

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА  
на тему:  
«Розробка проєкту будівництва елеватора місткістю  
24 тис. тонн з використанням обробки зерна  
електромагнітним полем»**

Здобувача Коври Ю.В.  
(прізвище, ініціали)

VI курсу ТЗХ-61 групи

Керівник д.т.н., доц. Макаринська А.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

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

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 3 червня 2024 р., протокол №7.

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

Одеса – 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет \_\_\_\_\_ *Технології зерна і зернового бізнесу*  
Кафедра \_\_\_\_\_ *Технології зерна і комбікормів*  
Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_ *Магістр*  
Спеціальність \_\_\_\_\_ *181 «Харчові технології»*  
Освітня програма \_\_\_\_\_ *«Технології зберігання і переробки зерна»*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувачка кафедри ТЗіК**

\_\_\_\_\_ *Алла МАКАРИНСЬКА*

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

\_\_\_\_\_ **Коври Юрія Васильовича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: IV.4.2 «Розробка проєкту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використанням обробки зерна електромагнітним полем»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від «23» 10.2023 року № 607-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи 03.06.2024 р.

3. Вихідні дані: Річний об'єм приймання зерна з автотранспорту – 36000 т; річний об'єм приймання ранніх культур (пшениця, ячмінь) – 50 %; долі зерна ранніх культур різної вологості: сухого – 0,6; сирого та вологого – 0,4; період заготівель ранніх культур – 30 діб; річний об'єм приймання пізніх культур – 50 %; долі зерна пізніх культур різної вологості: сухого – 0,4; сирого та вологого – 0,6; період заготівель ранніх культур – 40 діб; річний об'єм відпуску зерна на залізничний транспорт – 36000 т; місткість елеватору – 24000 т; область – Одеська

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Охорона праці. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

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

Всього –8 аркушів формату А1, у тому числі: результати НДР (2 арк.), плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (3 арк.); структурна та принципова схеми (1 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
Науково-дослідна частина; Технологічна частина; Охорона праці	<i>Д.т.н., доц. Макаринська А.В.</i>		
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Проф. Басюркіна Н.Й.</i>		

7. Дата видачі завдання 23.10.2023

Керівник \_\_\_\_\_ *Макаринська А.В.*  
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ *Ковра Ю.В.*  
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>18.03-01.04</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>05.04-12.04</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>13.04-23.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>24.04-01.05</i>	
5	<i>Креслення структурної та принципової схем</i>	<i>02.05-04.05</i>	
6	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>05.05-08.05</i>	
7	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>09.05-11.05</i>	
8	<i>Охорона праці</i>	<i>12.05-19.05</i>	
9	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>20.05-25.05</i>	
10	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>26.05-30.05</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>31.05-02.06</i>	
12	<i>Затвердження роботи</i>	<i>03.06.2024</i>	
	<i>Захист</i>	<i>19.06.2024</i>	

Здобувач (ка) \_\_\_\_\_ *Ковра Ю.В.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ *Макаринська А.В.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

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

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

Здобувач (ка) \_\_\_\_\_ *Ковра Ю.В.*  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## В И Т Я Г

з протоколу засідання кафедри технології зерна і комбікормів  
протокол №7 від 3 червня 2024 року

**ПРИСУТНІ:** д.т.н., проф. Єгоров Б.В., д.б.н., проф. Левицький А.П., д.т.н., проф. Станкевич Г.М., д.т.н., доц Макаринська А.В., к.т.н., доц. Страхова Т.В., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.т.н., доц. Лапінська А.П., к.т.н., доц. Борта А.В., к.т.н., доц. Кац А.К., к.т.н., доц. Бордун Т.В., к.т.н., доц. Турпурова Т.М., к.т.н., доц. Ворона Н.В., к.т.н., доц. Валецька Л.О., к.т.н., доц. Фігурська Л.В., к.т.н., доц. Чернега І.С., к.т.н., доц. Цюндик О.Г., к.т.н., доц. Соколовська О.Г., зав. лаб. Луніна В.Ю., зав. лаб. Щербатюк С.І., зав. лаб. Луніна Л.О.

**СЛУХАЛИ:** звіт доц. Макаринської А.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Коври Юрія Васильовича, тема: «Розробка проєкту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використанням обробки зерна електромагнітним полем». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, літературний огляд за темою та результати наукових досліджень; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою сервісу для запобігання плагіату PLAG.COM.UA. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 80%.

**УХВАЛИЛИ:** звіт доц. Макаринської А.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Коври Юрія Васильовича, тема: «Розробка проєкту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використанням обробки зерна електромагнітним полем» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,  
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,  
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра «Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використанням обробки зерна електромагнітним полем» присвячена дослідженням впливу обробки зерна пшениці електромагнітним полем (ЕМП) вкрай низьких частот (ВНЧ) на зниження її мікробіологічного обсіменіння, що сприятиме підвищенню якості зерна та термінів його зберігання. У дослідженнях проводили обробку контамінованих зразків пшениці ЕМП з частотами 10–30 Гц, визначали загальну кількість пліснявих та дріжджових грибів у оброблених та контрольних зразках зерна, аналізували динаміку зараженості відносно вихідного значення та обраного діапазону частот ЕМП, проводили статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки зразків зерна та їх зараженості.

Кваліфікаційна робота магістра включає в себе вступ, огляд літературних джерел, мету, завдання і об'єкт дослідження, методи і методика досліджень, опис результатів, основні висновки та рекомендації, список використаної літератури та додатки. Окремими розділами представлено техніко-економічне обґрунтування та техніко-економічні розрахунки досліджень, а також технологічна частина будівництва елеватору та охорона праці.

Дослідження показали, що проектування нового елеватору є економічно доцільним: чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації обсягу робіт та послуг в сумі 34816,462 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 78988,23 тис. грн протягом 2,4 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 41,1 %.

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою на 125 аркушах, що включають 37 таблиць, 8 рисунків, список використаних літературних джерел з 35 найменувань, ілюстративний матеріал на 11 сторінках. Графічний матеріал подано на 6 графічних аркушах формату А1.

Ключові слова: зерно пшениці, мікробіологічне обсіменіння, електромагнітне поле, вкрай низькі частоти, елеватор, металеві силоси, зберігання зерна.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Аналітичний огляд літературних джерел.....	9
1.1.1 Основні напрямки в технологіях збереження зерна.....	9
1.1.2 Характеристика електромагнітного поля.....	16
1.1.2.1 Основні характеристики електромагнітного випромінювання.....	16
1.1.2.2 Спектр електромагнітного випромінювання.....	17
1.2 Програма, об'єкти та методи досліджень.....	18
1.3 Результати досліджень.....	25
1.3.1 Визначення контамінованості.....	25
1.3.2 Визначення зараженості.....	29
1.3.3 Визначення загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів.....	31
Висновки.....	33
Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	36
Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання.....	44
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	44
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	45
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання..	45
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок.....	46
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	47
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання.....	48
3.1.4.1 Розрахунок основних норій.....	48
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів.....	54
3.1.4.3 Самопливи.....	55
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	55
3.2 Обробка і зберігання відходів.....	56

3.3	Проектування зерносховищ.....	60
3.4	Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	61
3.5	Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	61
3.6	Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів.....	63
3.7	Проектування, опис і аналіз РСРЗіВ, її опис і аналіз.....	64
3.8	Характеристика будівельних споруд.....	69
3.8.1	Опис генплану.....	69
3.8.2	Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору.....	70
Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....		75
4.1	Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів на елеваторі.....	75
4.2	Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування.....	77
4.3	Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря....	77
4.4	Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації.....	78
4.5	Забезпечення нормованих показників освітлення.....	79
4.6	Захист працюючих від ураження електричним струмом.....	80
4.7	Заходи із електромагнітної безпеки.....	81
4.87	Заходи із пожежовибухонебезпеки.....	83
Розділ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....		85
5.1	Розрахунок чисельності працюючих.....	85
5.2	Розрахунок виробничої програми.....	86
5.3	Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.....	88
5.4	Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.....	93
5.5	Розрахунок прибутку.....	96
5.6	Розрахунок інвестицій.....	98
5.7	Розрахунок рентабельності інвестицій.....	99
5.8	Розрахунок строку окупності інвестицій.....	99
5.9	Основні техніко-економічні показники проєкту.....	100

5.10 Оцінка науково-технічної ефективності розробки проєкту будівництва нового елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання.....	100
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	107
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	110
ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ.....	115

## ВСТУП

Від збирання врожаю до переробки зерна проходить значний час. Навіть при сучасному рівні техніки, незважаючи на всі старання, велика частина зерна в період зберігання втрачається або змінює якість. За даними ФАО ООН, зменшення зернової маси в період зберігання за рік становить в середньому не менше 10-15% від його валового збору. При цьому спостерігається не тільки кількісні, але й якісні зміни, які призводять в результаті до погіршення якості харчових продуктів.

На збереження зернової маси впливає значна кількість факторів: наявність шкідників (комах, кліщів і гризунів), що знищують зернову масу, фізико-хімічні фактори (умови навколишнього середовища, а саме температура, вологість повітря, склад газового середовища), біологічні фактори, якщо вони сприяють активному обміну речовин в клітинах зерна (наявність бактерій, грибів тощо). Також при зберіганні можливо проростання зерна, яке супроводжується інтенсивним диханням зернової маси, значним підвищенням температури, великими втратами сухих речовин і погіршенням технологічних якостей. Внаслідок поганої тепло- і температуропровідності тепло, що утворилося, може затримуватися в зерновій масі і приводити до самозігрівання. Наслідки при запусчених формах самозігрівання — втрата посівних, хлібопекарських і технологічних якостей.

Останніми десятиліттями зріс інтерес до використання електромагнітного поля (ЕМП) для передпосівної обробки зерна, його знезараження, впливу на біохімічні процеси тощо. Однак системне вивчення впливу ЕМП на різні аспекти післязбиральної обробки та зберігання зерна наразі відсутнє. Аналіз опублікованих наукових статей, ознайомлення з напрямками роботи провідних європейських вчених та українських фахівців в галузі зберігання і переробки зерна показав відсутність проведених робіт в даному напрямку.

Вищевказане дає підставу для вивчення впливу ЕМП на зерно та, зокрема, на його шкідливу мікробіоту, що дозволить удосконалити технологію зберігання зернових мас та зберегти їх якість.

## Розділ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

#### 1.1.1 Основні напрямки в технологіях збереження зерна

Відомо, що зернова маса – це сукупність взаємозв’язаних компонентів зерна основної культури, домішок, мікроорганізмів, комах та повітря міжзернових проміжків [1].

Основними факторами, від яких залежить стан зернової маси, є вологість, температура і доступ кисню до зерна. На стійкість і якість зерна суттєво впливають механічні та смітні домішки, мікроорганізми, комахи, кліщі, повітря [2].

Компоненти зернової маси та фактор впливу наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики зернової маси при зберіганні

Компонент	Фактор впливу
Зерно основної культури	Життєдіяльність зерна: - післязбиральне дозрівання - дихання - проростання
Мікроорганізми	Життєдіяльність мікроорганізмів: - пліснявіння зерна - зігрівання зерна
Кліщі і комахи	Життєдіяльність комах і кліщів: - забруднення зерна - пошкодження зерна
Домішки (зернова, смітна)	Посилення життєдіяльності зерна, мікроорганізмів, комах, кліщів
Повітря між твердими тілами, складовими зернової маси	Параметри повітря: - газовий склад - температура - барометричний тиск - відносна вологість

Як бачимо з таблиці мікроорганізми – неминучий супутник зернової маси, її складова частина. За відповідних умов вони істотно впливають на стан і якість зёрна, що проявляється в пліснявінні та зігріванні зёрна. Спори бактерій у випадку споживання, здатні викликати серйозні порушення функціонування імунної

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2		
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Ковра Ю.В.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.						9	
Керівник	Макаринська А.В.				ОНТУ ТЗХ-61		
Рецензент							
Зав. кафедри	Макаринська А.В.						
					Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зёрна електромагнітним полем		

системи, шлунково-кишкового тракту, органів дихання, нервової системи [3], тому важливо контролювати цей показник.

У технології зберігання зерна існують три режими.

**Сухий.** Вільна волога в такому зерні відсутня, тому ймовірність поширення мікроорганізмів виключається. Цей режим не допускає біологічних процесів. Коли урожай сухий, він може зберігатися досить довго.

**Охолоджений.** У цьому випадку використовується технологія термоанабіозу – консервування при знижених температурах. Такий спосіб також досить ефективний для життєдіяльності зерен і запобігання розвитку мікроорганізмів. При цьому важливо дотримуватися температуру маси, яка не повинна перевищувати 10 градусів. Різкі перепади, які характерні для міжсезоння, можуть негативно відбитися на стані зернових. Цей режим актуальний для таких випадків, коли немає можливості швидко просушити урожай.

**Без доступу повітря.** Така технологія ґрунтується на принципі аноксіанабіозу – самоконсервування. Комора, у якій буде зберігатися урожай, попередньо заповнюється вуглекислим або іншими газами для створення вакууму в приміщенні. У таких умовах, коли кисень повністю відсутній, мікроорганізми, паразити, шкідники й комахи не можуть розвиватися. Зерно зберігає свої якості, необхідні для його подальшої переробки. Але потрібно враховувати, що посівні партії в умовах відсутності доступу повітря зберігати не допускається, оскільки насіння втрачає свою схожість.

**Способи зберігання зернових.** Виробники використовують різноманітні способи зберігання зерна. Їх вибір залежить від обсягів вирощеного врожаю та конструктивних особливостей приміщень. Так, сховище зерна може бути відкритим та закритим. Перший варіант підходить для свіжозібраного зерна на стадіях післязбиральної доробки; зернову масу розміщують на майданчиках насипом у вигляді бунтів чи траншей для тимчасового зберігання. Кормове зерно можливо зберігати більш тривалий час у бунтах, контейнерах, вкритих поліетиленовою плівкою. За таких умов оброблену зернову масу можливо зберігати тривалий час.

Другий варіант – зберігання у складах, силосах, бункерах. За таких умов оброблену зернову масу можливо зберігати тривалий час.

