
- Центральне розташування: Створює широкі можливості для міжрегіональної співпраці та транзитного автотранспортного сполучення.

Попри вигідне положення, існують чинники, що стримують економічний ріст регіону:

- Інфраструктурний стан: Значна частина автомобільних доріг потребує капітального ремонту; відсутнє пряме залізничне сполучення з низкою обласних центрів на сході та заході країни.
- Логістичні бар'єри: Відсутність виходу до морських портів та значна віддаленість від кордонів із країнами ЄС (порівняно із західними областями).
- Внутрішня віддаленість: Значна кількість населених пунктів розташована на відстані понад 100 км від обласного центру, що ускладнює доступ до адміністративних та соціальних послуг.

Для реалізації транзитного потенціалу Вінниччини пріоритетом є модернізація дорожньої інфраструктури та розширення залізничної мережі.

### 8.3.2 Кліматичні умови та характеристика ґрунтів Вінницької області

Вінницька область характеризується помірно континентальним кліматом. Завдяки м'якій зимі та теплому, вологому літу регіон має одні з найсприятливіших умов для ведення сільського господарства в Україні [54-60].

#### Температурний режим

- Зима: Помірна, середня температура січня коливається від  $-4$  до  $-6$  °С.
- Літо: Тепле, середня температура липня становить  $+18,6...+20,5$  °С.
- Вегетаційний період: Триває близько 200 днів (із температурою понад  $+10$  °С).
- Сума активних температур: Досягає 2700 °С, що дозволяє вирощувати широкий спектр культур — від зернових до теплолюбних технічних рослин.

Річна норма опадів становить 520–590 мм, проте їх розподіл територією нерівномірний:

- Північ та Захід: Найбільш зволожені зони (550–590 мм).
- Південний схід: Посушливіша зона (480–520 мм).
- Сезонність: 70–80% усіх опадів припадає на літній період, часто у вигляді злив.

Регіон періодично стикається з явищами, що можуть ускладнювати роботу транспорту та агросектору:

- Зимовий період: Тумани (до 60 днів), ожеледь та хуртовини.
- Літній період: Грози з градом.
- Специфіка півдня: У південно-східних районах характерними є суховії, що потребує особливих методів збереження вологи у ґрунті.

Територія області поділяється на дві частини:

1. Північно-західна: Волога, помірно тепла зона.
2. Решта території: Тепла, але недостатньо волога зона (потребує уваги до зрошення).

Ключовий висновок: Поєднання тривалого вегетаційного періоду та достатньої суми температур робить Вінниччину ідеальним майданчиком для високопродуктивного рослинництва.

Вінниччина фактично "перемістилася" на 100–150 км на південь за своїми температурними показниками.

- Степ наступає: Південно-східні райони області за рівнем зволоження та температур дедалі більше нагадують умови степової зони (Одещина чи Миколаївщина).
- Сума активних температур: Замість зафіксованих раніше 2700 °С, реальна сума часто перевищує 3000–3100 °С.

## 2. Зміна характеру зим

Зими стали значно м'якшими, але непередбачуванішими.

- Відсутність стійкого снігу: Сніговий покрив часто не тримається довше кількох тижнів, що погіршує наповнення ґрунту вологою навесні.
- Температурні гойдалки: Різкі переходи від "плюса" до сильних морозів (без снігу) створюють ризик вимерзання озимих.

## 3. "Тропічні" літні опади

Попри те, що річна сума опадів (520–590 мм) лишається відносно стабільною, змінився характер їхнього випадіння:

- Зливи замість дощів: Опади випадають у вигляді короткочасних інтенсивних злив. Вода не встигає вбиратися в ґрунт і просто стікає, що призводить до водної ерозії.
- Збільшення бездощових періодів: Тривалість літніх посух збільшилася, що критично для кукурудзи та соняшнику в період цвітіння.

Наслідки для сільського господарства

- Нові культури: Стало можливим масове вирощування сої, сорго та навіть промислового винограду, що раніше було нетиповим для Поділля.
- Зміна термінів: Посівна кампанія тепер починається на 10–14 днів раніше, а збирання врожаю — змістилося на серпень замість вересня.

- Шкідники та хвороби: Через теплі зими виживає більше комах-шкідників, з'являються нові види, притаманні південним регіонам.

В таблиці 8.2 представлені порівняльні дані змін по кліматичним умовам.

Таблиця 8.2 – Порівняльні дані змін по кліматичним умовам

Показник	Було (норма ХХ ст.)	Стало (реальність 2020-х)
Тривалість літа	~90 днів	110–120 днів
Стойкий сніговий покрив	1,5–2 місяці	Епізодично (до 2 тижнів)
Посушливі дні (літо)	10–15 днів	25–40 днів
Вихід весни	Квітень	Березень

Кліматичні зміни змушують аграріїв Вінниччини переходити на вологозберігаючі технології (No-Till, Strip-Till) та активно впроваджувати системи штучного зрошення навіть у тих районах, де раніше вологи було вдосталь.

Вінницька область володіє одним із найбагатших ґрунтових фондів в Україні, що є головним фактором її аграрного лідерства. Понад 70% території області займають родючі чорноземи [54-60].

Завдяки розташуванню в лісостеповій зоні, ґрунти області сформувалися на базі лесових порід і вирізняються високою природною родючістю.

Основні типи ґрунтів:

- Чорноземи (типові та реградовані):
  - Займають понад 50% площі області.
  - Найбільш поширені в центральній та південній частинах (Бершадський, Крижопільський, Чечельницький райони).
  - Вміст гумусу варіюється від 3% до 5%, що забезпечує стабільно високі врожаї зернових та технічних культур.
- Сірі лісові ґрунти:

- Займають близько 25% території, переважно в північних та лісистих районах.
- Поділяються на світло-сірі, сірі та темно-сірі.
- Мають меншу потужність гумусового шару, але добре підходять для садівництва та овочівництва.
- Лучно-чорноземні та алювіальні ґрунти:
  - Зосереджені в долинах річок (Південний Буг, Дністер).
  - Використовуються переважно як сіножаті та пасовища через підвищену вологість.

Попри високий потенціал, ґрунти Вінниччини піддаються значному антропогенному тиску:

- Ерозія: Через горбистий рельєф Подільської височини понад 30% земель є ерозійно небезпечними (змивання родючого шару дощами).
- Дегуміфікація: Інтенсивне вирощування "виснажуючих" культур (соняшник, ріпак) призводить до поступового зниження рівня гумусу.
- Кислотність: У північних районах спостерігається підкислення ґрунтів, що потребує проведення вапнування.

За якісними характеристиками вінницькі чорноземи вважаються одними з найкращих у світі.

Саме завдяки ґрунтам область стабільно посідає 1-ше місце в Україні за валовим збором цукрових буряків та плодоягідної продукції.

Висока якість ґрунтів дозволяє розвивати органічне виробництво з мінімальним використанням хімічних добрив.

### **8.3.3 Чисельність населення Вінницької області**

Адміністративний центр області – місто Вінниця.

Демографічна ситуація у Вінницькій області характеризується поступовим скороченням чисельності населення, що підсилюється міграційними процесами під час війни. Водночас регіон став важливим гуманітарним хабом для переселенців [54-60].

Основні показники на 2024–2025 роки:

- Загальна чисельність: Станом на початок 2022 року в області проживало 1 509 515 осіб. Актуальні офіційні дані за період воєнного стану не публікуються у повному обсязі, проте область залишається в десятці найбільш заселених регіонів України.
- Внутрішньо переміщені особи (ВПО): Станом на кінець 2025 року в області офіційно зареєстровано майже 142 тисячі переселенців. Раніше, на початку 2024 року, ця цифра складала близько 157 тисяч осіб.
- Вінницька громада: У самому обласному центрі та прилеглих селах зареєстровано 356,7 тис. людей, проте з урахуванням незареєстрованих студентів та ВПО реальна кількість населення Вінниці перевищує 415 тисяч.

Демографічна динаміка (2025 рік)

За даними органів РАЦС, за 2025 рік в області зафіксовано такі показники:

- Народжуваність: 7 765 дітей.
- Смертність: 22 141 особа.
- Шлюби: 6 167 нових сімей.
- Розлучення: 1 299 випадків.

Природне скорочення населення залишається високим: кількість померлих майже втричі перевищує кількість новонароджених. Проте область утримує 8-ме місце в Україні за кількістю новонароджених у 2024 році.

Розподіл населення за районами

Після адміністративної реформи 2020 року область поділена на 6 великих районів:

1. Вінницький район — найбільший за чисельністю (включає обласний центр).
2. Гайсинський район
3. Жмеринський район
4. Могилів-Подільський район
5. Тульчинський район

## 6. Хмільницький район

Особливість регіону: Вінницька область має один із найвищих показників частки сільського населення в Україні — близько 48% (станом на початок 2022 року). В області налічується приблизно 1330 сіл.

### Ключові виклики

- Старіння нації: Середній вік населення області становить близько 42 років, що свідчить про демографічне старіння.
- Міграція: Вїзд молоді та працездатного населення за кордон або у великі мегаполіси.
- Вплив війни: Постійні ризики безпеки та економічні труднощі стримують зростання народжуваності.

### 8.3.4 Характеристика зернового сектору АПК Вінницької області

Вінницька область є безумовним лідером зернового сектору України, що забезпечує стабільно високі врожаї завдяки поєднанню родючих чорноземів та впровадження інтенсивних технологій [61-62].

Попри виклики війни та кліматичні аномалії, регіон утримує провідні позиції:

За підсумками 2025 року аграрії намолотили 4,8–5,2 млн тонн зерна, що є одним із найвищих показників в Україні.

Вінниччина часто демонструє рекордну врожайність ранніх зернових, яка у 2025 році досягала 55,6 ц/га (середня по області), а на окремих ділянках пшениці — до 70 ц/га.

Область стабільно входить до ТОП-3 регіонів України за обсягами виробництва зернових та зернобобових культур.

Зернові культури займають близько 40–44% від загальної посівної площі області (приблизно 1,6 млн га).

1. Кукурудза на зерно: Ключова культура регіону, хоча через зміни клімату та цінову кон'юнктуру площі під нею у 2024–2025 роках дещо скоротилися на користь сої.

2. Пшениця (озима та яра): Займає друге місце за площами, забезпечуючи внутрішню продовольчу безпеку та значний експортний потенціал.