### **Зберігання зернової маси**

Тривалість зберігання зернової маси залежить від стану і призначення зерна. Існуючі періоди наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Зберігання зернової маси залежно від стану і призначення

Період	Призначення	Тривалість
Тимчасовий	Розміщення і доробка свіжозібраного зерна	До 30 діб
Тривалий	Концентрація партій зерна	Більше 30 діб
Довгостроковий	Резервні і страхові фонди, запаси	Більше 1 року

Порівняльна техніко-технологічна характеристика стаціонарних зерносховищ наведена у табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Порівняльна техніко-технологічна характеристика стаціонарних зерносховищ

Сховище	Переваги	Недоліки
Склад наземний	Стабільний режим зберігання, мінімальне дроблення зерна, можливість розміщення насипом та в тарі	Низькі показники механізації, ємності та коефіцієнта використання території
Силос-башта бетонна	Стабільний режим зберігання, надійність конструкції, механізація переміщення	Дроблення зерна при переміщенні, складність обслуговування та контролю якості
Силос-башта металева	Високий рівень будівництва, широкий типорозмірний ряд, механізація переміщення	Дроблення зерна при переміщенні, нестабільний режим зберігання, догляд за металоконструкціями

Сучасні технології зберігання зерна у сховищах різного типу передбачають ретельну обробку збіжжя після його збирання та надходження на зерно заготівельні підприємства. Разом із очищенням, активним вентиляванням, сушінням, якому піддається зерно в залежності від вимог підприємства або комплексу, в

якому воно зберігається для подальшого використання, можливі різні способи його обробки та зберігання.

У літературі відомі зберігання зерна в полімерних зернових рукавах [4], з використанням охолодження [5], інертного газу [6], обробки озоном [7], використанням електромагнітної обробки високої частоти (2,45 ГГц) [8, 9] та ін.

У той же час відомо, що в технології поліпшення якості сільськогосподарської продукції можуть бути використані метод низькочастотного ЕМП, а саме діапазону електромагнітного поля вкрай низьких частот (ЕМП ВНЧ) – від 3 до 30 Гц. Даний метод недорогий і екологічно безпечний [10], описаний в оглядовій статті вчених із Сербії та Румунії. В ній наводяться літературні дані про класифікацію ЕМП та результати експериментів. Дослідниками на основі використання методу RIES (резонансна імпульсна електромагнітна стимуляція), розробленого на сільськогосподарському факультеті Університету Нови-Сад, зроблено висновки про вплив ЕМП ВНЧ на різні види сільськогосподарських культур. Увагу, що приділяється впливу ЕМП в сільському господарстві, автори пояснюють можливістю впливу на зростання рослин і, таким чином, отримання значних економічних ефектів.

Перші практичне дослідження застосування магнітного поля проводились ще 70-х роках минулого століття на півдні провінції Альберта (Канада). Проведені дослідження впливу магнітного поля на насіння та врожай ячменю, пшениці та вівса, показали, що воно не впливало на врожаї вівса, але збільшувало врожаї ячменю у більшості дослідів з озимою та ярою пшеницею. Час обробки насіння, сила магнітного поля та тип обладнання для обробки не мали істотного впливу на зростання рослин та врожаї зерна досліджуваних культур [11].

З літератури також випливає, що за останні два десятиліття значно зросла кількість досліджень, спрямована на вивчення впливу ЕМП на рослини [12]. Найчастіше ці дослідження стосуються впливу ЕМП на біохімічні процеси під час пророщування зерна та активування схожості насіння різних культур [13].

Так у статті [14] польські фахівці наводять результати вивчення впливу обробки НЧ МП (16 Гц та 50 Гц) на проростання насіння різних культур, у тому чи-

слі пшениці. Вони дійшли висновку, що змінне МП НЧ (16 Гц) можна використовувати як метод післяжнивної обробки для поліпшення сили насіння різних видів рослин, як метод, рекомендований для насіння, що проростає в несприятливих умовах навколишнього середовища або насіння низької якості.

Трохи пізніше інші польські фахівці дійшли висновку, що в результаті передпосівної обробки стимуляція насіння ЕМП може надавати позитивний, але в основному тимчасовий та непостійний вплив на відсоток схожості, швидкість зростання та швидкість проростання [15].

Впровадження цих робіт пов'язані з передпосівної обробкою. Також фахівцями вказується, що в сільському господарстві України не використовується потенціал можливостей обробки ЕМП [16]. На даний час обладнання яке засноване на властивостях магнітного поля, в післязбиральній обробці та зберіганні в нашій країні практично застосовується тільки в сепараторах, які очищають зерно від металевих домішок [17].

Значна кількість досліджень у галузі мікрохвильової обробки матеріалів, у тому числі на зерно проведено одеськими фахівцями [18]. Ними крім мікрохвильової (2,45 ГГц) проводились також дослідження впливу на насіння низькочастотної обробки [19], та було встановлено, що вплив НЧ ЕМП поля на насіння рослин у період їх спокою призводить до істотних змін у фізіології насіння при проростанні. Зміни на фізіологічному рівні в проростає насіння залежать не тільки від частоти зовнішнього ЕМП і його енергетичних характеристик, але також від сорту насіння. Як НЧ, так і ВЧ електромагнітні поля здатні призвести до ефекту біостимуляції насіння, проте механізми його виникнення різні за своєю природою.

Іншою групою українських вчених проводилось дослідження впливу ЕМП на якість зерна [20]. Ними досліджено вплив водно-термічної обробки та часу електромагнітного опромінення на врожай та якість плющених цільнозернових круп із пшениці Емер. При цьому встановлено значний вплив ЕМП на врожайність зерна. Використання оптимальних параметрів обробки зерна (зволоження на 1,0%, опромінення ЕМП протягом 80–100 с) забезпечує вихід високоякісної цільнозернової плющеної крупи 91,7–92,3% з кулінарною оцінкою 7,3 бали.

Пакистанські вчені вивчав стимулюючий ефект впливу намагніченого насіння та води на проростання насіння пшениці з низьким вмістом вологи та енергією зростання (45%). зробили висновок, що насіння пшениці з низькою енергією зростання може бути стимульоване за допомогою намагніченої води [21].

У літературі є дані [22], що в результаті прямого та опосередкованого опромінення низько інтенсивним ЕМП на насіння рослин та штамів патогенних коринебактерій спостерігається неспецифічний вплив на показники їх біологічної активності. Для насіння рослин це проявляється у зміні енергії проростання середньої довжини коренів та у зменшенні стабільності результатів у партіях при певних режимах впливу, особливо при обробці фрактальним шумом. Для культур бактерій – у зміні їх ростових якостей. Таким чином, з'являється можливість у вигляді зовнішнього електромагнітного впливу цілеспрямовано модифікувати показники біологічної активності.

Мікробіологічний стан зерна дуже важливий, оскільки мікробне псування до і після збирання врожаю вважається одним з основних факторів втрати врожаю в усьому світі. Згідно з публікацією дослідників [23], приблизно 15% всіх зернових культур у всьому світі втрачається через мікробні шкідники. Вказується, що відповідна післязбиральна обробка врожаю до та під час зберігання так само важлива, як і стратегії перед збиранням урожаю для запобігання мікробному псуванню. Однак навіть найкращі методи управління не можуть виключити ризик зараження. Через постійну та повсюдну присутність мікроорганізмів та спор грибів у навколишньому середовищі зернові завжди несуть певне мікробне навантаження при збиранні врожаю. Крім того, кліматичні умови, такі як температура та вологість, які не контролюються людиною, можуть мати вирішальне значення для зараження пліснявою. Навіть за оптимальних умов обробки малоймовірно, що зернові можна знезаразити від усіх природних організмів, що викликають псування, за допомогою однієї обробки. Автори розглядають різні способи обробки, у тому числі електромагнітного поля і приходять до висновку, що подальші дослідження мають бути зосереджені на розумінні та оптимізації синергетичних ефектів, які можуть бути досягнуті за допомогою комбінованих методів обробки. Тільки тоді

можна буде виробляти продукти, що відповідають найвищим стандартам якості та безпеки харчових продуктів.

Також згідно з результатами [24], магнітне поле може стати гарною альтернативою в боротьбі зі шкідниками які можуть бути присутні у зерні яке зберігається. Магнітне поле може захистити зерно від заражень шкідниками протягом тривалого періоду зберігання, не впливаючи на відсоток схожості, та не погіршуючи його якості.

Серед існуючих способів та режимів обробки зерна ЕМП, у останні роки все більше звертають увагу на використанні ЕМП ВНЧ, що має низку переваг. Він наближений до геомагнітного поля Землі [25], що робить його більш безпечним, зустрічається у процесах живих істот, йому притаманні менші витрати електроенергії, в порівнянні іншими діапазонами ЕМП, обробка зерна не призводить його нагрівання та ін.

У зв'язку з тим, що ефективність дії ЕМП на живі організми, у тому числі на мікробіоту зерна, залежить від частоти (або пов'язаної з нею параметра – довжини хвилі) та дози опромінення [26], цікавим є напрямок дослідження впливу низькочастотного ЕМП на мікробіологічний стан зерна.

Проведені в ОНТУ в цьому напрямку дослідження також показали, що обробка зерна пшениці ЕМП КНЧ призводить до пригнічення та зниження кількості мікроорганізмів. Для суттєвого зменшення кількості мікроорганізмів обробку зерна ЕМП рекомендується проводити з частотою 30 Гц [27].

Метод обробки ЕМП не слід розглядувати як метод, який буде замінювати інші сучасні методи. На думку сучасних фахівців в галузі харчових досліджень розробки у поліпшенні післязбиральної обробки та зберігання повинні бути зосереджені на розумінні та оптимізації синергетичних ефектів, які можуть бути досягнуті за допомогою комбінованих методів обробки. Тільки тоді можна буде виробляти продукти, що відповідають найвищим стандартам якості та безпеки харчових продуктів [23]. Виходячи з цього, метод обробки ЕМП КНЧ бажано далі розглядати (вивчати) при одночасному використанні інших ефективних методів.

Також слід додати, що метод обробки ЕМП КНЧ не потребує використання шкідливих речовин і є екологічним способом.

З розглянутої літератури слідує, що дослідження впливу ЕМП ВНЧ на процеси зберігання зерна пшениці та їх вплив на мікробіологічні показники, які мають значний вплив на термін зберігання, фрагментарні або відсутні, тому актуальним є визначення впливу ЕМП цього діапазону на мікробіологічні показники зерна пшениці при її зберіганні.

### **1.1.2 Характеристика електромагнітного поля**

Електромагнітне поле – це особливий вид матерії. Це взаємопов'язані коливання електричного та магнітного полів. Відрізняється безперервним розподілом (електромагнітні хвилі); виявляє дискретність структури (фотони); характеризується здатністю поширюватися в вакуумі (за відсутності сильних гравітаційних полів) зі швидкістю, близькою до  $3 \cdot 10^8$  м/с; надає на заряджені частинки силовий вплив, залежне від їх швидкості. Електромагнітні поля описуються векторними функціями і є векторними полями. Електромагнітне поле – це фундаментальне фізичне поле. Електромагнітне поле (та його зміна за часом) описується в електродинаміці в класичному наближенні за допомогою системи рівнянь Максвелла [28].

#### **1.1.2.1 Основні характеристики електромагнітного випромінювання**

Силовою характеристикою магнітного поля є магнітна індукція. За одиницю індукції в СІ прийнято індукцію такого магнітного поля, в якому на провідник завдовжки 1 м зі струмом 1 А, розміщений перпендикулярно до вектору В, діє сила 1 Н. На честь сербського фізика, винахідника у галузі електро- і радіотехніки Н. Тесли (1856-1943) цю одиницю названо Теслою (Тл) [29]. Іноді подають у задачах числові значення індукції в системі одиниць Гаусса:  $1 \text{ Тл} = 10^4 \text{ Гс}$ .

Основними фізичними характеристиками ЕМ є довжина хвилі  $\lambda$ , частота  $f$ , а також енергія кванта випромінювання  $E$  [26]. Остання пропорційна довжині хвилі. Усі одиниці вимірів ЕМІ прийнято виражати у системі СІ. Довжини хвиль виражають у метрах, частоти – у герцах (Гц), а енергії квантів випромінювань – в

електронвольтах (eВ), які становлять енергію одного електрона в полі з різницею потенціалу в 1 В.

Довжина хвилі та частота ЕМВ, пов'язані між собою формулою:

$$\nu = c/\lambda, \quad (1.1)$$

де  $\nu$  – частота, Гц;

$c$  – швидкість світла, м/с;

$\lambda$  – довжина хвилі, м.

### 1.1.2.2 Спектр електромагнітного випромінювання

Спектр ЕМВ включає різні типи і види [26]. Тип і частота та наведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Спектр електромагнітного випромінювання

Частота $\nu$ , Гц	Вид випромінювання
$10^3$ - $10^{12}$	Радіохвилі
$1.5 \cdot 10^{11}$ - $3.75 \cdot 10^{14}$	Інфрачервоне випромінювання
$(3.75$ - $7.5) \cdot 10^{14}$	Видиме світло
$7.5 \cdot 10^{14}$ - $3 \cdot 10^{16}$	Ультрафіолетове випромінювання
$3 \cdot 10^{16}$ - $3 \cdot 10^{22}$	Рентген
$>3 \cdot 10^{18}$	$\gamma$ -випромінювання

Залежно від довжини електромагнітної хвилі (ЕМХ) вплив одного і того ж середовища на поширення ЕМХ виявляється в більшому або меншому ступені. У зв'язку із цим існує більш ширша класифікація ЕМХ. В табл. 1.5 наведені розподіл ЕМХ за діапазонами згідно з державним стандартом України та вказані відповідні номери діапазонів за рекомендаціями Міжнародного консультативного комітету радіозв'язку (МККР) [30].

Як видно з табл. 1.5 шкала низькочастотних електромагнітних випромінювань поділена на 5 діапазонів частот.