3. Ячмінь та овес: Традиційні культури, посів яких у 2025 році розпочався раніше завдяки аномально теплій весні.

4. Круп'яні культури: Область нарощує виробництво гречки та проса, демонструючи приріст врожайності на 19–45% порівняно з минулими роками.

Зерно є основою зовнішньої торгівлі Вінниччини:

- Частка в агроекспорті: Пшениця (16,3%) та кукурудза (14,2%) є критичними товарними позиціями.

- Напрямки: Основними покупцями є країни ЄС (Іспанія, Італія), а також Єгипет та Туреччина.

Сучасні виклики сектору

- Кліматичні зміни: Південні райони області все частіше стикаються із засухами, що змушує аграріїв змінювати структуру посівів або впроваджувати зрошення.

- Логістика та кадри: Брак кваліфікованих працівників через мобілізацію та складність експортних шляхів залишаються основними стримуючими факторами.

Зерновий сектор Вінниччини успішно адаптується до нових умов, зміщуючи акцент з кількості на ефективність та збільшення врожайності за рахунок точного землеробства.

Структура посівних площ основних зернових культур Вінниччини у 2025 році представлена на рис. 8.3.

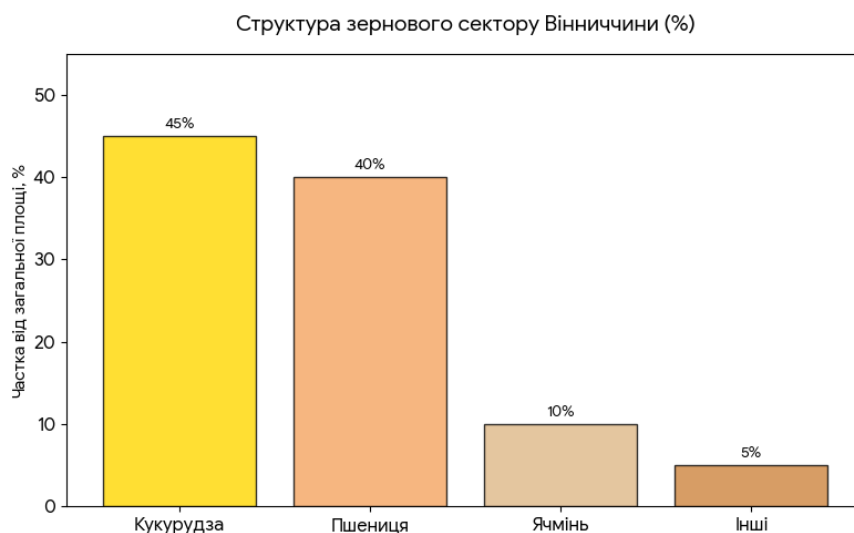


Рис. 8.3 – Структура посівних площ основних зернових культур Вінниччини у 2025 році

На рис. 8.3 чітко виділяються два фаворити агровиробництва області:

- Кукурудза (45%): Є основною експортною культурою, хоча її частка зараз стабілізується через вартість логістики та сушіння.
- Пшениця (40%): Формує основу продовольчої безпеки. Високий відсоток зумовлений відмінною врожайністю на вінницьких чорноземах.
- Ячмінь (10%): Використовується переважно як страхова культура та для внутрішнього тваринництва.
- Інші (5%): Сюди входять нішеві та стратегічні культури — гречка, просо, жито та овес.

Така структура дозволяє Вінницькій області бути найбільш збалансованим виробником зерна, де кукурудза та пшениця фактично ділять лідерство, мінімізуючи ризики від падіння цін на окрему культуру.

Вінницька область стабільно демонструє вищу продуктивність у порівнянні з середньоукраїнськими показниками, що зумовлено високою родючістю чорноземів та інтенсифікацією виробництва.

На рис. 8.4 наведено порівняльний графік врожайності основних культур на основі оперативних даних за 2024–2025 роки.

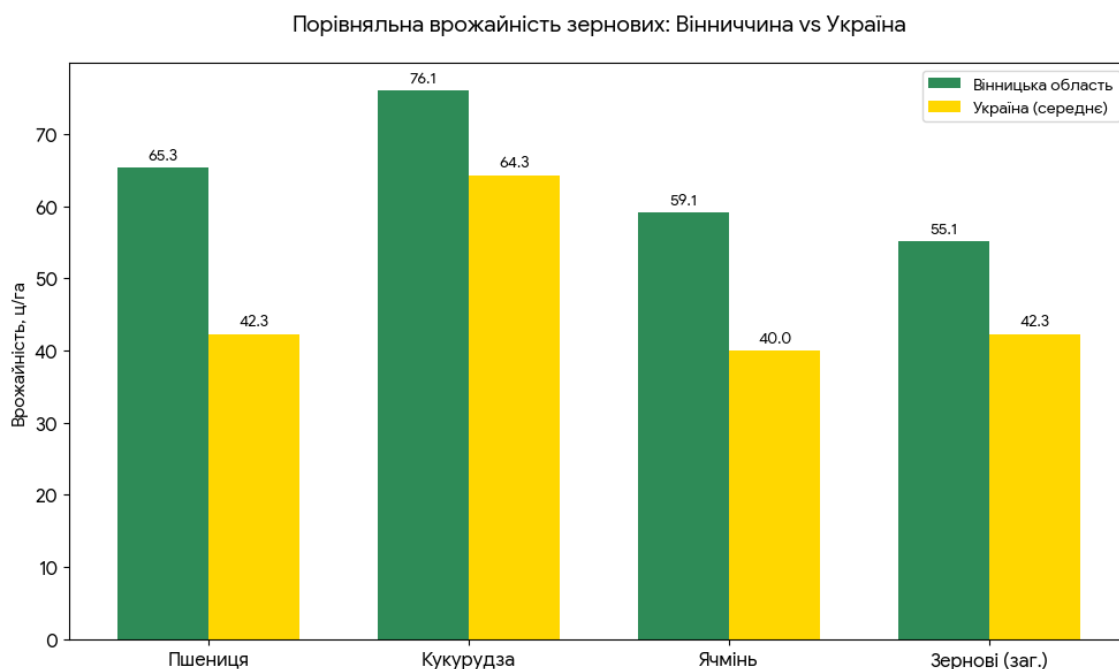


Рис. 8.4 – Порівняльний графік врожайності основних культур Вінницької області на основі оперативних даних за 2024–2025 роки

Дані, представлені на рис. 8.4 свідчать про те, що врожайність озимої пшениці на Вінниччині сягає 65,3 ц/га, що на 54% вище середнього показника по країні (42,3 ц/га). У пікові сезони область здатна давати навіть до 70 ц/га.

Попри посухи, які у 2024 році суттєво знизили врожайність у південних регіонах до 35–40 ц/га, Вінницька область утримала показник на рівні 76,1 ц/га.

Регіон демонструє врожайність ячменю на рівні 59,1 ц/га, тоді як середній показник по Україні коливається в межах 35–47 ц/га залежно від зони.

Висока концентрація великих агрохолдингів, які забезпечують 12% загального доходу агросектору України.

Кліматичний буфер: Хоча посухи стають частішими, центральне розташування області все ще забезпечує кращий баланс опадів порівняно зі степовою зоною.

Згідно з оперативними даними та прогнозами на 2025 рік, Вінницька область демонструє високі показники продуктивності. На рис.8.5 наведено діаграму врожайності для основних сільськогосподарських культур регіону.

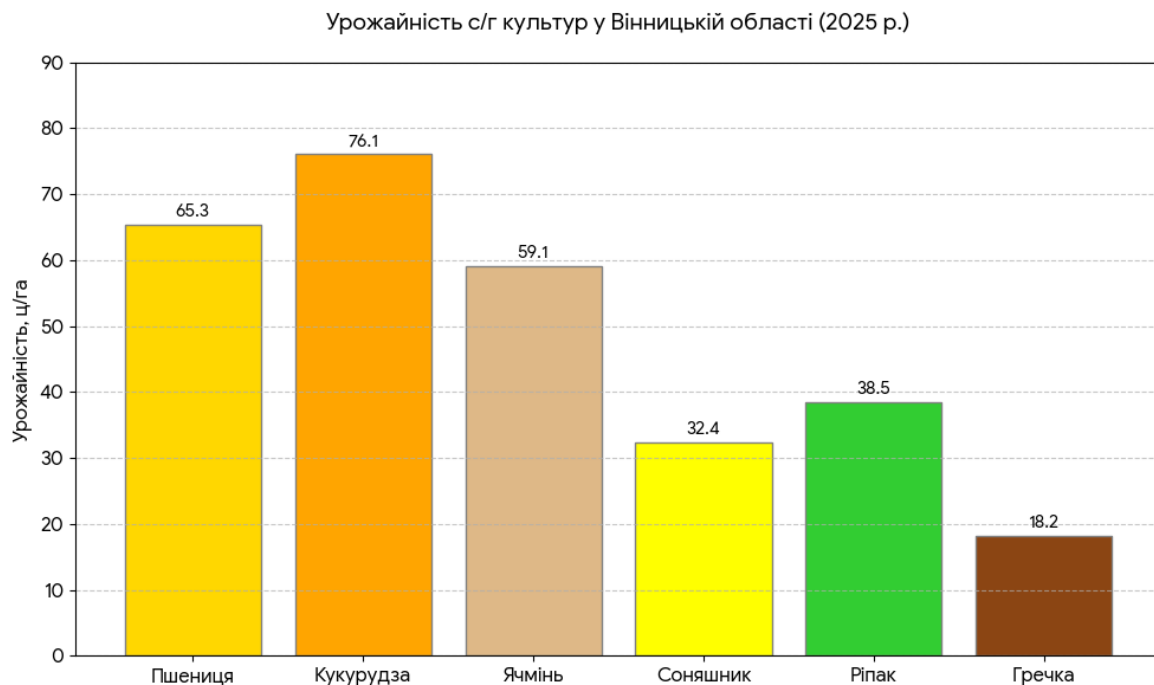


Рис. 8.5 – Урожайність сільськогосподарських культур у Вінницькій області у 2025 році.