Таблиця 1.5 – Класифікація низькочастотних електромагнітних випромінювань за діапазонами частот і довжинами хвиль

Україна, ДСТУ 3254-95			МККР	
Назва діапазону	Довжина хвилі та її позначення	Частота	№	Позначення частоти
Вкрай низькі частоти (ВНЧ)	10-100 мм (декамегаметрові хвилі)	3-30 Гц	1	Extremelylowfrequency (ELF)
Наднизькі частоти (ННЧ)	1-10 мм (мегаметрові хвилі)	30–300 Гц	2	Ultralowfrequency (ULF)
Інфранизькі частоти (ІНЧ)	100-1000 км (гектакілометрові хвилі)	0,3–3 кГц	3	Infralowfrequency (ILF)
Дуже низькі частоти (ДНЧ)	10-100 км (міріаметрові хвилі)	3–30 кГц	4	Verylowfrequency (VLF)
Низькі частоти (НЧ)	1-10 км (кілометрові хвилі)	30–300 кГц	5	Lowfrequency (LF)
Середні частоти (СЧ)	100-1000 м (гектометрові хвилі)	300-3000 кГц	6	Middlefrequency (MLF)
Високі частоти (ВЧ)	10-100 м (декаметрові хвилі)	3-30 МГц	7	Highfrequency (HF)
Дуже високі частоти (ДВЧ)	1-10 м (метрові хвилі)	30-300 МГц	8	Veryhighfrequency (VHF)
Ультрависокі частоти (УВЧ)	10-100 см (дециметрові хвилі)	300-3000 МГц	9	Ultrahighfrequency (UHF)
Надвисокі частоти (НВЧ)	1-10 см (сантиметрові хвилі)	3-30 ГГц	10	Superhighfrequency (SHF)
Виключно високі частоти (ВВЧ)	1-10 мм (міліметрові хвилі)	30-300 ГГц	11	Extremelyhighfrequency (EHF)
Гіпервисокі частоти (ГВЧ)	0,1-1 мм (дециміліметрові хвилі)	300-3000 ГГц	12	Hyperhigh frequency (HNF)

## 1.2 Програма, об'єкти та методи досліджень

**Метою досліджень** було встановлення впливу обробки зерна пшениці ЕМП ВНЧ на її мікробіологічні показники, що сприятиме підвищенню якості зерна та термінів його зберігання.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

- підготувати контрольний та контаміновані зразки зерна пшениці;
- провести обробку підготовлених зразків ЕМП з частотами 10–30 Гц;
- провести кількісну оцінку загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів у досліджуваних зразків зерна;
- провести аналіз динаміки зараженості відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки;

– провести статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки зразків зерна та їх зараженості.

**Програма досліджень** полягала у послідовному виконанні поставлених завдань та обґрунтування частот ЕМП, які дозволяють знизити контамінованість зерна пшениці, що забезпечить терміни її зберігання.

**Об'єктом** дослідження була мікробіота зерна пшениці; **предметами** — пшениця сорту Українка одеська врожаю 2023 року та свідомо заражені її зразки. Дослідження було проведено у період листопад 2023 – травень 2024 р. в лабораторії ОНТУ та ІП СЖС Україна.

### **Матеріали і методи**

Для проведення досліджень було використано таке обладнання:

- ваги Sartorius «CPA225D»;
- дозатор Eppendorff «Eppendorf 100-1000 ml»;
- камера Горяєва «Камера 2-сіткова»;
- іономір Shott «Lab850»;
- мікроскоп Leica «DM500»;
- термостат Memmert «IN160»;
- центрифуга «260/R/RH».

Мікробіологічні дослідження здійснювали у асептичних умовах. Зразки аналізували у трьох паралелях супроводжуючи контролем стерильності та негативним контролем обробки.

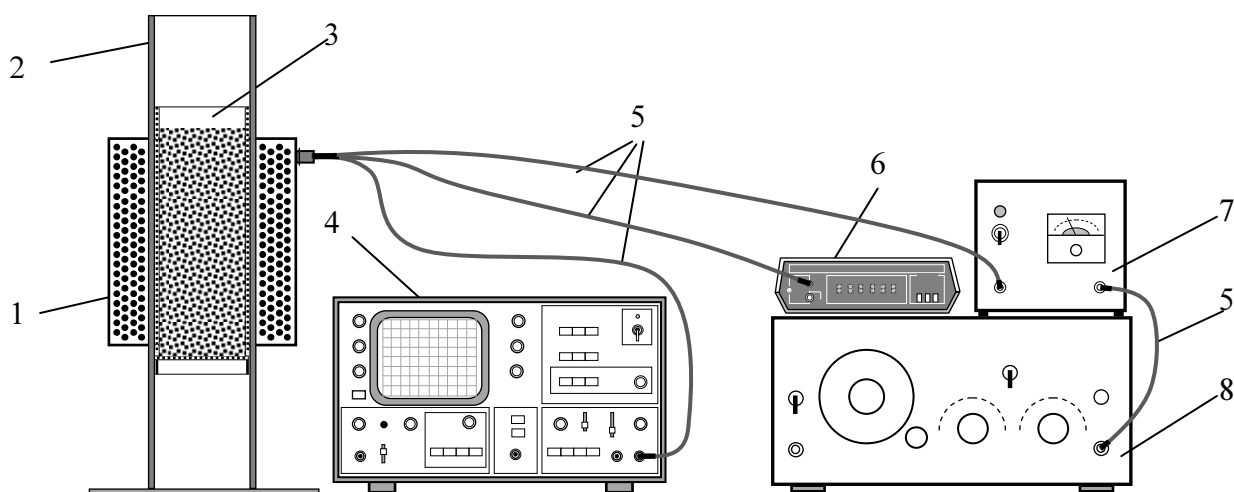
### ***Методика обробки зерна пшениці ЕМП***

Обробку зерна пшениці ЕМП ВНЧ проводили на експериментальній установці, розробленої в ОНТУ [31-30] загальний вигляд якої наведено на рис. 1.1.

Установка складається із ємності для зерна (3), яка вставляється у полімерну трубу (2) з намотаною на неї соленоїдною котушкою (1), генератора електромагнітних коливань ГЗ-112/1 (8) та підсилювача потужності (7) низької частоти (НЧ). Вихідний сигнал генератора задавали у формі синусоїди та контролювали

осцилографом С1-78 (4). Прилади між собою з'єднані у необхідній послідовності кабелями (5).

Необхідне значення магнітної індукції у 10 мТл забезпечували за рахунок стабілізації напруги на рівні 3,6 В. Для цього перед початком кожного досліду з обробки зерна регулятором потужності підсилювача НЧ встановлювали необхідне значення напруги, яку контролювали універсальним (комбінованим) цифровим вольтметром В7-38 (6). Тривалість обробки зерна становила 6 хв.



- 1 – соленоїдна котушка; 2 – полімерна труба; 3 – ємність для зерна; 4 – осцилограф С1-78;  
5 – з'єднувальні кабелі; 6 – універсальний (комбінований) цифровий вольтметр В7-38;  
7 – підсилювач низької частоти; 8 – генератор електромагнітних коливань ГЗ-112/1; (кабелі підключення приладів до мережі 220 В умовно не показані)

Рис. 1.1 – Схема експериментальної установки для обробки зерна ЕМП ВНЧ

Визначення показників якості обробленого та необробленого (контроль) насінневого зерна пшениці проводили за описаними вище методиками.

### ***Метод визначення контамінованості.***

Визначення зміни поверхневої контамінованості зерна пшениці. Дослідження полягає у змиві характерних формацій фітопатогенних грибів (конідії, спори та ін.) з поверхні зерен з наступним їх осадженням центрифугуванням. Облік здійснюється шляхом мікроскопії препаратів осаду і підрахунку в камері Горяєва. Метод реалізовано згідно ДСТУ 4138:2002, ДСТУ 4180:2003, ДСТУ 3768:2019.

Даний метод дозволяє оцінити патогенне навантаження, що міститься на поверхні зерна, та динаміку його зміни під впливом досліджуваної технології. Метод призначений для визначення зараженості зерна фітопатогенними грибами відділу аскоміцетів: *Alternariaspp*; *Cladosporium spp*, *Fusarium spp*, *Helminthosporium spp*, *Septoriaspp*, *Nigrosporaspp*. Не застосовується для: *Mucorspp*; *Penicillium spp*; *Aspergillus spp*.

Три наважки насіння масою 200 зерен переміщали у ємність з додаванням 20 см<sup>3</sup> стерильної дистильованої води та перемішували впродовж 10 хвилин за допомогою струшування. Після струшування по 10 см<sup>3</sup> рідини переміщали у дві центрифужні пробірки та центрифугували продовж 5 хвилин при 600 обертах/хвилину.

Після центрифугування 9см<sup>3</sup> супернатанту зливали, а осад ресуспезували у 1 см<sup>3</sup> рідини. З суспензії готували по п'ять слайдів камери Горяєва на кожен пробірку. Слайди аналізували за допомогою мікроскопії у світлому полі при збільшенні х600. Підрахунок характерних формацій здійснювали по всій площі камери Горяєва.

Розрахунок кількості формацій на зернину здійснювали за допомогою формули

$$C_H = C / N, \quad (1.2)$$

де  $C_H$  – зараженість одного зерна;

$N$  – кількість зерен в паралелі (100 зерен);

$C$  – кількість формацій в 1 см<sup>3</sup> суспензії.

Вираховується шляхом множення кількості формацій, визначених по всій площі на коефіцієнт 1111.

### **Метод визначення зараженості.**

Визначення зараженості насіння. Дане дослідження полягає у стимулюванні росту і розвитку фітопатогенних мікроорганізмів в зерні за допомогою вологих рулонів фільтрувального паперу в контрольованих умовах термостату. Метод реалізовано згідно ДСТУ 4138:2002.

Даний метод дозволяє оцінити зараженість зерна, та динаміку її зміни під впливом досліджуваної технології. Метод призначений для визначення зараженості зерна фітопатогенними грибами: *Alternariaspp*; *Cladosporium spp*, *Fusarium spp*, *Helminthosporium spp*, *Septoriaspp.*, *Mucorspp*; *Penicillium spp*; *Aspergillus spp.*, *Nigrosporaspp*.

Три паралелі розділених по чотири повтори обсягом 100 зерен кожний розміщували на двохшарових смужках зволоженого фільтрувального паперу в одну лінію на відстані 1 см один від одного та 2-3 см від країв. Розташоване на папері насіння накривали аналогічною смужкою паперу та поліетиленової плівки та скручували у рулони. Рулони розміщували вертикально в ємності та інкубували в термостаті за умовами 25 °С продовж 7 днів.

Розрахунок результатів проводили ґрунтуючись на візуальному оцінюванні характерних проявів розвитку пліснявих грибів та мікроскопією у світлому полі. Кількісний результат розраховували за допомогою формули

$$C = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{K_0} \cdot 100, \quad (1.3)$$

де  $C$  – зараженість, %;

$K_{1-4}$  – кількість заражених зерен у кожній з чотирьох паралелей;

$K_0$  – загальна кількість зерен у чотирьох паралелях.

#### ***Метод визначення загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів***

Дане дослідження полягає у поверхневої інокуляції поживного середовища DG-18 (Dichloranglycerol 18 agar, Merck) з наступною інкубацією при 25 °С та підрахунком колоній. Метод реалізовано згідно ISO 21527-2:2008. Даний метод дозволяє оцінити загальну кількість життєздатних пліснявих та дріжджових грибів, що включає як патогенну так і не патогенну мікробіоту, та динаміку їх зміни під впливом досліджуваної технології.

Три паралелі масою 10 г гомогенізували та формували послідовні розведення 1:9 за допомогою буферного розчину PW (peptonewater, Merck). 0,1 см<sup>3</sup> кожного розведення переносили до центру агарової пластини поживного середовища DG-

18. Рідину розподіляли по поверхні середовища за допомогою стерильного мікробіологічного шпателя.

Після розподілення інокульоване поживне середовище розміщували в термостат для проведення інкубації впродовж 5 днів за температури 25 °С.

Облік результатів проводили в проникаючому світлі окремо враховуючи кількість колоній що є характерними для пліснявих та дріжджових грибів.

Розрахунок кількості колонієутворюючих одиниць (КУО) в одному грамі зерна розраховували за допомогою формули

$$X = \frac{\sum C}{V \cdot (n_1 + 0.1n_2 + 0.01n_3) \cdot d}, \quad (1.4)$$

де  $X$  – результат, КУО/г;

$\sum C$  – загальна кількість колоній, що підраховано на всіх пластинах поживного середовища;

$V$  – обсяг інокуляту, що дорівнював 0,1 см<sup>3</sup>;

$n_1, n_2, n_3, \dots$  – кількість пластин поживного середовища від першого до останнього розведення, на якому виросло від 10 до 300 колоній;

$d$  – коефіцієнт розведення, що відповідає першому розведенню (з більшою концентрацією зразку), що враховується (0.1 для розведення 10<sup>-1</sup>, 0.01 для розведення 10<sup>-2</sup> тощо).

### ***Статистична обробка результатів***

#### ***Кореляція***

У якості показнику спрямованості взаємозв'язку між інтенсивністю обробки та параметром, який підлягав аналізу, було використано коефіцієнт кореляції Пірсона. Коефіцієнт кореляції Пірсона розраховували з використанням формули

$$r_{x,y} = \frac{\sum (\bar{X} - X_i) \cdot (\bar{Y} - Y_i)}{\sqrt{\sum (\bar{X} - X_i)^2 \cdot \sum (\bar{Y} - Y_i)^2}} = \frac{Cov}{SdX \cdot SdY}, \quad (1.5)$$

де  $r_{x,y}$  – коефіцієнт кореляції;

$\bar{X}$  – середній результат змінної  $X$ ;

$X_i$  – індивідуальний результат, змінної  $X$ ;

$\bar{Y}$  – середній результат змінної  $Y$ ;

$Y_i$  – індивідуальний результат змінної  $Y$ ;

$Sd$  – стандартне відхилення результатів.

Інтерпретацію коефіцієнта кореляції проводили відповідно до наступних критеріїв:

- $r_{x,y} = 0$  – відсутність взаємозв'язку;
- $r_{x,y} < 0$  – негативний (зворотний) взаємозв'язок – при збільшенні (зменшенні) однієї величини зменшується (збільшується) пов'язана з нею величина;
- $r_{x,y} > 0$  – позитивний (прямий) взаємозв'язок – при збільшенні (зменшенні) однієї величини збільшується (зменшується) пов'язана з нею величина;

Ступінь кореляції оцінювали згідно з наступними критеріями:

- значення коефіцієнта кореляції 0-0,3 – дуже слабка кореляція;
- значення коефіцієнта кореляції 0,3-0,5 – слабка кореляція;
- значення коефіцієнта кореляції 0,5-0,7 – середня кореляція;
- значення коефіцієнта кореляції 0,7-0,9 – висока кореляція;
- значення коефіцієнта кореляції 0,9-1,0 – дуже висока кореляція.

#### *Коефіцієнт детермінації*

У якості додаткової характеристики оцінювання взаємозв'язку між інтенсивністю обробки та параметром, який підлягав аналізу, було використано коефіцієнт детермінації. Розрахунок коефіцієнту детермінації здійснювали відповідно до формули:

$$R^2 = r_{x,y}^2, \quad (1.6)$$

де  $R^2$  – коефіцієнт детермінації;

$r_{x,y}$  – коефіцієнт кореляції.

Коефіцієнт детермінації визнавали значущим, при значенні даного показника вище ніж 0,7.