Дані, представлені на рис. 8.5 свідчать про те, що кукурудза (76.1 ц/га) залишається лідером серед зернових за врожайністю, хоча показник сильно залежить від серпневих опадів. Пшениця (65.3 ц/га) демонструє стабільно високий результат завдяки успішній перезимівлі та вчасному підживленню навесні. Соняшник (32.4 ц/га) традиційно нижчий показник у центнерах порівняно з зерновими, проте культура має найвищу рентабельність. Гречка (18.2 ц/га) хоча цифра невелика, для цієї культури такий показник на Вінниччині вважається дуже успішним.

Оскільки соя та ріпак є ключовими експортними культурами з високою доданою вартістю, їх показники важливо розглядати окремо. На Вінниччині ці культури демонструють одну з найвищих рентабельностей (рис.8.6).

Урожайність сої та ріпаку на Вінниччині (2025 р.)

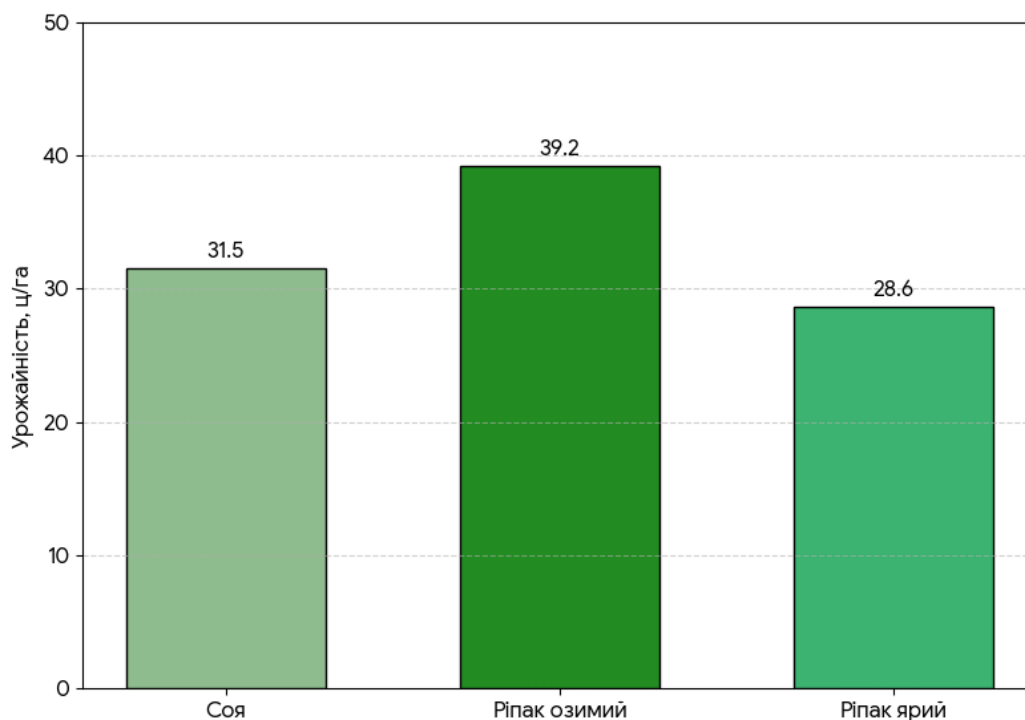


Рис. 8.6 – Урожайності для сої та ріпаку (озимого та ярого) у 2025 році порівняно з середніми показниками по області

Дані, наведені на рис. 8.6 свідчать про те, що Вінниччина нарощує площі під соєю, оскільки вона є чудовим попередником для зернових та має високу ціну на світовому ринку. Показник у 31.5 ц/га є вищим за середньоукраїнський.

Ріпак озимий (39.2 ц/га) це перша "валютна" культура сезону. Висока врожайність зумовлена успішною технологією захисту рослин та сприятливою вологою під час цвітіння.

Ріпак ярий (28.6 ц/га) традиційно дає менший врожай, ніж озимий, але використовується як ефективна страхова культура.

У 2025 році спостерігається тенденція до збільшення площ під соєю на Вінниччині на 10-15% за рахунок скорочення площ під кукурудзою, що пов'язано з меншими витратами на добрива та сушіння.

Підсумкова порівняльна таблиця, яка об'єднує всі ключові показники врожайності на Вінниччині за 2025 рік наведена в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Показники врожайності на Вінничині за 2025 рік

Назва культури	Урожайність, ц/га	Статус відносно середньої по Україні
Кукурудза на зерно	76.1	Вище середнього (лідер галузі)
Пшениця (озима)	65.3	Висока (стабільна якість зерна)
Ячмінь	59.1	Оптимальна
Гречка	18.2	Висока (нішева культура)
Цукровий буряк	535.0	<b>Рекордна</b> (1-ше місце в Україні)
Ріпак озимий	39.2	Висока (експортна стратегія)
Соняшник	32.4	Середня (залежить від вологи)
Соя	31.5	Зростаюча (тренд сезону)

Завдяки врожайності 65+ ц/га, область забезпечує продовольчу безпеку не лише регіону, а й значну частину експорту.

Найвищу прибутковість у 2025 році демонструють соя та озимий ріпак, що стимулює аграріїв збільшувати під ними площі.

### 8.3.5 Характеристика земельних ресурсів Вінницької області

Вінницька область володіє одним із найпотужніших земельних потенціалів в Україні. Це основа її економічного лідерства в аграрному секторі.

Територія області становить 2,65 млн га (4,4% площі України).

Сільськогосподарські угіддя: Займають близько 2 млн га (понад 75% території області).

Розораність: Одна з найвищих у країні — під ріллею перебуває близько 1,7 млн га.

Структура та якість ґрунтів

Земельні ресурси області відзначаються надзвичайно високою природною родючістю:

- Чорноземи (типові та реградовані): Охоплюють близько 60% території. Вміст гумусу становить 3,5–5%, що є ідеальним для вирощування зернових та цукрових буряків.

- Сірі лісові ґрунти: Займають близько 25% площі, переважно у північній частині та на підвищеннях. Сприятливі для садівництва та овочівництва.

- Середній бал бонітету: Землі Вінниччини оцінюються значно вище за середньоукраїнський показник, що робить їх одними з найцінніших у світі.

Використання земель за призначенням

1. Рілля (85% від с/г угідь): Основний ресурс для рослинництва (зернові, олійні, технічні культури).

2. Пасовища та сіножаті: Розташовані переважно в долинах річок (Південний Буг, Дністер).

3. Багаторічні насадження: Сади та ягідники, за площею яких область є одним із лідерів України.

4. Землі лісового фонду: Займають близько 13% території області.

Попри високу якість, земельні ресурси потребують захисту:

- Водна ерозія: Через горбистий рельєф Подільської височини значна частина земель (понад 30%) піддається вимиванню родючого шару.

- Дегуміфікація: Інтенсивна експлуатація ґрунтів без належного внесення органічних добрив призводить до поступового зниження частки гумусу.

- Техногенне навантаження: Навколо великих промислових центрів (Вінниця, Ладизин) спостерігається часткове забруднення ґрунтів.

Земельні ресурси Вінниччини мають найвищу в Україні інвестиційну привабливість завдяки поєднанню якості ґрунту, клімату та розвиненої інфраструктури.

### 8.3.6 Характеристика підприємств елеваторної галузі, які знаходяться у

Вінницькій області

Земельні ресурси Вінниччини мають найвищу в Україні інвестиційну привабливість завдяки поєднанню якості ґрунту, клімату та розвиненої інфраструктури [61-62].

Вінницька область є одним із лідерів України за потужністю зберігання зерна. Елеваторна мережа регіону є критично важливою ланкою, що забезпечує логістику між полем та кінцевим споживачем (експортом).

В області функціонує понад 80 сертифікованих елеваторів.

Загальна потужність зберігання: Перевищує 5,5–6 млн тонн одночасного зберігання (один із найвищих показників в Україні).

Типи підприємств представлені як величезними лінійними елеваторами агрохолдингів, так і невеликими фермерськими зерносховищами та портовими терміналами на Дністрі.

На Вінниччині зосереджені потужності провідних агрохолдингів:

1. МХП (Миронівський хлібопродукт): Володіє низкою потужних об'єктів, зокрема в Ладижині та Гайсині. Це високотехнологічні комплекси, інтегровані у власне виробництво кормів.
2. Група «Епіцентр Агро»: Один із лідерів регіону. Компанія провела масштабну реконструкцію Вінницького елеватора (один із найбільших у Європі, потужність — до 375 тис. тонн). Також мають потужні хаби у Вапнярці та Немирові.
3. Агропросперіс (NCH): Має розгалужену мережу лінійних елеваторів по всій області для закупівлі та відвантаження зерна на експорт.
4. Вінницька агропромислова група: Потужний локальний гравець із сучасними комплексами (Вінниця, Гнівань).

Сучасні елеватори області виконують повний цикл підготовки зерна:

- Очищення та сушіння: Більшість терміналів оснащені потужними зерносушарками (наприклад, Brice-Baker або Law), що критично для кукурудзи.
- Автоматизація: Використання систем контролю температури та вологості в режимі реального часу.

- **Залізничне сполучення:** Понад 70% великих елеваторів мають власні залізничні колії та статус "маршрутних", що дозволяє швидко відправляти ешелони зерна в порти.

Через дефіцит електроенергії підприємства масово встановлюють потужні генератори та переходять на альтернативне паливо для сушарок (пелети, щепи).

Спостерігається тренд на будівництво переробних заводів безпосередньо при елеваторах (виробництво борошна, комбікормів, олії).

Збільшується роль Могилів-Подільського напрямку для експорту зерна автотранспортом та залізницею в бік Молдови та Румунії (порт Галац).

Вінницька область має найбільший у країні "елеваторний хаб", що дозволяє зберігати до 25% усього врожаю кукурудзи України.

В таблиці 8.3 наведено перелік найбільш потужних та технологічно розвинених елеваторів Вінницької області. Регіон є унікальним, оскільки тут розташовані одні з найбільших «сухопутних» зерноскладів Європи.

Таблиця 8.3 – Найбільш потужні та технологічно розвинені елеватори Вінницької області

Назва об'єкта	Власник / Компанія	Потужність (тис. тонн)	Особливість
Вінницький елеватор	Епіцентр Агро	375	Один із найбільших у Європі; має власну залізничну гілку.
Вапнярський елеватор	Епіцентр Агро	200	Потужний вузол на півдні області (Томашпільський напрямок).
Ладжинський елеватор	МХП	180	Інтегрований у виробничий цикл найбільшого в Україні птахокомплексу.
Немирівський елеватор	Епіцентр Агро	110	Сучасний маршрутний елеватор із високою швидкістю відвантаження.
Гніванський елеватор	Вінницька агропром. група	100	Ключовий об'єкт для зберігання продовольчої пшениці.