#### *Регресійний аналіз*

Регресійний аналіз здійснювали за допомогою методу найменших квадратів. Коефіцієнти регресії розраховували відповідно до формул:

$$b_1 = \frac{Sd_Y}{Sd_X} \cdot r_{XY}; \quad b_0 = \bar{Y} - b_1 \cdot \bar{X}, \quad (1.7)$$

де  $b_1$  – slope (швидкість зміни  $\bar{Y}$  залежно від  $\bar{X}$ );

$b_0$  – інтерсепт (відрізок, що відсікається на осі Y при X=0);

$Sd_Y$  – стандартне відхилення змінної Y;

$Sd_X$  – стандартне відхилення змінної X;

$r_{x,y}$  – коефіцієнт кореляції;

$\bar{Y}$  – середнє значення змінної Y;

$\bar{X}$  – середнє значення змінної X.

Інтерпретацію взаємозв'язку проводили за допомогою комплексного підходу з використанням регресійного аналізу.

### 1.3 Результати та їх обговорення

#### 1.3.1 Визначення контамінованості

За результатами мікробіологічного дослідження поверхневої контамінованості досліджуваного зерна, що включало негативний контроль та чотири дослідних варіанти, було виявлено спори таких патогенних грибів як *Alternariaspp.*, *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Helminthosporium spp.*, та *Nigrosporaspp.* Результати кількісного оцінювання у трьох паралелях відображено у табл. 1.6, а на рис. 1.2 наведено наочне співвідношення середніх значень контамінованості зерна пшениці.

Процентна динаміка зміни показника контамінованості відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки представлено у табл. 1.7.

Таблиця 1.6 – Результати кількісного оцінювання контамінованості (спор/зернину) досліджуваного зерна пшениці

Показники		Конт- роль	Частоти ЕМП, Гц			
			10	16	24	30
<i>Cladosporium</i> spp.	Характеристика паралельних досліджень	58-47	22-14	28-11	6-3	3-0
	Результат	52,77	19,44	19,44	3,70	0,93
<i>Alternaria</i> spp.	Характеристика паралельних досліджень	78-69	22-14	28-11	8-3	6-3
	Результат	71,29	6,48	7,41	5,56	3,70
<i>Helminthosporium</i> spp.	Характеристика паралельних досліджень	17-3	3-0	3-0	3-0	3-0
	Результат	9,33	1,85	0,93	0,93	0,93
<i>Fusarium</i> spp.	Характеристика паралельних досліджень	422-389	56-20	33-25	28-9	19-11
	Результат	401,81	36,29	29,63	17,81	15,74
<i>Nigrospora</i> spp.	Характеристика паралельних досліджень	17-14	8-3	6-3	6-0	3-0
	Результат	14,81	4,63	3,70	2,78	1,85

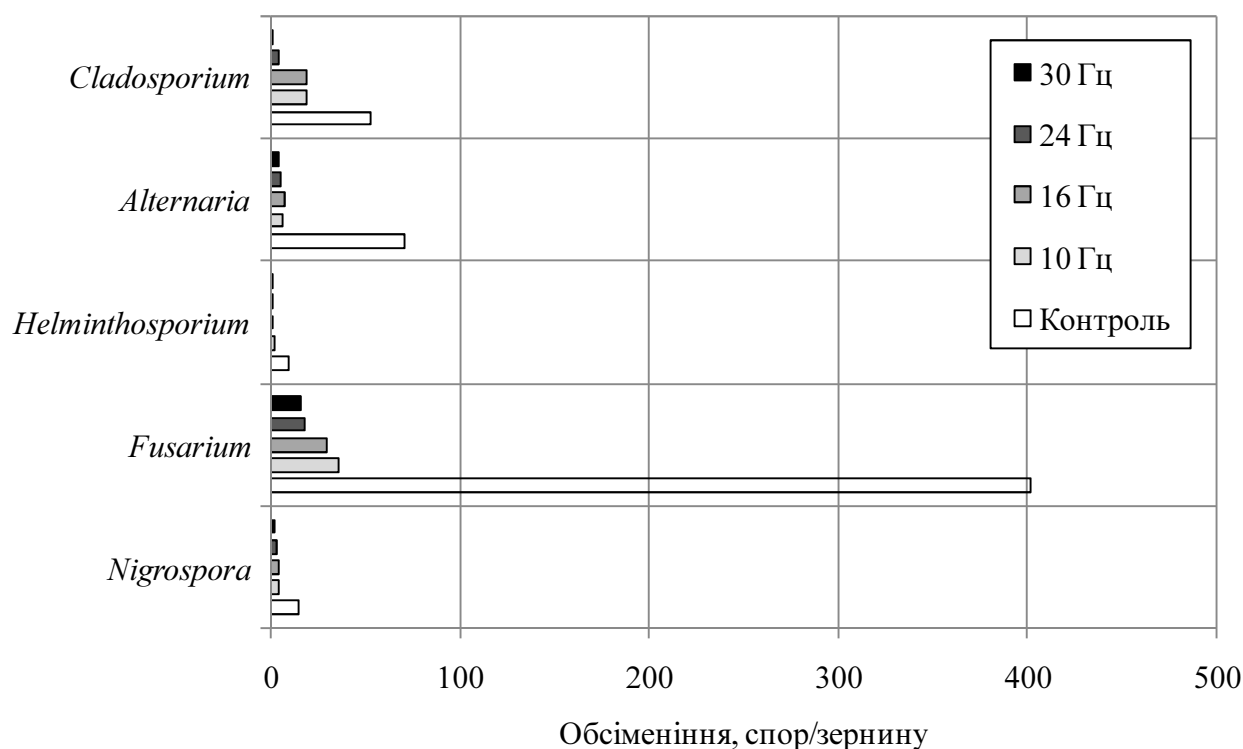


Рис. 1.2 – Залежність середніх значень обсіменіння зерна від частоти ЕМП

Таблиця 1.7 – Показники контамінованості зерна відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки ЕМП, %

Показники	Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
		10	16	24	30
<i>Cladosporium</i> spp.	100,00	36,84	36,84	7,02	1,75
<i>Alternaria</i> spp.	100,00	9,09	10,39	7,79	5,19
<i>Helminthosporium</i> sp.	100,00	19,84	9,92	9,92	9,92
<i>Fusarium</i> spp.	100,00	9,03	7,37	4,43	3,92
<i>Nigrospora</i> spp.	100,00	31,25	25,00	18,8	12,50

Наведені результати демонструють високу ефективність досліджуваної технології у відношенні контамінованості такими мікроорганізмами як *Cladosporium*spp. та *Fusarium*spp. Найбільш ефективним рівнем обробки для даних шкідників виявлена обробка на рівні 30 Гц, яка дозволила досягнути зниження контамінованості до 1.75% та 3.92% від вихідного показнику.

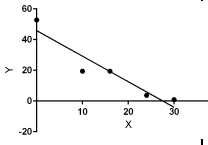
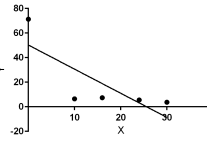
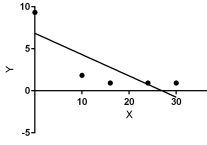
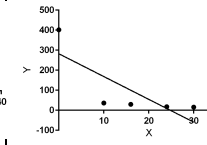
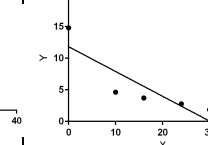
У відношенні *Nigrospora*spp. найбільш низьку ефективність, що дозволило знизити вихідне значення до рівня 12.50% від початкового значення.

Однак, слід відмітити різницю між початковими концентраціями досліджуваних мікроорганізмів, що затрудняє універсалізацію висновку про ефективність. Окрім цього, на дослідження контамінації суттєво впливає гомогенізація зразку та фізичні фактори, що впливають на зерно яке підлягає обробці. Такі фактори як вібрація, провітрювання та струшування можуть вносити додаткову нерівномірність у розподіл даного параметру.

Результати дослідження взаємозв'язку між обробкою та зниженням досліджуваного показнику відображено у табл. 1.8.

Статистичний аналіз демонструє значущий взаємозв'язок між підвищенням інтенсивності обробки та зниженням показнику контамінованості у відношенні таких мікроорганізмів як *Cladosporium* та *Nigrospora*, для яких спостерігається лінійна залежність та зворотна кореляція.

Таблиця 1.8 – Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості

Статистика	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternariaspp.</i>	<i>Helminthosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Nigrosporaspp</i>
Коефіцієнт кореляції	-0,9478	-0,7861	-0,8104	-0,792	-0,8735
Коефіцієнт детермінації	0,8981	0,6180	0,6564	0,6277	0,7631
Рівняння лінійної регресії	$Y = -1,664 \cdot X + 45,87$	$Y = -1,962 \cdot X + 50,29$	$Y = -0,2535 \cdot X + 6,850$	$Y = -11,38 \cdot X + 282,4$	$Y = -0,3924 \cdot X + 11,83$
Графік лінійної залежності					

Відсутність значущого взаємозв'язку в інших випадках свідчить про відсутність лінійної залежності між інтенсивністю обробки та показником контамінованості. Це пояснюється відсутністю суттєвої ефективності підвищення інтенсивності обробки. Для аналізу ефективності проведено оцінювання розкидів відносних результатів, що отримано на різних інтервалах обробки. Результати представлено у табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Оцінювання розкидів відносних результатів, що отримано на різних інтервалах інтенсивності обробки, %

Показники	Розкид		
	10-30 Гц	16-30 Гц	24-30 Гц
<i>Cladosporium spp.</i>	35,09	35,09	5,27
<i>Alternariaspp.</i>	5,20	5,20	2,60
<i>Helminthosporium spp.</i>	9,92	0,00	0,00
<i>Fusarium spp.</i>	5,11	3,45	0,51
<i>Nigrosporaspp.</i>	18,75	12,50	6,30

Згідно з отриманими результатами, для таких відмічено відсутність істотно-го підвищення ефективності впливу обробки для показнику контамінованості такими мікроорганізмами як *Alternariaspp.*, *Helminthosporium spp.* та *Fusarium spp.*

Для таких шкідників як *Alternariaspp.*, та *Fusarium spp.* оптимальним рівнем обробки виявилось 10 Гц, а для *Helminthosporium spp.* 16 Гц. Наступне підвищення інтенсивності в межах досліджених значень, не демонструвало істотного впливу.

Однак, враховуючи незначущий рівень коефіцієнтів детермінації, який виявлено для *Alternariaspp.*, *Helminthosporium spp.*, та *Fusarium spp.* слід враховувати недостатність доказів взаємозв'язку зниження зараженості та обробкою як такою. Можливо на даний показник впливали сторонні фактори. Необхідно проведення додаткових досліджень, що найменше на одному рівні контамінованості різними мікроорганізмами.

### 1.3.2 Визначення зараженості

За результатами мікробіологічного дослідження зараженості досліджуваного зерна, що включало негативний контроль та чотири дослідних варіанти, було виявлено спори таких патогенних грибів як *Alternariaspp.*, *Cladosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Helminthosporium spp.*, та *Nigrosporaspp.* Результати кількісного оцінювання у трьох паралелях відображено у таблиці 1.10, а на рис. 1.3 наведено наочну динаміку (співвідношення) середніх значень зараженості зерна пшениці.

Таблиця 1.10 – Результати кількісного оцінювання зараженості (%) досліджуваного зерна пшениці

Показники		Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
			10	16	24	30
<i>Cladosporium spp.</i>	Характеристика паралельних досліджень	7-4	4-1	2-1	2-1	3-1
	Результат	5,3	2,3	1,7	1,3	1,7
<i>Alternariaspp.</i>	Характеристика паралельних досліджень	3-2	2-1	3-2	3-1	1-0
	Результат	2,3	1,7	2,3	1,7	0,5
<i>Helminthosporium spp.</i>	Характеристика паралельних досліджень	1-0,5	1	1-0,5	0,5-0	0,5-0
	Результат	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5
<i>Pucciniaspp.</i>	Характеристика паралельних досліджень	0,5-0	0,5-0	0,5-0	0,5-0	0,5-0
	Результат	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
<i>Fusarium spp.</i>	Характеристика паралельних досліджень	17-12	14-10	11-10	10-5	7-4
	Результат	14,3	12,3	10,3	8,0	5,3

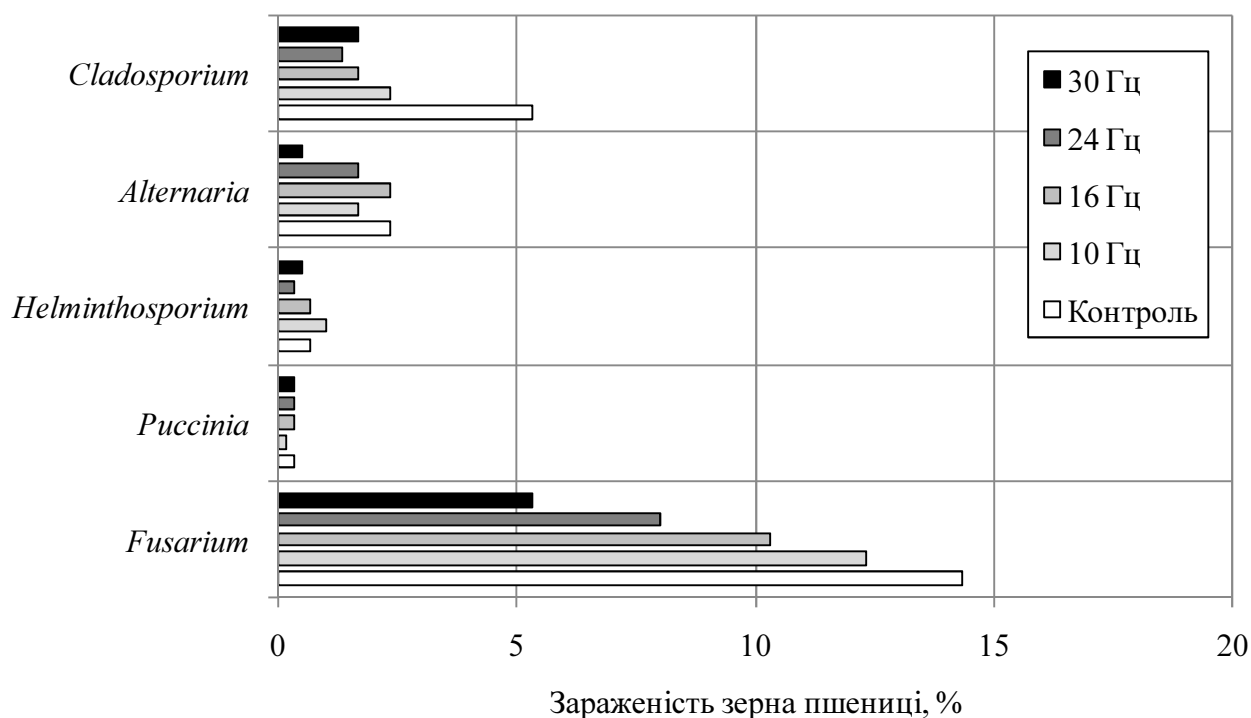


Рисунок 1.3 – Динаміка середніх значень зараженості зерна пшениці

Процентна динаміка зміни зараженості відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки представлено у табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Динаміка зараженості відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки, %

Показники	Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
		10	16	24	30
<i>Cladosporium</i> spp.	100,00	43,75	31,25	25,00	31,25
<i>Alternaria</i> spp.	100,00	71,43	100,00	71,43	21,43
<i>Helminthosporium</i> spp.	100,00	150,00*	100,00	50,00	75,00
<i>Puccinia</i> spp.	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00
<i>Fusarium</i> spp.	100,00	86,05	72,09	55,81	37,21

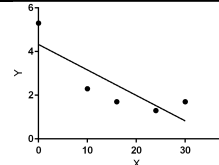
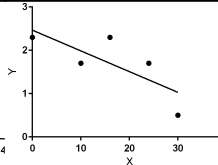
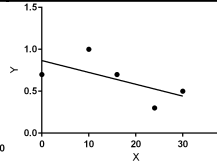
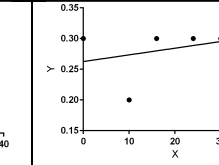
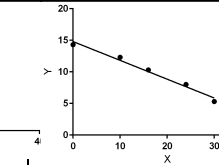
\*статистичний випад, пов'язаний з низьким вихідним значенням, який вписується у невизначеність вимірювання.