Характеристика інших значущих об'єктів:

- Вендичанський елеватор (Епіцентр Агро): Потужність — 95 тис. тонн. Знаходиться в Могилів-Подільському районі, є стратегічним для експорту в сторону Молдови та Румунії.

- Бершадський елеватор (МХП): Спеціалізується на зберіганні кукурудзи та соняшнику, забезпечуючи потреби південно-східних районів.

- Елеватори групи «Агропросперіс»: Компанія володіє мережею середніх лінійних елеваторів (Жмеринка, Козятин) загальною потужністю понад 300 тис. тонн.

Ці об'єкти важливі по наступним критеріям:

- Маршрутні відвантаження: Більшість перелічених елеваторів можуть завантажити цілий ешелон (54 вагони) за 24–48 годин.

- Потужні сушарки: Враховуючи "кукурудзяну" специфіку області, ці об'єкти здатні приймати та сушити до 3–5 тис. тонн вологого зерна на добу.

- Лабораторний контроль: Кожен об'єкт оснащений сучасними лабораторіями, що визначають клас зерна за лічені хвилини (вміст клейковини, білка, олійність).

Останні два роки елеватори області активно інвестують у біопаливні котли (працюють на відходах очищення зерна чи пелетах), щоб не залежати від постачання газу та електрики.

Вінницька область має одну з найгустіших залізничних мереж в Україні. Це ключова перевага, що дозволяє аграріям області бути "мобільними" та швидко відвантажувати зерно до морських портів або до західних кордонів.

Ключові залізничні вузли регіону

Через область проходять стратегічні магістралі, що з'єднують Київ, Одесу, Львів та країни ЄС.

1. Козятин: Один із найбільших залізничних вузлів України. Розподіляє потоки зернових вантажів у чотирьох напрямках: Київ (північ), Одеса (південь), Львів (захід), Подільськ (південний захід).

2. Жмеринка: Головний "шлюз" для експорту в бік Молдови та Румунії. Звідси йде пряма гілка на Могилів-Подільський, яка стала критично важливою після блокади морських портів.
3. Вінниця: Основний логістичний центр для потужних елеваторів, розташованих в обласному центрі та прилеглих районах.
4. Вапнярка: Важливий вузол на шляху до Одеси. Забезпечує відправку зерна з південних районів області (Крижопіль, Томашпіль).

#### Специфіка агрологістики області

- Маршрутні станції: Понад 15 залізничних станцій області мають статус "маршрутних". Це означає, що вони здатні прийняти та завантажити повний склад із 54 зерновозів за один цикл.
- Прикордонний перехід "Могилів-Подільський — Окниця". Це стратегічний вихід на молдовську залізницю. Дозволяє доставляти вінницьке зерно в порти Дунайського кластеру (Рені, Ізмаїл) та румунський порт Галац.

#### **Висновки та рекомендації до розділу 8**

На основі проведеного аналізу природних ресурсів, економічного потенціалу та інфраструктури Вінницької області можна зробити такі ключові висновки:

Область є «локомотивом» АПК України, займаючи перші місця у виробництві цукру, гречки та фруктів.

Завдяки унікальним чорноземам (понад 60% території) та високому бонітету ґрунтів, врожайність зернових на Вінниччині стабільно перевищує середньоукраїнські показники на 30–50%.

Зерновий сектор формується двома фаворитами — кукурудзою та пшеницею, проте у 2025 році спостерігається чіткий тренд на збільшення площ під високорентабельними олійними культурами (соя, ріпак).

Область є «мостом» між центром, заходом та півднем України, що робить її ідеальним транзитним хабом.

Наявність потужних вузлів (Козятин, Жмеринка) та прикордонного переходу з Молдовою забезпечує прямий вихід на порти Дунаю та ЄС, мінімізуючи логістичні витрати аграріїв.

Регіон має один із найпотужніших у Європі комплексів зберігання зерна (понад 5,5 млн тонн), що дозволяє керувати світовими товарними потоками.

Глобальне потепління фактично «перемістило» область у степову зону, збільшивши суму активних температур до 3000 °С. Це дозволяє вирощувати теплолюбні культури, але вимагає негайного впровадження вологозберігаючих технологій (No-Till) та зрошення, особливо в південних районах.

Область стала безпечним прихистком для понад 140 тисяч внутрішньо переміщених осіб, що частково компенсує природне скорочення населення та забезпечує ринок праці новими кадрами.

Збереження високої частки сільського населення (майже 50%) є критичним ресурсом для подальшого розвитку фермерства та переробної промисловості.

Головним викликом та перспективою для Вінниччини є перехід від простого експорту зерна до глибокої переробки безпосередньо в межах області.

Використання біоенергетики та цифровізація (AgroTech) є ключовими інструментами, що дозволять регіону зберегти конкурентоспроможність у наступному десятилітті.

Вінницька область — це найбільш збалансований аграрно-індустріальний регіон України з колосальним запасом міцності, який здатен забезпечити не лише національну, а й глобальну продовольчу стабільність.

## 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 ( $Ч_p^0$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ( $Ч_{TM}$ ):

$$Ч_p^0 = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при  $Ч_{TM} = 0,55$ ):

$$Ч_p^0 = 11,0 \times 0,55 = 7 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $Ч_p^Д$ ) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^Д = Ч_p^0 \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^Д = 7 \times 0,25 = 2 \text{ особи}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ( $Ч_p$ ) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^0 + Ч_p^Д. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 7 + 2 = 9 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників підприємства у табл. 9.1.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
Розробив		Олійник Є.В.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Басюркіна Н.Й.						
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ТЗХ-416		

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуємого елеватору складає 7 чоловік.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	9
Керівники, фахівці	20	3
ВСЬОГО	100	12

## 9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ( $O_{\text{ПР}}$ ) визначають як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею.

Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ( $O_{\text{РП}}$ ) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн,} \quad (9.4)$$

де  $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$  – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн;

$T_{\text{РП}}$  – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

### 9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проєкту зводимо у табл. 9.2. Зазначимо, що в даному проєкті нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.2 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орп <sup>Н</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орп, тис. грн 4 = 2 x 3
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,0	-	-
- ранніх культур:	8,0		
- власного, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	80,62x1,0	161,24
- ячмінь	2,0	80,62x1,0	161,24
- поклажодавця, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	104,80x1,0	161,24
- ячмінь	2,0	104,80x1,0	161,24
- пізніх культур:	3,0		
- власного, в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	80,62x1,0	120,93
- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	104,8x1,0	157,2
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	11,0	-	-
- ранніх культур:	8,0		
- власного, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	100,77x1,00	201,54
- ячмінь	2,0	100,77x1,00	201,54
- поклажодавця, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	131,00x1,00	262
- ячмінь	2,0	131,00x1,00	262
- пізніх культур:	3,0		
- власного, в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	100,77x1,0	161,23
- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	131,00x1,00	196,5

Продовження табл. 9.2

Зберігання зерна ( $E_{\text{ел}} \times 330$ діб): в тому числі:	11,0x330=3630	-	-
- власного	1815,0	2,41	4374,15
- поклажодавця	1815,0	3,14	5699,1
Очищення зерна:	11,0	-	-
- власного	5,5	18,14	99,77
- поклажодавця	5,5	23,58	129,69
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	8,0x0,5=4,0	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_1$	4,0	-	-
- власного	2,0	20,15	40,3
- поклажодавця	2,0	26,20	52,4
Сушіння зерна пізніх культур $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	3,0x0,5=1,5	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times \alpha_1$	1,5	-	-
- власного	0,75	20,15	15,11
- поклажодавця	0,75	26,20	19,65
Всього, в тому числі:	-	-	12734,79
- власного	-	-	5537,05
- поклажодавця	-	-	7197,74

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховується, виходячи з даних табл. 2.4 і терміну роботи елеватора 330 діб на рік.

При визначенні кількості аналізованих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок робимо окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (Т) визначають за формулою:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де  $A_{пр}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_T$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{п} = 11000 / 20 = 550 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{вп}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{вп} = A_{впр} / E_T, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де  $A_{впр}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на один вид транспорту, тонн

$$T_{вп} = 11000 / 20 = 550 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ( $\Sigma T_{лаб}$ ) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{лаб} = (T_{п} + T_{вп}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів [22].

$$\Sigma T_{лаб} = (550 + 550) \times 1,10 = 1210 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ( $BA_{лаб}$ ) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{лаб} = \Sigma T_{лаб} \times C_{лаб.}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де  $C_{лаб.}$  – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, грн/од. середню пробу.

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати:

$$N_{пс} = 330 \times П_{пд}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$П_{пд}$  – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од.