Як демонструють отримані результати, стабільне зниження показнику зараженості спостерігається у відношенні таких мікроорганізмів як *Cladosporium*spp. та *Fusarium*spp. Для даних шкідників рівень зниження, який було досягнуто з використанням обробки на рівні 30 Гц досяг значень 31,25% та 37,21% відносно вихідного значення, відповідно.

У всіх інших випадках вплив обробки давав нестабільні результати, які складно інтерпретувати як ефективність або неефективність. Одна з ймовірних причин – низький вихідний рівень зараженості такими шкідниками як *Alternaria spp.*, *Helminthosporium spp.* та *Puccinia spp.* Однак, можливим висновком може бути існування мінімального досяжного рівня зниження зараженості, який може бути досягнуто з використанням даного виду обробки. Потенційно даний рівень може знаходитися в інтервалі 3-0,5%.

Результати дослідження взаємозв'язку між обробкою та зниженням досліджуваного показнику відображено у табл. 1.12.

Таблиця 1.12 – Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості

Статистика	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Helminthosporium spp.</i>	<i>Puccinia spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Коефіцієнт кореляції	-0,8462	-0,7671	-0,6026	0,2855	-0,9903
Коефіцієнт детермінації	0,7093	0,5845	0,4052	0,08152	0,9802
Рівняння лінійної регресії	$Y = -0,1167 \cdot X + 4,327$	$Y = -0,04783 \cdot X + 2,465$	$Y = -0,01413 \cdot X + 0,8661$	$Y = 0,001087 \cdot X + 0,2626$	$Y = -0,2978 \cdot X + 14,81$
Графік лінійної залежності					

Згідно з отриманими результатами, значущий взаємозв'язок та зворотна кореляція між рівнем зараженості та інтенсивністю обробки виявлено для таких мікроорганізмів як *Cladosporium spp.* та *Fusarium spp.* Для даних шкідників підвищення інтенсивності обробки аж до 30 Гц демонструвало ефективне лінійне зниження зараженості.

### 1.3.3 Визначення загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів

За результатами мікробіологічного дослідження загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів виявлено зниження даних концентрації даних мікроорганізмів на один порядок. Середні значення, що отримано з трьох паралельних досліджень відображено у табл. 1.13, а динаміка на рис. 1.4.

Таблиця 1.13– Результати кількісного оцінювання загальної кількості дріжджових та пліснявих грибів (КУО/г) у досліджуваному зерні пшениці

Показники		Контроль	10 Гц	16 Гц	24 Гц	30 Гц
Загальні плісняві гриби	Характеристика паралельних досліджень	75000-68000	5400-4900	4400-3700	4100-3300	2400-2100
	Результат	$7,1 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$
Загальні дріжджові гриби	Характеристика паралельних досліджень	24000-21000	1500-1000	1100-800	2500-1900	2200-1800
	Результат	$2,2 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^3$	$9,3 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$

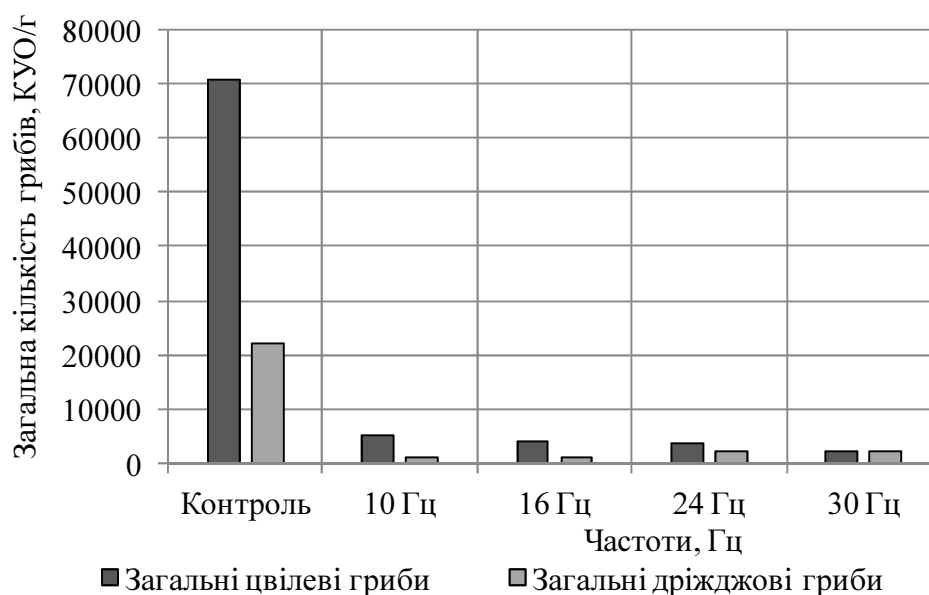


Рисунок 1.4 – Показники середніх значень кількості пліснявих та дріжджових грибів

Згідно з аналізом, найбільш високу ефективність на концентрацію пліснявих грибів здійснила обробка з параметрами 30 Гц, яка дозволила знизити загальне плісняве навантаження на 96,84% від вихідного значення. Найбільшу ефективність з боку концентрації дріжджових грибів демонструє обробка з параметрами 16 Гц, яка дозволила знизити загальне дріжджове навантаження на 95,76% від вихідного значення.

Статистичну обробку взаємозв'язку між динамікою концентрації мікроорганізмів та інтенсивністю обробки продемонстровано у табл. 1.14.

Таблиця 1.14 – Статистичний аналіз взаємозв'язку концентрації дріжджових та пліснявих грибів з інтенсивністю обробки

Статистика	Загальні цвілеві гриби	Загальні дріжджові гриби
Коефіцієнт кореляції	-0,7316	-0,7828
Коефіцієнт детермінації	0,5352	0,6128
Рівняння лінійної регресії	$Y = -569,4 \cdot X + 14778$	$Y = -1994 \cdot X + 49080$
Графік лінійної залежності		

В обох випадках виявлено високу зворотну кореляцію між концентрацією мікроорганізмів та інтенсивністю обробки, що демонструє наявний взаємозв'язок, однак не обґрунтовує його причинно-наслідкову природу. Однак коефіцієнт детермінації в обох випадках не досяг значущого рівня, що можна пов'язати з нестабільністю показників в межах  $10^3$  ступеню.

Враховуючи кількісні показники концентрації, загальний висновок свідчить про здатність обробки ЕМП суттєво знижувати мікологічне навантаження на зерно, однак досліджені параметри обробки не спричиняють повного знищення життєздатних мікроорганізмів.

### Висновки

1. Встановлено можливість зниження контамінованості зерна пшениці фітопатогенними мікроорганізмами *Cladosporium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* та *Nigrospora* за допомогою обробки зараженого ними зерна ЕМП у діапазоні частот 10–30 Гц. Найбільш високий ефект досягається за частоти ЕМП 30 Гц.

2. Показано, що обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц дозволила суттєво знизити контамінованість *Cladosporium* та *Fusarium* — відповідно до 1,75 % та 3,92 % від вихідного показника. Контамінованість мікроорганізмами

*Alternaria* та *Helminthosporium* після обробки зерна за частоти 30 Гц була дещо вищою та склала відповідно 5,15 % і 9,97 % від вихідного показнику. У відношенні *Nigrospora* ефективність знезараження після обробки зерна пшениці була найбільш низькою — вихідне значення контамінованості знизилось до рівня 12,50 % від початкового значення.

3. Встановлено, що найбільш високе зниження концентрації пліснявих грибів забезпечила обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц, яка дозволила знизити загальне плісняве навантаження на 96,84 % від вихідного значення. Найбільшу ефективність з боку зниження концентрації дріжджових грибів показала обробка зерна ЕМП з частотою 16 Гц, яка дозволила знизити загальне дріжджове навантаження на 95,76 % від вихідного значення.

4. На основі результатів досліджень динаміки знезараження патогенних мікроорганізмів встановлено стабільне зниження показника зараженості у відношенні до *Cladosporium* spp. та *Fusarium* spp. Для цих мікроорганізмів рівень зниження, який було досягнуто з після обробки ЕМП з частотою 30 Гц, досяг значень 31,25 % та 37,21 % відносно вихідного значення, відповідно.

У всіх інших випадках вплив обробки ЕМП давав нестабільні результати, однією з ймовірних причин якого був низький вихідний рівень зараженості такими патогенами як *Alternaria* spp., *Helminthosporium* spp. та *Puccinia* spp. Однак, важливим висновком може бути існування мінімального досяжного рівня зниження зараженості, який може бути досягнуто з використанням обробки зерна пшениці ЕМП з частотами 10–30 Гц. Потенційно такий рівень зараженості може знаходитися в інтервалі 3,0–0,5 %.

5. Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості показав значущий взаємозв'язок та зворотну кореляцію між рівнем зараженості та інтенсивністю обробки виявлено для таких мікроорганізмів як *Cladosporium* spp. та *Fusarium* spp. Для даних шкідників підвищення інтенсивності обробки до 30 Гц показало ефективне зниження зараженості.

6. Встановлено високу зворотну кореляцію між концентрацією мікроорганізмів та інтенсивністю обробки, що демонструє наявний взаємозв'язок, але не об-

грунтує його причинно-наслідкову природу. Однак коефіцієнти детермінації для плісневих та дріжджових грибів (0,535 та 0,613) не досягли значущого рівня, що можна пов'язати з нестабільністю показників в межах  $10^3$  ступеню.

7. Враховуючи кількісні показники концентрації мікроорганізмів, загальний висновок свідчить про здатність обробки ЕМП суттєво знижувати мікологічне навантаження на зерно пшениці. Однак досліджені режими обробки зерна ЕМП не спричиняють повного знищення життєздатних мікроорганізмів і потребують у подальшому більш розширеного вивчення.

## Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового елеватора в Одеській області місткістю 24 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

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

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

### **Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства**

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у регіоні, в якому визначаємо наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів.

Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України [32-11]).

Вибираємо потрібну інформацію, а саме – площі та урожайність всіх зернових культур (злакових, бобових, олійних), що вирощують в заданому регіоні (області) з таблиці «Виробництво культур зернових і зернобобових у масі після доробки у 2021 році» [32-11] та заносимо їх в табл. 2.1.

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковра Ю.В.			Розробка проєкту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зерна електромагнітним полем	Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.							36	
Керівник		Макаринська А.В.				ОНТУ ТЗХ-61		
Рецензент								
Зав.кафедри		Макаринська А.В.						

Таблиця 2.1. – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ <sub>базова</sub> , тис. га	Урожайність, $Y_1$ ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, $BZ_1$ , тис. ц
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Одеська область	1228,1	42,7	52452,0

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

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

де  $Y_{\text{базова}}$  – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора - у 2023 році), ц/га;

$Y_{\text{прогноз}}$  – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2026 році), ц/га;

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

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

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

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту; у нашій роботі приймаємо рівним 4.

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

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

де  $ПЛ_{\text{прогноз}}$  – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва, у нашій роботі – у 2023 році), га;

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

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

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

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

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проєкту; у нашій роботі приймаємо рівним 4.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площі оранки на 5% в період з 2023 по 2026 рік та щорічний приріст урожайності на 6% за ті ж роки. Саме ці тенденції приймаємо до уваги до 2026 року (період засвоєння інвестицій) та виконуємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2026 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2020 рік (найближчий доступний), і коригуючих коефіцієнтів на прогностні 4 роки (з 2023 до 2026 року).

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

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

$$У_{\text{прогноз}} = 42,7 \times (1,08)^4 = 58,09 \text{ ц/га,}$$

А прогнозована площа під культивування всіх культур в Одеській області у 2026 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 1228,1 \times (1,08)^4 = 1\,670,82 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Одеській області у 2026 році, який визначаємо за формулою:

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = ПЛ_{\text{прогноз}} \times У_{\text{прогноз}} \times \frac{1}{10}, \text{ тис. тонн,} \quad (2.5)$$

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = 1\,670,82 \times 58,09 \times \frac{1}{10} = 9\,705,79 \text{ тис. тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Одеській області у 2025 році

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$ , тис. га	Середня урожайність, $У_{\text{прогноз}}$ , ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$ , тис. тонн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4=2x3</b>
Одеська область	1670,82	58,09	9705,79

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. В даному випадку їх прогнозна сумарна місткість ( $МЗ_{\text{прогноз}}$ ) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

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

де  $ВЗ_{\text{прогноз}}$  – валовий збір зернових культур, тис. тонн;

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

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

Далі виконаємо необхідні розрахунки:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Одеської області дорівнює:

$$C_{\text{сг}} = 0,2 \times 9705,79 = 1\,941,16 \text{ тис. тонн}$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Одеську область з інших регіонів та із закордону у 2021 році займав 0,5% у структурі валового збору пшениці в Одеській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 9705,79 = 48,53 \text{ тис. тонн}$$

В нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Одеській області у 2026 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 9705,79 - 1\,941,16 + 48,53 = 7\,813,16 \text{ тис. тонн.}$$

Отримані дані заводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Одеському регіоні у 2025 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2026 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$ , тис. тонн	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{сг}}$ , тис. тонн	Ввезення з інших регіонів та із закордону, $I_p$ , тис. тонн	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$ , тис. тонн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4=2x3</b>	<b>5</b>
Одеська область	9705,79	1941,16	48,53	7813,16

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

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

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

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

Дані про сумарну місткість існуючих елеваторних потужностей по областях України можна отримати з Інтернету [33-12]. Так, за даними на початок 2024 року в Одеській області існують зерносховища загальною місткістю 2420,62 тис. тонн, тому визначаємо  $\Delta ПЗ$ :

$$\Delta ПЗ = 7813,16 - 2420,62 = 5\,392,54 \text{ тис. тонн}$$

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

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

- якщо  $\Delta ПЗ > 0$ , то в даному регіоні є дефіцит місткостей;

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

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

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

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

Таким чином, в нашому проекті розрахунки показали, що в Одеській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta ПЗ = 5392,54 \text{ тис. тонн. } > 0,$$

$$\Delta ПЗ \geq ПЗ, \text{ тобто } 5392,54 > 24,0 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового елеватора запланованої місткості 24,0 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

Вантажооборот ( $B$ ) підприємств елеваторної галузі розраховуємо за формулою:

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

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

$K_0$  – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для хлібоприймального підприємства з зерносховищами складського типу  $K_0 = 0,8 \dots 1,0$ ; для міні-елеватора (до 15 тис. тонн)  $K_0 = 1,0$ ; для міні-елеватора коливається у межах  $K_0 = 1,0 \dots 1,5$ ; для проміжного (змішаного) типу  $K_0 = 3,0 \dots 6,0$ ; для виробничого (перевалочного)  $K_0 = 2,0 \dots 8,0$  [34-13]. Приймаємо  $K_0 = 1,5$ .