Приймаємо  $P_{\text{пд}} = 2$  од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 13587,05 тис. грн (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, $O_{\text{РП}}$ , тис. грн
<b>Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:</b>	12734,79
- власного зерна	5537,05
- зерна поклажодавця	7197,74
<b>Послуги лабораторії, всього в тому числі:</b>	852,26
- власного зерна	370,55
- зерна поклажодавця	481,71
<b>Всього</b>	13587,05
- власного зерна	5907,60
- зерна поклажодавця	7679,45

#### 9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{\text{Р}}^{\text{ОД}} = T_{\text{РП}} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де  $T_{\text{РП}}$  – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

$P$  – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймаємо на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{\text{РР}}$ ) за формулою:

$$C_{\text{РР}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{Н}} \times C_{\text{Р}}^{\text{ОД}}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де  $C_p^{OD}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проєкті закладемо середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 104,80 / (1,0 + 0,3) = 80,62 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{PI}^H$ , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, $C_p^{OD}$ , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, $C_p^P$ , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,0	-	-
- ранніх культур:	8,0		
- власного, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	80,62x1,0	161,24
- ячмінь	2,0	80,62x1,0	161,24
- поклаждавця, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	80,62x1,0	161,24
- ячмінь	2,0	80,62x1,0	161,24
- пізніх культур:	3,0		
- власного, в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	80,62x1,0	120,93
- поклаждавця (50 %), в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	80,62x1,0	120,93
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	11,0	-	-
- ранніх культур:	8,0		
- власного, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	100,77x1,00	201,54
- ячмінь	2,0	100,77x1,00	201,54
- поклаждавця, в тому числі:	4,0	-	-
- пшениця	2,0	100,77x1,00	201,54
- ячмінь	2,0	100,77x1,00	201,54
- пізніх культур:	3,0		

- власного, в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	100,77x1,0	161,23

#### Продовження табл. 9.4

- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,5	-	-
- кукурудза	1,5	100,77x1,0	161,23
Зберігання зерна ( $C_{ел} \times 330$ діб): в тому числі:	$11,0 \times 330 = 3630$	-	-
- власного	1815,0	2,41	4374,15
- поклажодавця	1815,0	2,41	4374,15
Очищення зерна:	11,0	-	-
- власного	5,5	18,14	99,77
- поклажодавця	5,5	18,14	99,77
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A_{пр}^a (ранніх) \times (\alpha_1)$	$8,0 \times 0,5 = 4,0$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{пр}^a (ранніх) \times \alpha_1$	4,0	-	-
- власного	2,0	20,15	40,30
- поклажодавця	2,0	20,15	40,30
Сушіння зерна пізніх культур $A_{пр}^a (пізніх) \times (\alpha_1)$	$3,0 \times 0,5 = 1,5$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{пр}^a (пізніх) \times \alpha_1$	1,5	-	-
- власного	0,75	20,15	15,11
- поклажодавця	0,75	20,15	15,11
Лабораторний аналіз зерна, всього у тому числі:	1,21	-	-
- власного	0,605	583,45	15,11
- поклажодавця	0,605	583,45	15,11
Оформлення складського свідоцтва, всього у тому числі:	0,66	-	-
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	53,21	17,56
Всього, в тому числі:	-	-	11215,68
- власного	-	-	5607,84
- зерна поклажодавця	-	-	5607,84

#### 9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $P_P$ ) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$P_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де  $\Sigma O_{RP}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 10.3);

$\Sigma C_{P^P}$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг ( $P_P$ ) покладавцям на міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$P_P = 13587,05 - 11215,68 = 2371,37 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ( $P_P^B$ ) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$P_P^B = \Sigma(O_{RP}^H \text{ відпуску}_i \times C_i) - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де  $O_{RP}^H \text{ відпуску}_i$  – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна і-тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. тонн.

$C_i$  – ціна 1 тонни зерна і-тої культури, грн/тонну.

$\Sigma C_{P^B}$  – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_{P^B} = 5,5 \times 10500 / 1,3 = 44423,08 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_P^B = \Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску}_i \times C_{cp} - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де  $\Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску}_i$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис. тонн.

$C_{cp}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Вінницької області середня ціна купівлі складає 10500 грн. за 1 тонну зерна у січні 2026 р.

$$P_P^B = 5,5 \times 10500 - 44423,08 = 13326,92 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (П) дорівнюватиме:

$$\text{П} = \text{П}_р + \text{П}_р^в, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу значення:

$$\text{П} = 2371,37 + 13326,92 = 15698,29 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \text{П} - \text{П} \times \text{СтП}, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 15698,29 - 0,18 \times 15698,29 = 12872,60 \text{ тис. грн.}$$

## 10.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначаємо за формулою:

$$I = I_{\text{Буд}} + I_{\text{Уст}} + T + M + V_{\text{Н}} + V_{\text{З}} + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

де  $I_{\text{Буд}}$  – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{Уст}}$  – вартість придбання устаткування, тис. грн;

$T$  – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$M$  – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{Н}}$  – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{З}}$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

$D$  – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔОК – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проєктування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = ПЗ \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де ПЗ– передбачена проєктом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$  – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ( $I_{\text{ПИТ}}$ ) прийmemo на рівні 80 дол. США (3463,20 грн) на тонну місткості міні-елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 10.02.2026 р. 43,29 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 11,0 \times 3463,20 = 38095,2 \text{ тис. грн}$$

### **9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій**

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \quad \%, \quad (9.19)$$

$$R = (12872,60 : 38095,2) \times 100 = 33,8 \%$$

### **9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій**

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (10.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 38095,2 / 12872,60 = 2,9 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватора дорівнює 2,9 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

### **9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту**

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.5.

Таблиця 9.5 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	11,0
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	13587,05
3.	Чисельність працівників, осіб	12
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1132,25
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	11215,68
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5)	2371,37
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	13326,92
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	12872,60
9.	Інвестиції, тис. грн	38095,2
10.	Строк окупності інвестицій, роки	2,9
11.	Рентабельність інвестицій, %	33,8

### **Висновки до розділу 9**

Виявлений у Вінницькій області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 804,36 тис. тонн робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 11,0 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 38095,2 тис. грн.

Впровадження нового проєкту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 13587,05 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 11215,68 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 12 осіб, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1132,25 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 2371,37 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 13326,92 тис.грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12872,60 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 38095,2 тис. грн протягом 2,9 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 33,8 %.

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

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого дипломного проєкту будівництва нового міні-елеватора на 11,0 тис. тонн у Вінницькій області.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У ході виконання кваліфікаційної роботи встановлено, що аграрний потенціал України демонструє стабільне зростання завдяки впровадженню інноваційних технологій та сучасних методів управління. Зернове виробництво є фундаментом сільського господарства, що визначає спеціалізацію економічних районів та забезпечує сировиною суміжні галузі (тваринництво, переробну промисловість). Питома вага зернових культур у структурі посівних площ становить близько 50%, що підкреслює стратегічне значення галузі для продовольчої безпеки. Позитивна динаміка врожайності дозволила Україні зміцнити позиції ключового експортера на світовому ринку, а потенціал валового збору на рівні 80 млн тонн є цілком досяжним за умови подальшої модернізації сектору.

Проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Вінницької області, і на основі цього обґрунтована необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 11,0 тис. тонн у Вінницькій області.

Складена до схеми таблиця ходів основних норій дозволяє оцінити гнучкість робочої схеми руху зерна і відходів і свідчить про її гнучкість, тому що більше 90 % технологічних операцій можуть бути виконані не менш ніж двома норіями.

На основі проведеного аналізу природних ресурсів, економічного потенціалу та інфраструктури Вінницької області встановлено, що область є «локомотивом» АПК України, займаючи перші місця у виробництві цукру, гречки та фруктів.

Завдяки унікальним чорноземам (понад 60% території) та високому бонітету ґрунтів, врожайність зернових на Вінниччині стабільно перевищує середньоукраїнські показники на 30–50%.

Зерновий сектор формується двома фаворитами — кукурудзою та пшеницею, проте у 2025 році спостерігається чіткий тренд на збільшення площ під високорентабельними олійними культурами (соя, ріпак).

Область є «мостом» між центром, заходом та півднем України, що робить її ідеальним транзитним хабом.

Наявність потужних вузлів (Козятин, Жмеринка) та прикордонного переходу з Молдовою забезпечує прямий вихід на порти Дунаю та ЄС, мінімізуючи логістичні витрати аграріїв.

Регіон має один із найпотужніших у Європі комплексів зберігання зерна (понад 5,5 млн тонн), що дозволяє керувати світовими товарними потоками.

Виявлений у Вінницькій області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 11,0 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 38095,2 тис. грн.

Впровадження нового проєкту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 13587,05 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 11215,68 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 12 осіб, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1132,25 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 2371,37 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 13326,92 тис. грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12872,60 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 38095,2 тис. грн протягом 2,9 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 33,8 %.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження роботи. Це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого дипломного проєкту будівництва нового міні-елеватора на 11,0 тис. тонн у Вінницькій області.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Україна завершила збір врожаю: обсяг виробництва зернових – близько 60 млн т <https://forbes.ua/news>
2. Україна у 2025 році зібрала до 75 млн тонн зернових та олійних – другий результат у ЄС <https://latifundist.com/>
3. Держстат підбив підсумки урожаю 2023 року <https://agroportal.ua/news>
4. В Україні оприлюднено підсумки виробництва основних зернових культур за 2024/25 МР, Дані довідника «Агробізнес України» <https://superagronom.com/news>
5. Муха М., Воробйова І. Проблеми експорту зерна через ЄС та потужностей зберігання в Україні. URL: <https://elevatorist.com/blog/read/761eksport-cherez-suhoputni-shlyahi-do-yes-mojlivosti11>.
6. Лобас М. Г. Розвиток зернового господарства / М. Г. Лобас. – К. : 1997. – 448 с.
7. Саблук П. Т. Основи організації сільськогосподарського ринку / П. Т. Саблук, Д. Я. Карич, Ю. С. Коваленко. – К., 1997. – 188 с.
8. Лозинська Т. М. Національний продовольчий ринок в умовах глобалізації : [моногр.] / Т. М. Лозинська. – Х. : Вид-во ХарПІ НАДУ «Магістр», 2007. – 272 с.
9. Майстро С. В. Національний аграрний ринок в умовах глобалізації: механізм державного регулювання : [моногр.] / С. В. Майстро. – Х. : Вид-во ХарПІ НАДУ «Магістр», 2009. – 240 с.
10. Всемирный индекс продовольственных цен снизился [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : [http://forbes.ua/news/1341837-vsemirnyj-indeks-prodovolstvennyh-censnizilsya?utm\\_medium=newsnet=korrespondent.net](http://forbes.ua/news/1341837-vsemirnyj-indeks-prodovolstvennyh-censnizilsya?utm_medium=newsnet=korrespondent.net)
11. Крупнейшие зернотрейдеры Украины [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : [http://www.agroua.net/news/news\\_24610.html](http://www.agroua.net/news/news_24610.html).

12. Закон України “Про зерно та ринок зерна в Україні” від 04.08.2002 р. № 37-IV [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
13. Сільське господарство України : Стат. щоріч. за 2011 рік / за заг. кер. Ю. М. Остапчука ; Держкомстат України. – К., 2012. – 386 с.
14. Грідін О.В. Зернопродуктовий підкомплекс України: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2017. № 1. С. 21-27.
15. Система післязбирального зберігання зерна. <https://agroexpert.ua/systemy-pisliazybralnoho-zberihannia-zerna/>
16. Грідін О.В. Сучасний стан та тенденції розвитку сфер виробництва, переробки та реалізації зерна: український та загальносвітовий контекст. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2018. № 3 (14). С. 60-68. URL: [http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/14\\_2018/11.pdf](http://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/14_2018/11.pdf)
17. Шевченко Ю. Ефективний елеватор-2021: про перспективи без краватки // АПК-Информ. - № 6 (84).
18. Чубук Л. Інвестування у зерносховища: порівняння та вибір альтернативних варіантів / Л. Чубук // Глобальні та національні проблеми економіки
19. Кривенко О. Перспективи елеваторної галузі України: автоматизація та централізація технологій. Агробізнес сьогодні. № 5 (396). – с. 106-108
20. Артеменко Л., Мариненко Н., Крамар І., Гац Л. Продовольча безпека України в умовах військової агресії: стан та перспективи. Соціально-економічні проблеми і держава (електронний журнал). 2023. Вип. 1 (28). С. 115-128.
21. Статистичний щорічник України за 2023 рік. Київ. Державна служба статистики України. 2023. 269 с. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/11/year\\_23\\_u.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf)

22. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з освітнього компонента «Інноваційний менеджмент» для здобувачів СВО «Магістр» зі спеціальності G 13 «Харчові технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укладачі: Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д. Одеса : ОНТУ, 2025. – 48 с.

23. Дослідження ринків <https://pro-consulting.ua/ua>

24. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання/ Укладачі Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова. — Одеса: ОНАХТ, 2018. – 52 с.

25. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Інноваційні технології галузі з КП" : для студентів СВО "магістр" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" освіт.-проф. програми "Технології зберігання і переробки зерна" ден. і заоч. форм навчання / А. К. Кац, Л. Д. Дмитренко, Г. М. Станкевич. Одеса : ОНАХТ, 2021. — 57 с.

26. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу "Технологічний інжиніринг підприємств по зберіганню і переробці зерна" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. та заоч. форм навчання / Л. О. Валевська, Т. В. Страхова, О. Г. Соколовська: ОНТУ, 2022. — 31 с.

27. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з курсу "Технології харчових виробництв: Технологія зберігання і переробки зерна". Розділ "Технологія зберігання зерна" [Електронний ресурс] : для студентів СВО "Бакалавр" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / А. К. Кац, Г. М. Станкевич, Л. О. Валевська ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 11 с.

28. Інструкція про порядок ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його перероблення на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах незалежно від форм власності і господарювання.

29. Силоси для зберігання зерна. [https://riela.com.ua/sylosy-dlya-zerna-s-ploskym-dnyshhem/?gad\\_source](https://riela.com.ua/sylosy-dlya-zerna-s-ploskym-dnyshhem/?gad_source)

30. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст] : підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : НУХТ, 2014. — 530 с.

31. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту “Електрозабезпечення та енергозбереження” для технологічних спеціальностей / Укладачі П.М. Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – 15 с.

32. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. – Львів: “Новий світ-2000”, 2007. – 500 с

33. Електрообладнання енергетичних установок [Електронний ресурс] : консп. лекцій / Ю. В. Байдак ; МОН України, Одес. нац. акад. харч. технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2017. — 70 с.

34. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту "Проектування та реконструкція елеваторів". Розд. "Вентиляція" [Текст] : для спец. 7.090701 / Г. К. Бондарев. — Одеса : ОНАХТ, 2006. — 45 с.

35. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. – 2014р. – с. 130

36. Гапонюк О.І. Методичі вказівки до виконання розділу дипломного проекту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101 ден. та заоч. форм навчання

[Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Уляницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

37. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк. Т.І. та ін Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник / О.І. Шаповаленко, О.О. Євтушенко, Т.І. Янюк, В.А. Почеп; [Під редакцією проф. Шаповаленко О.І.]. – Стереотипне видання. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. – 416 с.

38. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=83211](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211)

39. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. Дата початку дії – 01.12.2007

40. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Дата початку дії – 01.08.2011

41. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)

42. НПАОП 0.00-1.64-77 Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів

43. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Дата початку дії - 01.04.2012

44. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення. Дата початку дії – 01.01.1995

45. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

46. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. Дата початку дії – 01.02.2009

47. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
48. Козак О. А., Грищенко О. Ю. Розвиток зернової галузі України на сучасному етапі. Економіка АПК. 2016. № 1. С. 38–47.
49. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: Навчальний посібник /Г.М. Станкевич, А.К. Кац, Т.В. Страхова, Л.К. Овсянникова, І.М. Буценко, Л.Д. Дмитренко. – Одеса: КП ОМД, 2022 – 154 с.
50. Лагодієнко В. В., Богданов О. О., Лагодієнко В. В. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. Український журнал прикладної економіки. 2019. № 3. С. 297-308.
51. Занько М. Правильний контроль зерна під час зберігання / М. Занько // Пропозиція. – 2015. – С. 104 – 107
52. Елеваторна галузь: на вістрі проблем // Агромакет. 2018. - № 13. – с. 15
53. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація / Ільчук М. М., Коновал І. А., Барановська О. Д., Євтушенко В. Д. Економіка АПК. 2019. № 4. С. 29-38.
54. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. Економіка АПК. 2018. № 5. С. 5–14.
55. [.https://uk.wikipedia.org/wiki/Вінницька область](https://uk.wikipedia.org/wiki/Вінницька_область)
56. Ємність внутрішнього споживчого ринку сільськогосподарської продукції та продовольства : монографія / О. М. Шпичак, Ю. О. Лупенко, В. М. Жук та ін. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2013. 186 с.
57. <https://www.vin.gov.ua/> Офіційний вебсайт Вінницької обласної військової адміністрації
58. Малі міста України. Вінницька область: бібліогр. покажч. / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комун. госп-ва України, Держ. наук. архітектур.-буд. б ка ім. В. Г. Заболотного; уклад.: Д. О. Мироненко, С. М. Кайнова, О. В. Углова ; редкол.: Г. А. Войцехівська — Київ: ДНАББ ім. В. Г. Заболотного, 2016. — 343 с.

59. Я. В. Верменич. Вінницька область // Енциклопедія історії України : Інститут історії України НАН України. — К. : Наукова думка, 2003. — Т. 1 : А — В. — С. 565. КРМ.ТЗіК.1.20-03.ІІ.3.21 Арк.

60. О. Г. Домбровський. Енциклопедія сучасної України . НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2005. — Т. 4 : В — Вог. — 700 с.

61. Стратегія збалансованого регіонального розвитку Вінницької області на період до 2027 року  
[https://vinrada.gov.ua/upload/files/7sklikannya/42pozases/921\(1\).pdf](https://vinrada.gov.ua/upload/files/7sklikannya/42pozases/921(1).pdf)

62. Стратегія  
Вінниччини <https://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/ODA/strategy/strategy2027.pdf>

**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**  
**на тему:**  
**«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис.т**  
**у Вінницькій обл.»**

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.16			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Олійник Є.В.			<i>Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т у Вінницькій обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.				ОНТУ, Гр. ТЗХ-41 б		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

Кафедра Технології зерна і комбікормів

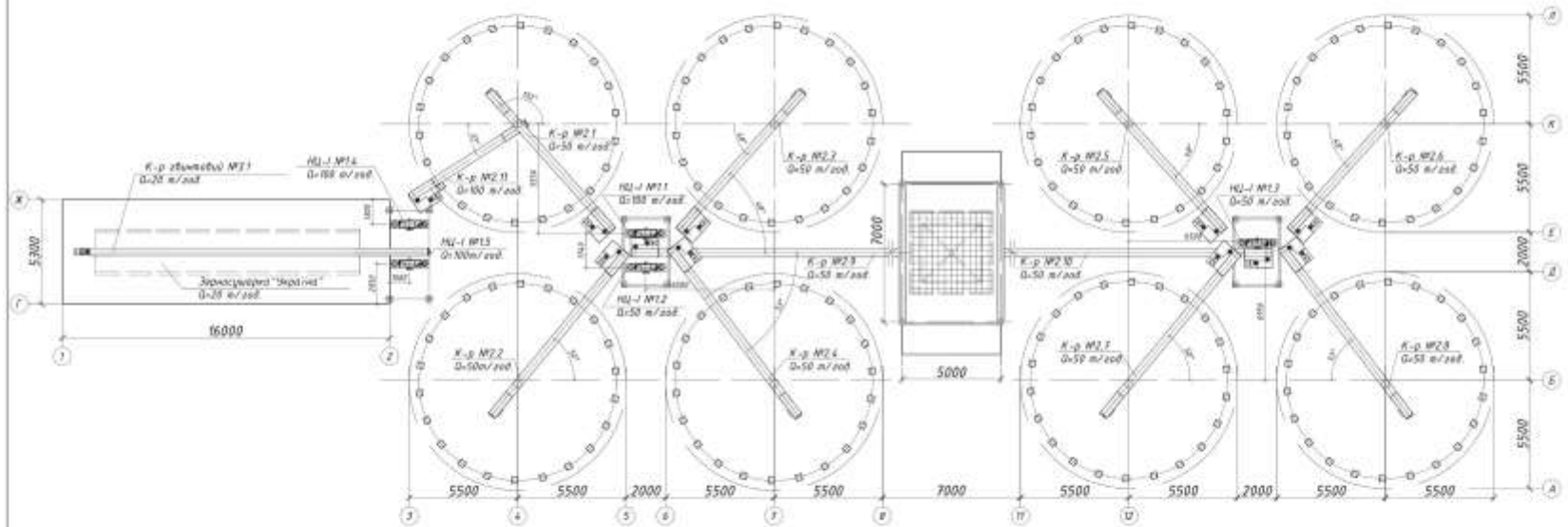


Кваліфікаційна робота бакалавра  
на тему:

«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,0 тис. т  
у Вінницькій обл.»