У випадку проекту будівництва нового елеватора вантажооборот буде дорівнювати:

$$B = 1,2 \times 24,000 = 36,000 \text{ тис. тонн}$$

Для проєкту будівництва нового елеватора вхідні дані для розробки будуть наступними, що представлені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розробки проєкту будівництва елеватора

<b>ПОКАЗНИКИ</b>	
<b>Місткість групи силосів, що проєктується, тонн</b>	<b>24000</b>
Область	Одеська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, $K_0$	<b>1,5</b>
<b>Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, <math>A_{пр}^a</math>, т/рік</b>	<b>36 000</b>
у тому числі:	
<b>Річний об'єм приймання ранніх культур <math>A_{п р}^{a(p)}</math>, т/рік</b>	<b>18 000</b>
Пшениці (% від обсягу ранніх культур)	80
Ячменю (% від обсягу ранніх культур)	20
Частки зерна ранніх культур, що надходить а/т	
Сухе (W до 15%)	0,6
Вологе (W понад 15-17% вкл.)	0,2
Вологе (W понад 17-22% вкл.)	0,2
Період заготівель ранніх культур $P_r$ , діб	30
<b>Річний об'єм приймання пізніх культур <math>A_{п р}^{a(p)}</math>, т/рік</b>	<b>18 000</b>
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	100
Частки зерна пізніх культур, що надходить а/т	
Сухе (W до 15%)	0,4
Вологе (W понад 15-17% вкл.)	0,45
Вологе (W понад 17-22% вкл.)	0,15
Період заготівель пізніх культур $P_r$ , діб	40
<b>Загальний річний обсяг відвантаження зерна на залізничний транспорт, <math>A_{вп р}^3</math>, тонн</b>	<b>36 000</b>
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпуску на залізничний транспорт, $K_M^3$	2,0
Коефіцієнт добової нерівномірності відпуску на залізничний транспорт, $K_D^3$	2,5
Період роботи за рік, діб	330

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Одеської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва нового елеватора місткістю 24,0 тис. тонн в Одеській області.

### Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### Основні розрахункові положення

Періоди (рік, місяць, доба, година), за які на елеваторі виконані максимальні об'єми роботи по прийманню і відпусканню зерна, називають розрахунковими. Ці об'єми роботи в фізичних тоннах потрібно використати для розрахунку обладнання елеватора, що проектується. Для заготівельних елеваторів, фіксуючих об'єм заготівель зерна в заліковій масі ( $A_{\text{зал}}$ , т), необхідно передбачати його перерахунок у фізичні тонни ( $A$ ):

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

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

$$A = 36000 \times 1 = 36000 \text{ т}$$

Тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна ( $P_p$ ), визначаємо з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов і приймаємо:

– коефіцієнт добової ( $K_{\text{д}}^{\text{а}}$ ) нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо в залежності від об'єму заготівель ( $A$ ) і тривалості їх розрахункового періоду ( $P_p$ ) за табл. 3.1 [35]. Приймаємо  $K_{\text{д}}^{\text{а}} = 1,7$ ;

– коефіцієнти погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом ( $K_{\text{г}}^{\text{а}}$ ) в залежності від максимального добового надходження приймаємо за табл. 3.2 [35]. Приймаємо  $K_{\text{г}}^{\text{а}} = 2,9$ .

Можливе число різнорідних партій зерна ( $P$ ), що надходить автомобільним транспортом на підприємство протягом розрахункового періоду, приймаємо за табл. 3.3 [35]. Число партій зерна, що надходять автомобільним транспортом за добу ( $P_{\text{д}}$ ), залежить від об'єму заготівель ( $A$ ), тривалості розрахункового періоду ( $P_p$ ) і числа різнорідних партій, що надходять за цей період (табл. 3.4) [35].

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ковра Ю.В.				Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зерна електромагнітним полем	Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.							43	
Керівник	Макаринська А.В.					ОНТУ ТЗХ-61		
Консульт. / Рецензент	Макаринська А.В.							
Зав. кафедри	Макаринська А.В.							

Розрахунковий час роботи стаціонарних зерносушарок на заготівельних елеваторах приймаємо 615 годин на місяць.

Розрахунковий час роботи обладнання (крім зерносушарок) Т – приймаємо 24 год на добу.

При відпусканні на залізничний транспорт коефіцієнти місячної ( $K^3_m$ ) і добової ( $K^3_d$ ) нерівномірності приймаємо 2,0 і 2,5 відповідно [35].

### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

#### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ( $A^a_{пд}$ ) і погодинний ( $A^a_{пг}$ ) об'єми визначаємо окремо для ранніх і пізніх культур за формулою:

$$A^a_{пд} = \frac{0,8 * A^a_{нз} * K^a_d}{P_p}, \text{ т/добу}, \quad (3.2)$$

де  $K^a_d$  — коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна з автотранспорту;

Pr — тривалість розрахункового періоду.

для ранніх:  $(0,8 \cdot 18000 \cdot 1,7) / 30 = 816 \text{ т/добу}$

для пізніх:  $(0,8 \cdot 18000 \cdot 1,7) / 40 = 612 \text{ т/добу}$

$$A^a_{нз} = \frac{A^a_{пд} * K^a_z}{T}, \text{ т/год} \quad (3.3)$$

для ранніх:  $(816 \cdot 2,9) / 24 = 99 \text{ т/год}$

для пізніх:  $(612 \cdot 2,9) / 24 = 74 \text{ т/год}$

При відпусканні зерна залізничним транспортом розрахунковий добовий об'єм ( $A^3_{вп д}$ ) визначаємо:

$$A_{\text{вп}}^3 = (A_{\text{вп р}}^3 * K_{\text{м}}^3 * K_{\text{д}}^3) / 330; \quad (3.4)$$

$$A_{\text{вп}}^3 = (36000 * 2 * 2,5) / 330 = 545,46 \text{ т/год}$$

де  $A_{\text{вп р}}^3$  — річний об'єм відпускання зерна на залізничний транспорт;

330 — період роботи за рік, вибираємо з [35];

$K_{\text{м}}, K_{\text{д}}$  — коефіцієнти місячної і добової нерівномірності приймаємо 2,0 і 2,5 відповідно [35].

Приймаємо для подальших розрахунків обсяг добового відпускання зерна на залізничний транспорт, що дорівнює 560 т/добу, що складе 1 подачу з восьми вагонів місткістю по 70 т кожний.

### 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

#### 3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

Необхідне число і продуктивність сепараторів повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна.

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

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left( \frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right), \text{ т/год}, \quad (3.5)$$

де  $P_p$  — тривалість розрахункового періоду, діб;

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

$K_1, K_2, \dots, K_n$  — коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок (Дод. В) [35].

$$\sum Q_c = (0,04/30) \cdot (14400 / 0,92 + 3600 / 0,73) = 27,4 \text{ т/год}$$

Число сепараторів основного очищення ( $N_c$ ) визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_c}, \text{ шт} \quad (3.6)$$

$$N_c = 27,4 / 50 = 0,55 \approx 1 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали необхідність одного сепаратора марки А1-БЦС-50, продуктивністю 50 т/год.

### 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 період заготівель.

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

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначаємо за формулою:

$$A_{\text{спід}} = 0,8 \cdot A_{\text{пз}}^a \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{кз}} \cdot K_{\text{п}}, \text{ пл. т} \quad (3.7)$$

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

$K_{\text{в}}$  — коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння (визначаємо за табл. 1.8, виходячи з частки вологого і сирого зерна в загальному об'ємі заготівель [35]);

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

Його чисельне значення визначаємо за формулою:

$$K_{\text{кзрв}} = \frac{A_1 K_{\text{к}^3_1} + A_2 K_{\text{к}^3_2} + \dots + A_n K_{\text{к}^3_n}}{A}, \quad (3.8)$$

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

$K_{\text{кз}1}, K_{\text{кз}2}, \dots, K_{\text{кз}n}$  — коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується (приймаємо за табл. 1.9 [35]);

$$K_{\text{кзрв}} = (14400 \cdot 1,0 + 3600 \cdot 1,0) / 18000 = 1,0$$

Чисельні значення середньозваженого коефіцієнта, що враховує призначення партій зерна, визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пзрв}} = \frac{A_1 K_{\text{п}1} + A_2 K_{\text{п}2} + \dots + A_n K_{\text{п}n}}{A} \quad (3.9)$$

де  $K_{п1}, K_{п2}, \dots, K_{пn}$  — коефіцієнти, що враховують призначення зерна.

$$K_{псрв} = (14400 \cdot 1,0 + 3600 \cdot 1,0) / 18000 = 1,0$$

$$A_{српід}^{ранні} = 0,8 \cdot 18000 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 8640 \text{ пл.т}$$

$$A_{српід}^{пізні} = 0,8 \cdot 18000 \cdot 0,7 \cdot 1,54 \cdot 1,0 = 15523 \text{ пл.т}$$

Число партій вологого і сирого зерна, що вимагає сушіння визначаємо табл. 3.9 [35]. Приймаємо рівним 4.

$$A_{сз/с} = 20,5 \cdot Q_{з/с п} \cdot K_{пер} \cdot Пр \cdot K_{д}, \text{ пл. т} \quad (3.10)$$

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

$K_{пер}$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї (приймаємо за табл. 3.11 [35]);

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

20,5 — число часів роботи зерносушарки протягом доби, год.

$$A_{сзс}^{ранні} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,94 \cdot 30 \cdot 1,0 = 14453 \text{ пл.т}$$

$$A_{сзс}^{пізні} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,94 \cdot 40 \cdot 1,0 = 19270 \text{ пл.т}$$

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

Розрахунки показали необхідність 1 зерносушарки, продуктивністю 25 т/год. Приймаємо зерносушарку шахтну ЗШ-1500Г на природному газі.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурною називається схема технологічного процесу, яка показує послідовність виконання операцій із зерном на елеваторі. Для проектуемого елеватора вона має вигляд (рис. 3.1).

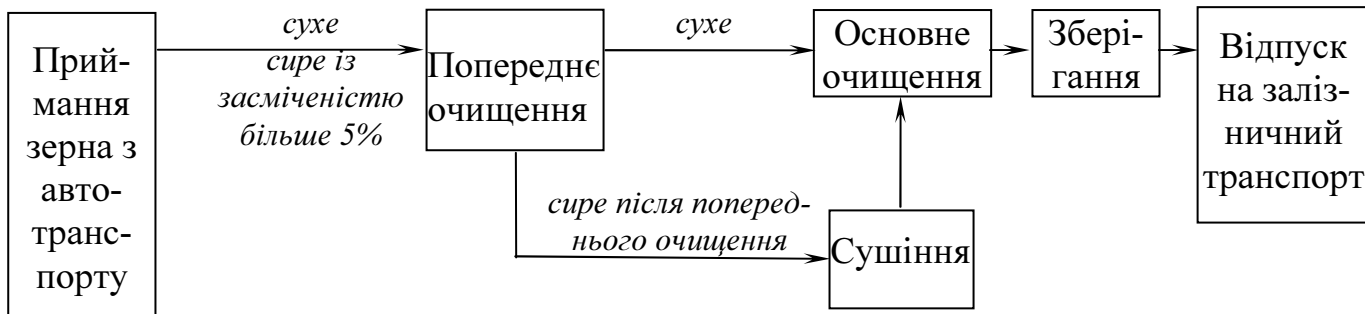


Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу післязбиральної обробки зерна

Принципову схему проєктованого елеватора будемо на базі структурної і показуємо, на якому устаткуванні плануємо виконувати кожну операцію, де необхідно установити міжопераційні бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюючий бункер чи силос.

При розробці принципової схеми прагнули до того, щоб виконання всіх намічених операцій із зерном проводилося з мінімальним числом його піднімань, тобто вона була одноступінчастою.

Транспортно-технологічні лінії міні елеватора:

- лінія приймання сухого зерна з автомобільного транспорту;
- лінія приймання вологого і сирого зерна з автомобільного транспорту;
- лінія очищення зерна;
- лінія сушіння зерна;
- лінія відпуску зерна на залізничний транспорт.

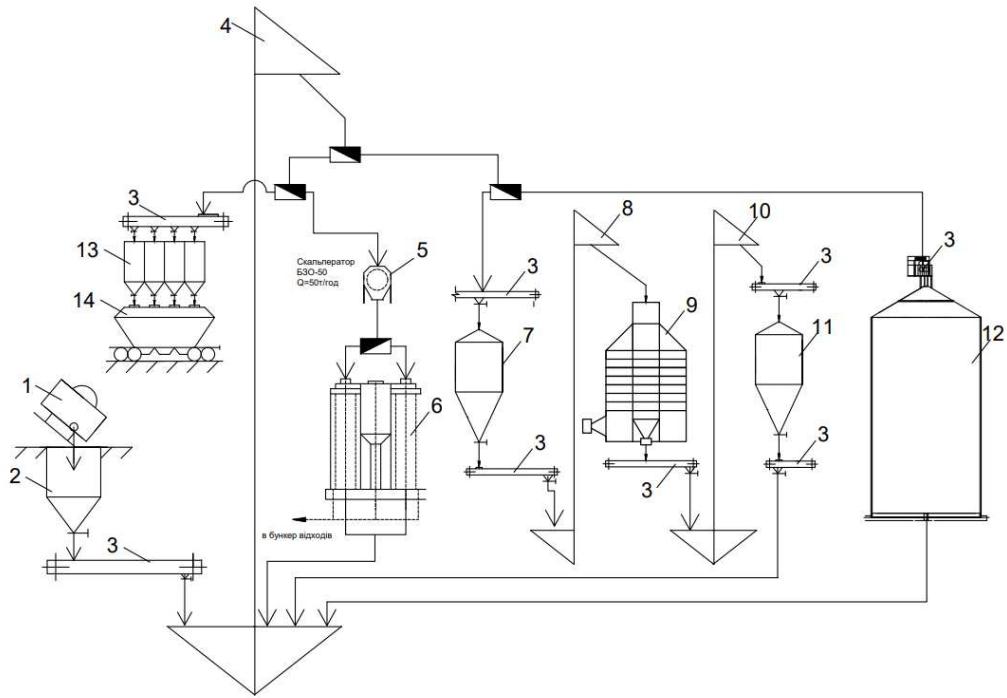
Принципова схема проєктованого елеватора представлено на рис. 3.2.

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

### 3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

#### 3.1.4.1 Розрахунок основних норій

Норії, що встановлюються в спорудихлібоприймальних підприємств і елеваторів, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні і спеціалізовані.



1 – автомобіль; 2 – приймальний бункер; 3 – конвеєр; 4 – норія робочої башти; 5 – машина попереднього очищення; 6 – сепаратор основного очищення; 7 – до сушильний бункер; 8 – норія сирого зерна; 9 – зерносушарка; 10 – норія сухого зерна; 11 – після сушильний бункер; 12 – силос для зберігання зерна; 13 – відпускні накопичувальні бункери на залізничний транспорт; 14 – вагон

Рисунок 3.2 – Принципова схема технологічного процесу

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачаємо:

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

б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби [35].

До спеціалізованих норій відносити:

зерносушильні; ті, що подають зерно на попереднє очищення в потоці приймання; для транспортування відходів; для розвантаження і відвантаження засобів доставки зерна і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні ємкості. Визначення продуктивності і числа спеціалізованих норій проводять виходячи з розрахункової продуктивності відповідних потоків.

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

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюємо у три етапи:

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

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

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

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

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

**зовнішні**

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

**внутрішні**

– **основне очищення зерна у добовому обсязі**

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^{\text{а}} + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^{\text{з}} + A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}), m \quad (3.11)$$

де  $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{з}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}$ —добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним, залізничним і річковим (або морським) транспортом, відповідно,  $m$ ;

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

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{сд} = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a}{\Pi_p} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a}{\Pi_p} (1 - \alpha_0) = A_{пд}^a (1 - \alpha_0), \text{ т} \quad (3.12)$$

де  $A_{пр}^a$  — річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство, т.

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

Мінімальну продуктивність норій на операціях відпуску зерна на залізничний транспорт визначаємо за формулою:

$$Q_{min}^3 = \frac{A_{снд}^3}{n_o \cdot T_{сн}^3 \cdot K_{ін}}, \text{ т/год} \quad (3.13)$$

де  $(A_{снд}^3)$  – розрахунковий добовий об'єм відпуску зерна на залізничний транспорт;

$n_o \leq 2$  – кількість норій, що одночасно беруть участь в операції;

$K_{ін}$  – коефіцієнт інтенсивного використання паспортної продуктивності норій для зерна вологістю до 1 % и засміченістю до 5 % ([35]);

$T_{н}^3, T_{сн}^3$  — час виконання операцій з залізничним транспортом по прийманню і відпуску зерна, відповідно, год.

Час виконання операцій по відпуску зерна на залізничний транспорт ( $T_{н}^3, T_{сн}^3$ ) розраховуємо за формулою:

$$T_{сн}^3 = (T_{зв} + T_{нн}) \cdot n_{год} = (3,67 + 2) \cdot n_{год} = 5,67 \cdot n_{год}, \text{ год} \quad (3.14)$$

$$Q_{min}^a = 560 / (2 \cdot 5,67 \cdot 0,85) = 58,10 \text{ т/год}$$

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

$$Q_{min}^a = \frac{A_{пг}^a}{n_o \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}} \quad (3.15)$$

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

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

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

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

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

$$K_{вс} = (0,2 + 0,2) \cdot 0,85 + (1 - 0,2 - 0,2) \cdot 1 = 0,94$$

$$Q_{min}^a = 99 / (2 \cdot 0,94 \cdot 0,9) = 58,5 \text{ т/год}$$

Більше з отриманих розрахункових значень мінімальної продуктивності округляємо до найближчого стандартного – 50 т/год і вважаємо його мінімальною продуктивністю основних норій  $Q_1$ .

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

Перелік операцій із зерном, здійснення яких планується на елеваторі, встановлюється в завданні на проектування або матеріалами технологічних пошуків. Перелік операцій, які збігаються у часі (рекомендується при відсутності таких даних в завданні і т.п.) наведений в табл. 3.14 [35].

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

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

Подальші розрахунки ведемо по двох варіантах: для обраної мінімальної продуктивності  $Q_{min} = Q_1 = 100$  і для  $Q_2 = 175$  т/год.

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

№ п/п	Операції, які збігаються у часі	Розрахункова формула	Розрахунок кількості норій при $Q_{min}=Q_1$
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_{п}^a = \frac{A_{пг}^a}{Q_1 \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$n_{п}^a = 99 / (50 \cdot 0,94 \cdot 0,90) = 2,34$
2	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{оч} = \frac{A_{очд}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$	$n_{оч} = 816 / (24 \cdot 50 \cdot 0,92) = 0,74$
3	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$n_c = \frac{A_{сд}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$	$n_c = 816 / (24 \cdot 50 \cdot 0,92) = 0,74$
	Всього норій	$\sum N$	3,82

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

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

Таблиця 3.2 – Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу

Найменування операції	Розрахункова формула	Кількість норіє-годин при продуктивності	
		$Q_1 = 50$ т/год	$Q_2 = 100$ т/год
Переміщення зерна з накопичувальних бункерів прийому з автотранспорту	$H_{п}^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$H_{п}^a = 816 / (50 \cdot 0,94 \cdot 0,90) = 19,29$	$H_{п}^a = 816 / (100 \cdot 0,94 \cdot 0,85) = 10,21$
Відпуск на залізничний транспорт	$H_{вп}^3 = \frac{A_{впд}^3}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{вп}^3 = 560 / (50 \cdot 0,94 \cdot 0,82) = 14,53$	$H_{вп}^3 = 560 / (100 \cdot 0,94 \cdot 0,80) = 7,45$
Забирання зерна після основного очищення в силоси	$H_{оч} = \frac{A_{очд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{оч} = 816 \cdot 0,2 / (50 \cdot 0,94 \cdot 0,92) = 3,77$	$H_{оч} = 816 \cdot 0,2 / (100 \cdot 0,94 \cdot 0,90) = 1,93$
Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$H_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_c = 816 \cdot 0,8 / (50 \cdot 0,94 \cdot 0,92) = 15,10$	$H_c = 816 \cdot 0,8 / (100 \cdot 0,94 \cdot 0,90) = 7,72$
Усього норіє-годин	$\sum H$	52,69	27,31

Після розрахунку сумарної кількості норіє-годин розраховуємо потрібну кількість основних норій ( $N$ ) для двох вищеназваних варіантів їх продуктивності ( $Q_1 = Q_{min}$  та  $Q_2$ ) за формулою

$$N = \frac{\Sigma H}{24 \cdot K_t}, \text{ шт} \quad (3.17)$$

де  $K_t$  — коефіцієнт екстенсивного використання норій за часом, який залежить від кількості норій. Визначаємо у відповідності з «Нормами проектування...» [36] з табл. 3.17 [35].

$$N_{50} = 52,69 / (24 \cdot 0,70) = 3,14 \approx 3 \text{ шт.}$$

$$N_{100} = 27,31 / (24 \cdot 0,70) = 1,63 \approx 2 \text{ шт.}$$

Отже з розрахунку бачимо, що для проектуємого елеватора достатньо буде трьох норій продуктивністю 50 т/год., що дасть змогу виконати максимальний об'єм запланованих робіт. Також бажано передбачити спеціалізовані норії, котрі будуть слугувати для подачі зерна в накопичувальні ємкості, для забору продукту із зерносушарок і подачі його в післясушильні бункера.

#### **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 із зануреними шкрябаннями;
- гвинтові.

Число конвеєрів визначаємо:

- для приймання зерна з автотранспорту згідно з [35];

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

Число надсилосних конвеєрів визначаємо 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 труби до горизонту  $36^\circ$ ) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани та ін.) приймаємо відповідно нормативних документів та табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Залежність розмірів самопливів від продуктивності обладнання

	Продуктивність транспортного обладнання Q, т/ч					
	50	100	175	250	350	500
Діаметр, мм	150	250	300	350	400	450

Приймаємо: при  $Q = 100$  т/год –  $d = 250$  мм [35].

Кут нахилу зернопроводу для пшениці або ячменю в комунікаціях до зерносушарок приймаємо –  $45^\circ$ , на всіх інших –  $36^\circ$ . Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, приймаємо згідно з [35], приймаємо  $d = 300$  мм, кут –  $54^\circ$ .

Товщину металу для зернопроводів приймаємо 5 мм.

### 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

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

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

$$N_{Л} = \frac{1,2 \times A_{ПГ}^a}{Q_{Л}^a \times K_{К}^T \times K_{БЗ}^T}, \text{ штук} \quad (3.18)$$

де  $Q_{Л}^a$  — продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту (т/год), що встановлюємо за табл. 3.20 [35];

$K_K^T$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці (встановлюємо за табл. 3.21) [35];

$K_{ВЗ}^T$  — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості (встановлюємо за табл. 3.22) [35];

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

$$N_{л} = 1,2 \cdot 99 / (147 \cdot 0,9 \cdot 0,97) = 0,93 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один приймальний потік.

Фактична продуктивність механізмів для завантаження зерна в залізничні вагони визначається за формулою:

$$Q_{ВЗ} = \frac{A_{\text{под}}^3}{T_{зв} \cdot K_{ін} \cdot K_K}, \text{ т/год} \quad (3.19)$$

де  $T_{зв}$ —завантаження однієї подачі вагонів  $T_{зв} = 3 \text{ год } 40 \text{ хв. (3,67 год)}$ .

$$Q_{ВЗ} = 560 / (3,67 \cdot 0,85 \cdot 0,9) = 199,46 \text{ т/год}$$

Кількість відпускних потоків визначаємо за формулою:

$$n_{ВП}^3 = \frac{Q_{ВЗ}}{Q_{тр}}, \text{ шт.}, \quad (3.20)$$

де  $Q_{тр}$  —паспортна продуктивність вантажних механізмів (вибираємо відповідно до номенклатури діючого обладнання), т/год.

$$n_{ВЗ}^3 = 199,46 / 500 = 0,40 \approx 1 \text{ од.}$$

Завантаження вагонів передбачаємо з відпускних накопичувальних бункерів загальною місткістю не менше за вантажність однієї подачі через люки в даху, зі швидкістю зерна на виході не менше за 12 м/с.

### 3.2 Обробка і зберігання відходів

Після прийняття зерна на зберігання підприємство проводить технологічні операції для забезпечення його кількісного та якісного зберігання. Розміщення зерна в елеваторах (складах) проводиться за принципом формування великих

однорідних партій за культурами та їх якістю (типами, класами тощо), метою використання (зберігання, застава, перероблення).

Основними операціями із дробки зерна в елеваторах (складах) є його очищення, сушіння, вентилявання, знезараження.

При очищенні зерна від смітної домішки утворюються побічні продукти і відходи.

Класифікація продуктів, які одержують при очищенні, переробці зерна на підприємствах галузі хлібопродуктів:

Основні продукти:

а) зерно продовольче, фуражне (включаючи природні суміші зерна різних культур) і насіння олійних культур та сортове насіння;

б) борошно;

в) крупи.

Побічні продукти:

а) зернова суміш від первинної обробки, яка містить від 50 до 70% (включно) зерен продовольчих (включаючи круп'яні), кормових і зернобобових культур, які за стандартами належать до основного зерна або до зернової домішки;

б) зернова суміш від первинної обробки, яка містить від 70 до 85% зерен продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, які за стандартами належать до основного зерна або до зернової домішки;

в) мучка кормова, яку одержують при виробництві борошна і круп;

г) висівки;

д) зародок, який відбирають при переробці зерна в борошно і крупи;

е) дрібка кормова - просяна й вівсяна, січка горохова, одержані при виробництві круп, а також подрібнене зерно кукурудзи, яке проходить крізь сито з отворами діаметром 2,5 мм.

Відходи першої категорії:

а) зернові відходи з вмістом зерна від 30 до 50% (включно);

б) зернові відходи з вмістом зерна від 10 до 30% (включно);

в) борошняні витряски й борошняні змійки;

г) пил оббивний білий.

Відходи другої категорії:

а) зернові відходи з вмістом зерна від 2 до 10%;

б) стержні качанів кукурудзи, кукурудзяна плівка, лузга горохова, лузга м'яка вівсяна і ячмінна, полова;

в) пил оббивний сірий.

Відходи третьої категорії:

а) відходи від очищення зерна (схід з приймального сита сепаратора, прохід крізь нижнє сито сепаратора) з умістом зерна не більше 2%, солом'яні частини;

б) лузга рисова, просяна, гречана, жорстка - вівсяна і ячмінна, пил аспіраційний і оббивний чорний;

в) кукурудзяні обгортки.

Розрахунки за надані послуги проводяться за кожен фактично знятий тонно-процент або планову тонну сирого, вологого та засміченого зерна, виходячи з фізичної маси зерна по надходженню.

При надходженні зерна з вологістю та смітною домішкою вище базисних кондицій, що зазначені в договорі складського зберігання, але при цьому зерно не потребує сушіння та очищення і ці послуги не надаються, розрахунки не проводяться. В акті доробки (форма №34) зазначаються маса та якість зерна до і після доробки, фактична маса та якість одержаних побічних продуктів і відходів.

При очищенні на зерноочисних машинах партії зерна в потоці приймання її маса визначається за даними бухгалтерського обліку, виходячи з даних про приймання зерна на кожну потокову лінію. У разі очищення частини зерна, що зберігається в складі, маса до доробки визначається шляхом зважування або шляхом обміру. Спосіб визначення маси зерна до доробки вказується в розпорядженні за формою № 34.