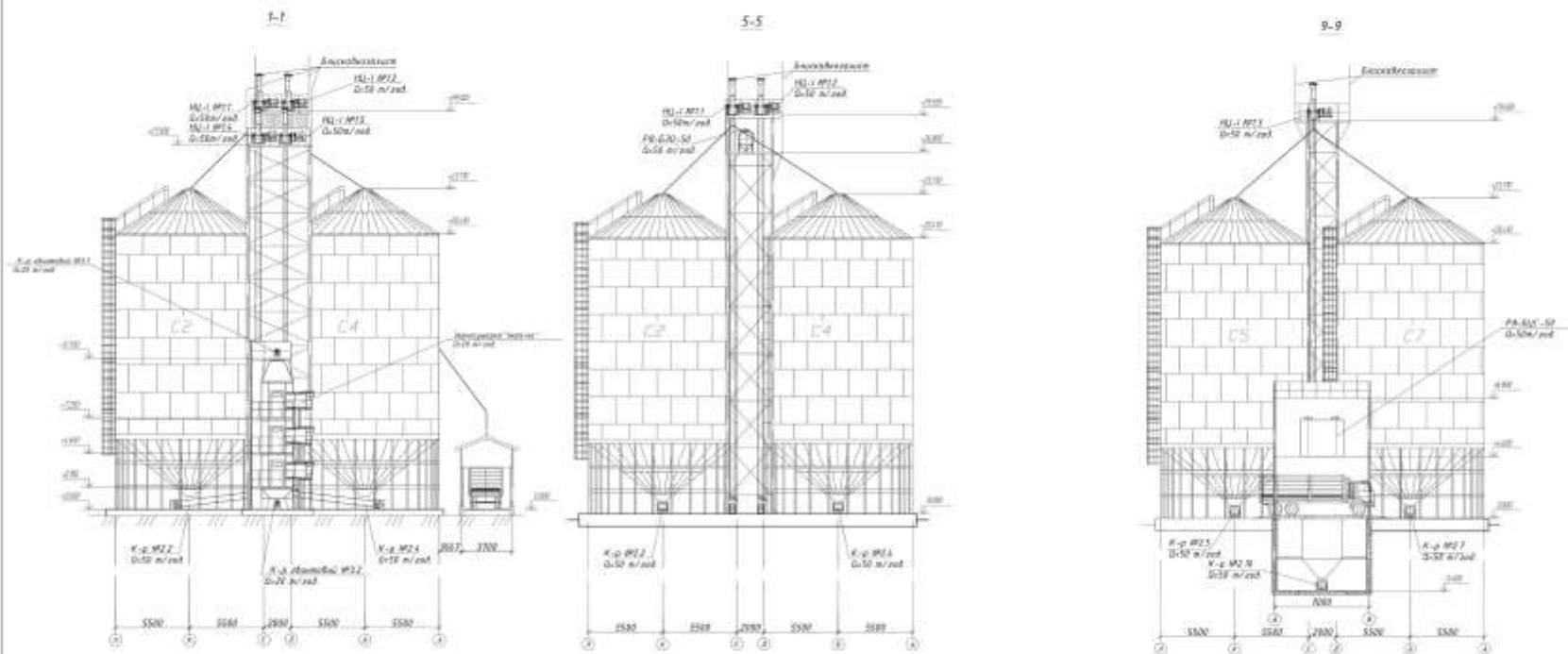
Здобувач: Олійник Є.В.  
групи ТЗХ-41 б  
Керівник: к.т.н., доцент Валевська Л.О.

## План на Відм. 0,000



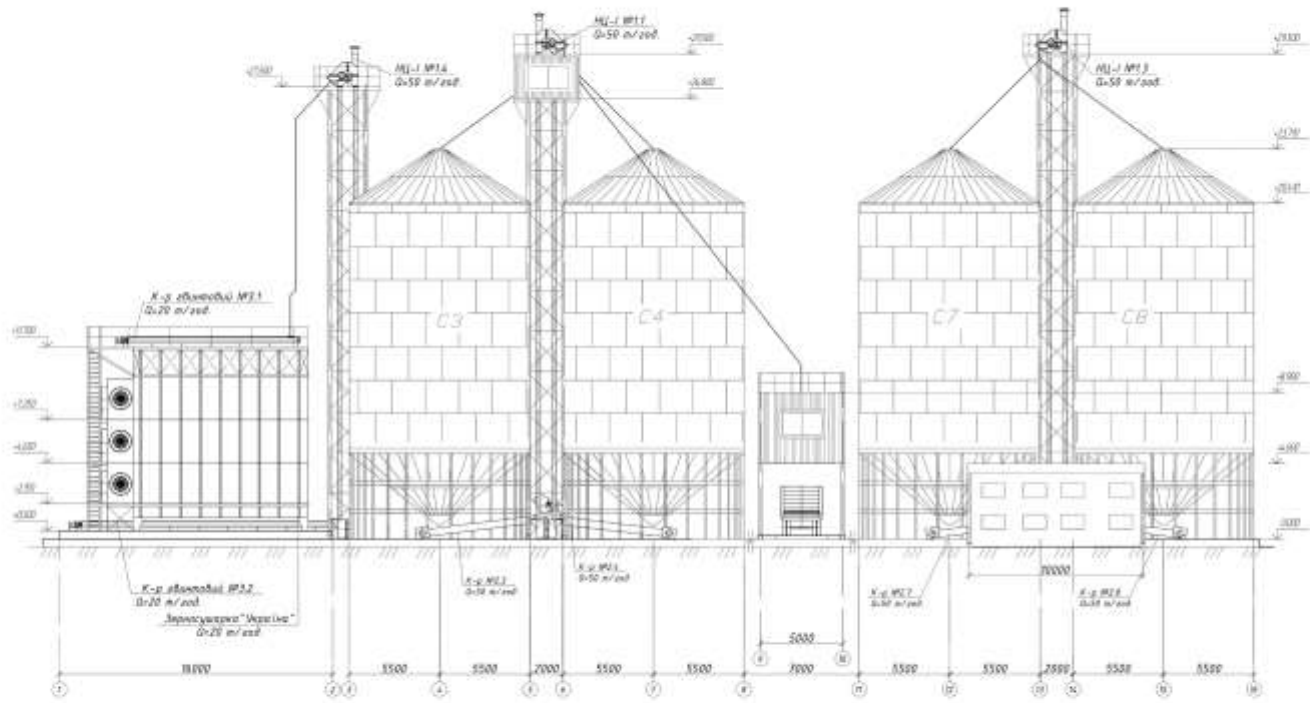
ІНСТРУКЦІЯ			
№	Назва	Вид	Кількість
1	План на Відм. 0,000	Л	1/1
2	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
3	Висновок	В	1/1
4	Додаток	Д	1/1
5	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
6	Висновок	В	1/1
7	Додаток	Д	1/1
8	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
9	Висновок	В	1/1
10	Додаток	Д	1/1
11	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
12	Висновок	В	1/1
13	Додаток	Д	1/1
14	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
15	Висновок	В	1/1
16	Додаток	Д	1/1
17	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
18	Висновок	В	1/1
19	Додаток	Д	1/1
20	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
21	Висновок	В	1/1
22	Додаток	Д	1/1
23	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
24	Висновок	В	1/1
25	Додаток	Д	1/1
26	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
27	Висновок	В	1/1
28	Додаток	Д	1/1
29	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
30	Висновок	В	1/1
31	Додаток	Д	1/1
32	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
33	Висновок	В	1/1
34	Додаток	Д	1/1
35	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
36	Висновок	В	1/1
37	Додаток	Д	1/1
38	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
39	Висновок	В	1/1
40	Додаток	Д	1/1
41	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
42	Висновок	В	1/1
43	Додаток	Д	1/1
44	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
45	Висновок	В	1/1
46	Додаток	Д	1/1
47	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
48	Висновок	В	1/1
49	Додаток	Д	1/1
50	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
51	Висновок	В	1/1
52	Додаток	Д	1/1
53	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
54	Висновок	В	1/1
55	Додаток	Д	1/1
56	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
57	Висновок	В	1/1
58	Додаток	Д	1/1
59	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
60	Висновок	В	1/1
61	Додаток	Д	1/1
62	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
63	Висновок	В	1/1
64	Додаток	Д	1/1
65	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
66	Висновок	В	1/1
67	Додаток	Д	1/1
68	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
69	Висновок	В	1/1
70	Додаток	Д	1/1
71	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
72	Висновок	В	1/1
73	Додаток	Д	1/1
74	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
75	Висновок	В	1/1
76	Додаток	Д	1/1
77	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
78	Висновок	В	1/1
79	Додаток	Д	1/1
80	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
81	Висновок	В	1/1
82	Додаток	Д	1/1
83	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
84	Висновок	В	1/1
85	Додаток	Д	1/1
86	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
87	Висновок	В	1/1
88	Додаток	Д	1/1
89	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
90	Висновок	В	1/1
91	Додаток	Д	1/1
92	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
93	Висновок	В	1/1
94	Додаток	Д	1/1
95	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
96	Висновок	В	1/1
97	Додаток	Д	1/1
98	Розрахунок на скріплення	Р	1/1
99	Висновок	В	1/1
100	Додаток	Д	1/1





ИЗЪЕМНИЦИ			
№	Име	Должност	Дата
1	Иванов И.И.	Проектировчик	12.05.2024
2	Петров П.П.	Инженер	12.05.2024
3	Сидоров С.С.	Инженер	12.05.2024
4	Климов К.К.	Инженер	12.05.2024
5	Лебедев Л.Л.	Инженер	12.05.2024
6	Новиков Н.Н.	Инженер	12.05.2024
7	Осипов О.О.	Инженер	12.05.2024
8	Попов П.П.	Инженер	12.05.2024
9	Соловьев С.С.	Инженер	12.05.2024
10	Тихонов Т.Т.	Инженер	12.05.2024
11	Федотов Ф.Ф.	Инженер	12.05.2024
12	Харьков Х.Х.	Инженер	12.05.2024
13	Цыганов Ц.Ц.	Инженер	12.05.2024
14	Чайков Ч.Ч.	Инженер	12.05.2024
15	Шаров Ш.Ш.	Инженер	12.05.2024
16	Щербаков Щ.Щ.	Инженер	12.05.2024
17	Юрьев Ю.Ю.	Инженер	12.05.2024
18	Яковлев Я.Я.	Инженер	12.05.2024
19	Зайцев З.З.	Инженер	12.05.2024
20	Зиничев З.З.	Инженер	12.05.2024
21	Зубов З.З.	Инженер	12.05.2024
22	Зыкин З.З.	Инженер	12.05.2024
23	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
24	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
25	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
26	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
27	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
28	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
29	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
30	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
31	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
32	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
33	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
34	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
35	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
36	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
37	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
38	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
39	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
40	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
41	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
42	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
43	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
44	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
45	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
46	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
47	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
48	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
49	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
50	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
51	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
52	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
53	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
54	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
55	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
56	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
57	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
58	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
59	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
60	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
61	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
62	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
63	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
64	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
65	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
66	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
67	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
68	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
69	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
70	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
71	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
72	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
73	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
74	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
75	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
76	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
77	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
78	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
79	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
80	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
81	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
82	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
83	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
84	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
85	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
86	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
87	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
88	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
89	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
90	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
91	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
92	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
93	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
94	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
95	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
96	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
97	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
98	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
99	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024
100	Иванов И.И.	Инженер	12.05.2024

A-A



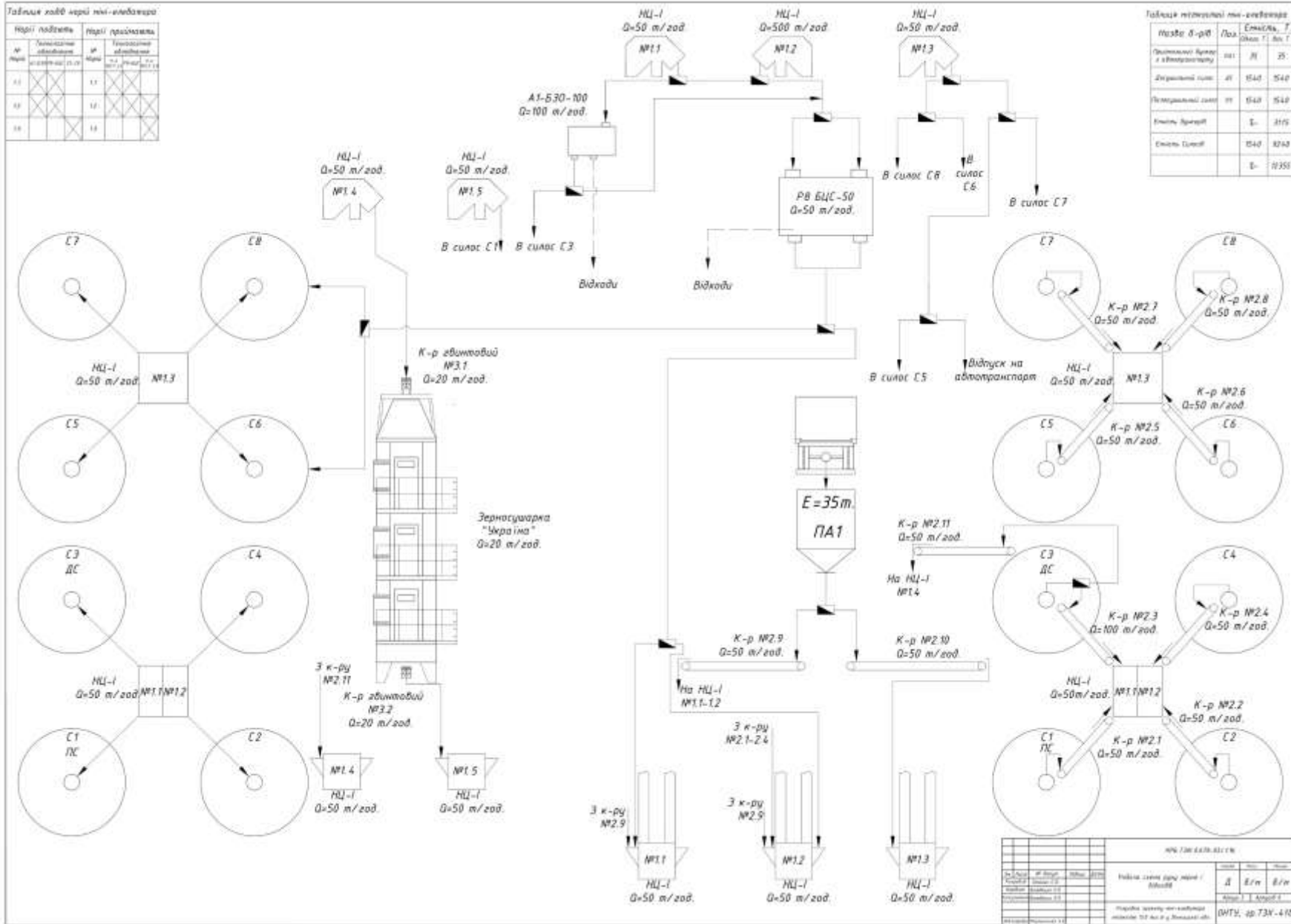
				690.730.0019-03-10			
№	Дата	Исполн.	Провер.	№	Дата	Исполн.	Провер.
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			
11				11			
12				12			
13				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			
22				22			
23				23			
24				24			
25				25			
26				26			
27				27			
28				28			
29				29			
30				30			
31				31			
32				32			
33				33			
34				34			
35				35			
36				36			
37				37			
38				38			
39				39			
40				40			
41				41			
42				42			
43				43			
44				44			
45				45			
46				46			
47				47			
48				48			
49				49			
50				50			
51				51			
52				52			
53				53			
54				54			
55				55			
56				56			
57				57			
58				58			
59				59			
60				60			
61				61			
62				62			
63				63			
64				64			
65				65			
66				66			
67				67			
68				68			
69				69			
70				70			
71				71			
72				72			
73				73			
74				74			
75				75			
76				76			
77				77			
78				78			
79				79			
80				80			
81				81			
82				82			
83				83			
84				84			
85				85			
86				86			
87				87			
88				88			
89				89			
90				90			
91				91			
92				92			
93				93			
94				94			
95				95			
96				96			
97				97			
98				98			
99				99			
100				100			

Таблиця заходів щодо пожево-оборони:

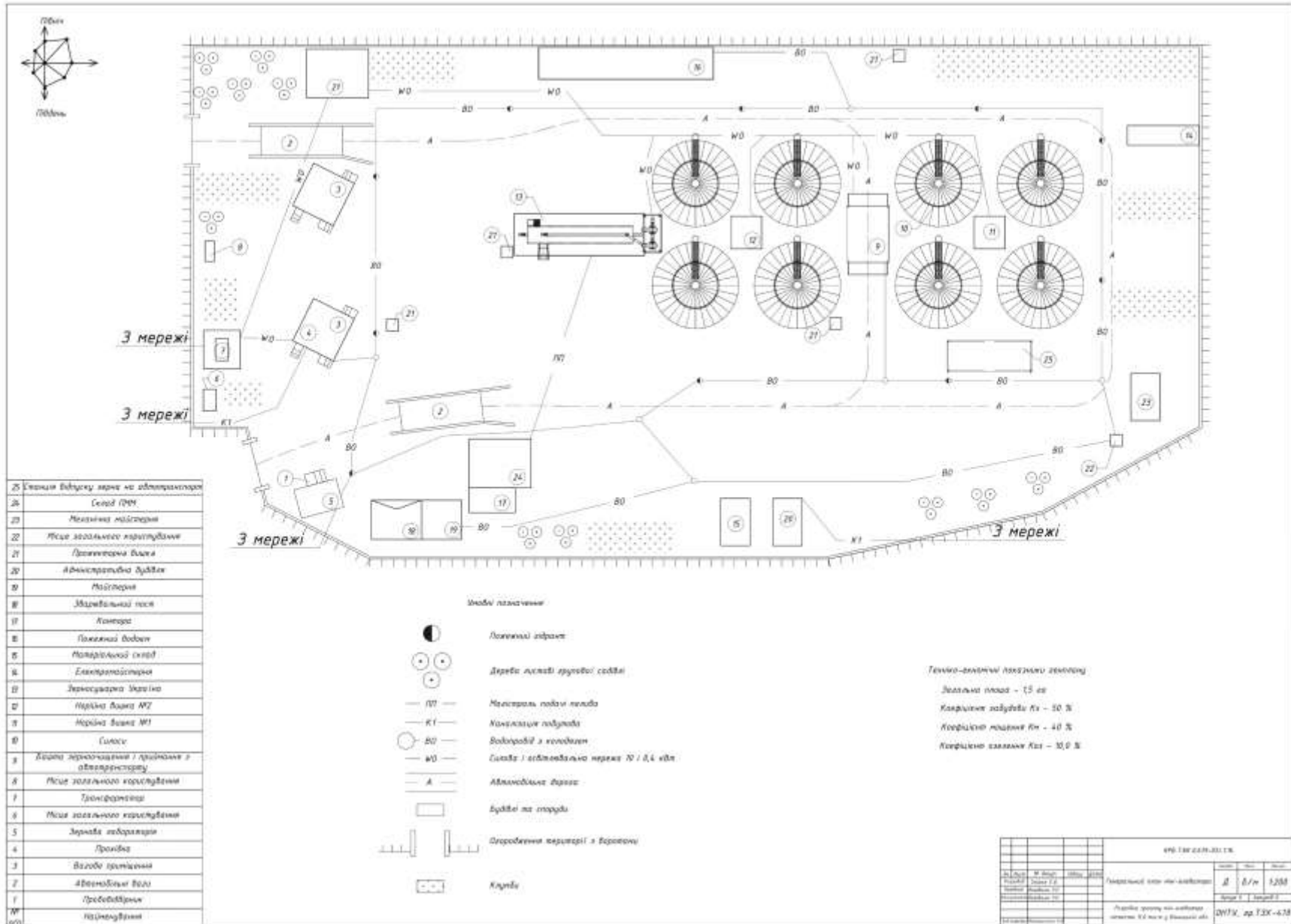
Наявність обладнання		Наявність обладнання	
№	Тип	№	Тип
11	Х	11	Х
12	Х	12	Х
13	Х	13	Х

Таблиця технічних характеристик:

Назва об'єкта	Пов.	Експлуат.	Т.
Об'єкт	№	№	№
Об'єкт	№	№	№
Об'єкт	№	№	№
Об'єкт	№	№	№
Об'єкт	№	№	№
Об'єкт	№	№	№



№ПЗ 7301-011/16			
№	Назва	Вид	Масштаб
1	Підлога зерно сушарки	Д	1:100
2	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
3	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
4	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
5	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
6	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
7	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
8	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
9	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100
10	Підлога зерно сушарки	Б/н	1:100



Основні техніко-економічні показники проекту  
будівництва нового міні-елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	11,0
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	13587,05
3.	Чисельність працівників, осіб	12
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1132,25
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	11215,68
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5)	2371,37
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	13326,92
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	12872,60
9.	Інвестиції, тис. грн	38095,2
10.	Строк окупності інвестицій, роки	2,9
11.	Рентабельність інвестицій, %	33,8

***Дякую за увагу!!!***