На елеваторах, сушильно-очисних баштах і механізованих складах, оснащених стаціонарними вагами, маса зерна, що відпускається для доробки, визначається шляхом зважування.

До актів на доробку за формою № 34 додаються картки аналізу зерна форми № 47 та відомості зважування (форма №171а, №171б) відходів і побічних продуктів. При складанні актів про очищення зерна віднесення домішок, що містяться у відходах, до смітної або зернової домішки проводиться за державним стандартом на відповідну культуру.

Одержані при очищенні зерна побічні продукти і відходи I та II категорій передаються в цех (склад) відходів за фактичною масою та якістю, визначеними окремо для кожної доробленої партії зерна, списуються з рахунку основної культури і оприбутковуються за місцем зберігання.

Відходи III категорії (не кормові) у міру накопичення зважуються і вивозяться з території підприємства (знищуються) в присутності комісії, призначеної керівником підприємства. До складу комісії повинні входити: матеріально відповідальна особа, начальник ВТЛ, начальник охорони підприємства. Якість відходів III категорії (не кормових) перевіряється ВТЛ. Вивіз відходів III категорії здійснюється на підставі наказу керівника підприємства (форма №16). Знищення відходів III категорії (не кормових) оформляється актом форми №23, який затверджується керівником підприємства. Вивіз відходів III категорії (не кормових) з території підприємства на знищення проводиться за перепустками форми №196. Якщо відходи III категорії (не кормові) використовуються на внутрішні виробничі цілі (як паливо та інше), їх реалізація оформляється наказом та накладною на внутрішнє переміщення хлібопродуктів (форма №19). При використанні відходів III категорії (не кормових) для реалізації населенню як палива та на інші цілі – оформляються розпорядження-наказ та товарно-транспортна накладна.

Результати зважування відходів усіх категорій, а також побічного продукту реєструються у ваговому журналі форми № ЗХС-28, де реєструється і відпуск зерна. До акта форми № 34 додається акт розподілу відходів, у якому вказується перелік власників зерна, що підлягає доробці, з показниками якості і кількості до доробки [37].

### 3.3 Проектування зерносховищ

Для приймання зерна з автотранспорту приймаємо бункер місткістю 50 т. Відпускні накопичувальні на залізничний транспорт в кількості 4, місткістю 20 т кожний. Досушильні та післясушильні бункери по два, місткістю 120 т кожний.

Для зберігання передбачаємо силоси круглі з плоским днищем (рис. 3.3). Необхідні ємності на елеваторі складають 24 тис. тонн – 14 силосів марки СМВУ 110.17.В12, місткістю 1654 т. Загальна місткість 23156 тонн.

Зважаючи на можливість розвитку шкідливої мікробіоти (патогенних плісень тощо), що обумовлено явищем конденсації вологи під дахом силосів за рахунок перепадів температури навколишнього середовища, у кожному силосі передбачено установку компактних генераторів ЕМП. За даними проведених нами досліджень (див. розділ 1) генератори матимуть частоту ЕМП 30 Гц та будуть вмикатись за необхідності проведення знезараження зерна. Місце установки генераторів показано на рис. 3.3 та на графічній частині проекту.

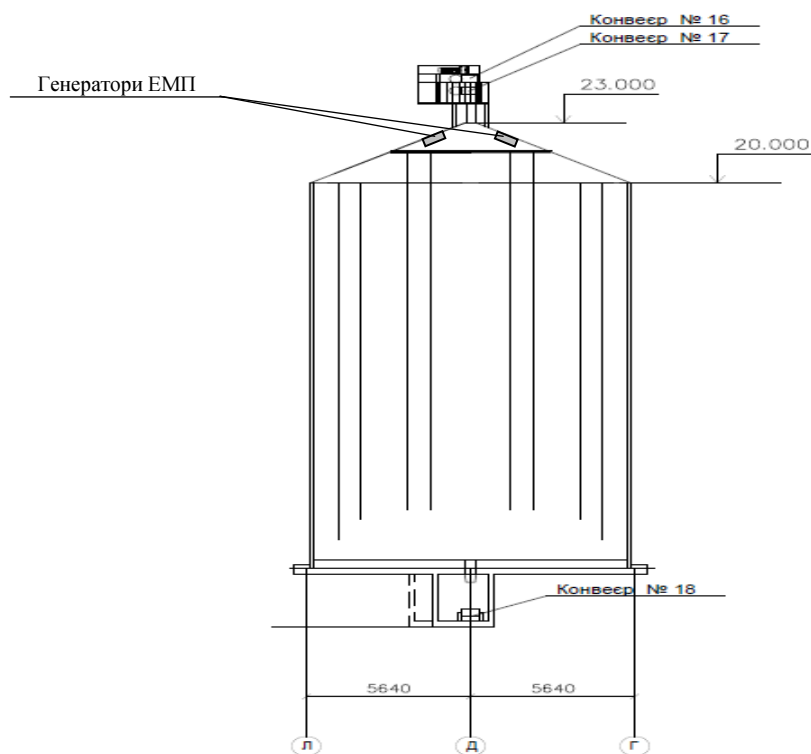


Рисунок 3.3 – Загальний вид силосу

Досушильні та післясушильні бункери приймаємо 4 силоси з конусним днищем марки СМВУ 73.04.К45.В12, місткістю 120 т кожний.

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

#### **Розміщення устаткування на планах поверхів робочої башти**

Основні норії розташовані віссю барабана перпендикулярно осі робочої башти. Серед поверхів виділяємо поверхи головок норій та поверхи сепараторів.

Розміри робочої башти елеватора в плані визначаємо за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора. За довжиною диктуючим поверхом є поверх головок норій, за шириною - поверх сепараторів.

#### **Розташування основного устаткування на поверхах приймальних пристроїв**

Найбільша довжина 12600 мм у поверха головок норій, він є диктуючим дожиною робочої будівлі, а ширина 6700 мм у поверха сепаратора, тобто поверх сепаратора є диктуючим ширину, а поверх норій довжину робочої будівлі.

$$L = 12600\text{мм}; B = 6700\text{мм}.$$

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

Проектування планів поверхів робочої башти проводять у наступній послідовності:

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

При проектуванні кожна норія, щоб уникнути парусності, буде закріплена в металевому каркасі. Сепаратор розміщується на закритій площадці, яка кріпиться до індивідуального каркасу між основними норіями.

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

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

$$H_{6.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м}, \quad (3.21)$$

де  $h_1$  — висота підставки під башмак, призначеної для зручності спорожнювання 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 на вертикальну площину, м;

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

$h_9 = 0,5 \dots 0,6$  м — висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки підсилоного конвеєра [38, 39].

$$H_{6.н.} = 150 + 450 + 155 + 75 + 185 + 75 + 465 + 445 + = 2000 \text{ мм}$$

Приймаємо висоту рівною 5000 мм.

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

При установці норій перпендикулярно довгій осі робочої башти висота поверху головок норій складається:

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

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

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

$h_4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  — величина проекції диктуючого самопливу, який подає зерно в надваговий бункер, на вертикальну площину, м;

При установці норій паралельно довгій осі робочої башти, коли самоплив, що подає зерно з норії в надваговий бункер, розташований під прямим кутом до подовжньої осі норії, висота поверху головок норій складається:

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ м}, \quad (3.23)$$

де  $h_1 = 0,5 \dots 0,6$  м — монтажна висота [6, 7];

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

$h_4$  — висота спеціального патрубку, м;

$h_5 = \operatorname{tg} \alpha$  — величина проекції диктуючого самопливу, який подає зерно в надваговий бункер, на вертикальну площину, м;

$$H_{г.н.} = 500 + 600 + 400 + 1200 = 2700 \text{ мм.}$$

Приймаємо висоту рівною 4800 мм.

### **Розрахунок висот поверху зерноочисних машин робочої будівлі елеватора**

Висота поверху сепараторів основної очистки складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad (3.24)$$

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

$h_2$  — висота введення самопливної труби, м;

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

$h_4$  — висоти проекції диктуючої самопливної труби на вертикальну площину, м ( $45^\circ$ );

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

$$H_c = 3792 + 12000 = 4992 \text{ мм;}$$

Приймаємо висоту рівною 5000 мм.

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

На даному міні-елеваторі не передбачено накопичувальних ємностей, які потребували б розрахунку. Необхідні ємності на міні елеваторі складають 24 тис. тонн.

Приймаємо 4 силоси марки СМВУ 73.04.К45.В12, місткістю 120 т, 14 силосів марки СМВУ 110.17.В12, місткістю 1654 т. Загальна місткість 23156 тон.

При використанні наближеного способу визначення місткості бункерів  $E_6$  застосовуємо формулу:

$$E_6 = \psi \cdot \gamma \cdot A \cdot B \cdot h, \quad (3.25)$$

де  $\psi$  — коефіцієнт використання обсягу;

$\gamma$  — об'ємна маса зерна (приймаємо звичайно  $\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$ );

$A$  і  $B$  — довжина і ширина бункера відповідно, м;

$h$  — висота бункера, м.

$$E_6 = 0,96 \cdot 0,75 \cdot ((3,14 \cdot 11,28^2)/4) \cdot 23,00 = 1654 \text{ т}$$

Далі розраховуємо потрібну кількість силосів ( $n$ ) за формулою:

$$n = \frac{E_e}{E_c}, \text{ шт} \quad (3.26)$$

де  $E_e$  — задана місткість проєктованого елеватора, т;

$E_c$  — місткість силоса обраного розміру, т.

$$n = 24000 / 1654 = 14,5$$

Згідно об'ємно-планувальним рішенням приймаємо 14 силосів, по 7 силосів в два ряди. Потім розробляємо схему компоновання силосів.

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

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

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

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

При характеристиці технологічного процесу зерносховищ використовуємо три види схем: структурну, принципову і робочу (технологічну). Ці схеми в названій послідовності в міру конкретизації впливають одна з іншою.

Структурною схемою називається визначена технологічним процесом зерносховища послідовність і взаємозв'язок операцій.

Принципова схема – це конкретизована структурна схема, що показує взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування, накопичувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці. Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана операція і місце між операційних бункерів.

Робоча схема руху зерна і відходів (РСРЗіВ) – це розгорнута принципова схема із зображенням усіх позицій схеми, зазначенням нумерації позицій, технічної характеристики обладнання і ємностей, рішенням взаємної ув'язки обладнання та ємностей, з приведенням таблиці ходів норій.

При експлуатації робоча схема руху зерна і відходів на елеваторі дозволяє грамотно вести технологічний процес обробки зерна, даючи можливість найбільш раціонально організувати виробничі маршрути при максимальній ефективності процесу в цілому [38].

Схему виконуємо без масштабу. Величину зображуваних позицій визначаємо індивідуально з урахуванням насиченості схеми позиціями. У зображенні обладнання відображаємо його технологічну схему, не допускаємо надмірностей, враховуємо відносні (по відношенню один до одного) розміри. Її будуємо за принципом послідовної обробки зерна в потоці від моменту його приймання до завантаження в силосу на зберігання. Ступінь гнучкості дозволяє виконувати одночасно всі види операцій, передбачені завданням по переміщенню зерна.

### **Опис РСРЗіВ**

На РСРЗіВ (аркуш 2) представлено 3 норії продуктивністю 50 т/год, та дві норії зерносушарки. Подача зерна в силосу на зберігання в металеві силоси, проводиться за допомогою скребкових конвеєрів.

Попередня очистка зерна проводиться на скальператорі БЗО-50, а основна – на сепараторі А1-БЦС-50.

На схемі встановлена зерносушарка шахтна ЗШ 1500Г на природному газі. Зерносушарка призначена для безперервного сушіння зерна пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, рису, ріпаку та інших зернових, олійних, зернобобових,

дрібнонасіненних та круп'яних культур насінневого, продовольчого та фуражно-го призначення.

Сушарка може бути використана в індивідуальних господарствах, на хлібоприймальних підприємствах, млинах, елеваторах та інших підприємствах агропромислового комплексу та харчової промисловості у технологічних лініях.

Сушарка ЗШ 1500Г продуктивністю 25 т/год без теплообмінника з прямим нагріванням агента сушіння має такі основні переваги: безперервний процес сушіння; м'який режим сушіння; автоматизоване керування роботою сушарки; регульована швидкість руху зерна; постійний контроль за температурою агента сушіння та зерна; точне підтримання температури агента сушіння; можливість використання будь-якого виду рослинних відходів – зерновідходи, солома, качани кукурудзи, рослинні залишки, гілки тощо; ефективне охолодження просушеного зерна; мале питоме споживання електроенергії та палива; висока теплоізоляція сушилки, малі втрати тепла у навколишнє середовище; основні елементи виготовлені з оцинкованої сталі; комплектуються імпортованими вентиляторами з високими показниками надійності та ККД; призначені для експлуатації на відкритому повітрі [40].

Транспортно-технологічні лінії міні елеватора:

- **лінія приймання сухого зерна з автомобільного транспорту:** на автомобілерозвантажувачі сухе зерно вивантажується з автомобіля в приймальний бункер (ПБ) (E=50т), з якого надходить на скребковий конвеєр КСЦ № 1 (Q=50т/год), яким воно подається на башмак норії №1 (Q=50т/год). З норії № 1 через скальператор марки БЗО-50 (Q=50т/год) зерно подається на сепаратор основного очищення марки А1-БЦС-50 (Q=50т/год). Після цього сухе очищене зерно направляється в башмак основної норії №2 (Q=50т/год), яка через надсилосні конвеєри КСЦ № 10 і КСЦ № 16 (Q=50т/год) подає зерно в силоси на зберігання.

- **лінія приймання вологого і сирого зерна з автомобільного транспорту:** на автомобілерозвантажувачі сире і вологе зерно вивантажується з автомобіля в приймальний бункер ПБ (E=50т/), з якого надходить на стрічковий конвеєр

КСЦ №1 (Q=50т/год). Після чого воно подається на башмак основної норії №1 (Q=50т/год). Норія подає його через скальператор марки БЗО-50 (Q=50т/год) на сепаратор БЦС-50 (Q=50т/год). Вологе і сире очищене зерно направляється в башмак основної норії №2 (Q=50т/год), яка через надсилосний конвеєр КСЦ № 3 (Q=50т/год) подає зерно в досушительні силоси ДС-1 і ДС-2 (E=240т) на сушіння.

- **лінія сушіння зерна:** вологе і сире зерно із досушительних силосів ДС-1 і ДС-2 надходить на скребковий конвеєр КСЦ № 4 (Q=50т/год), яким подається в башмак норії, що обслуговує зерносушарку №4 (Q=50т/год) і подається в зерносушарку (ЗШ 1500Г) (Q=25 т/год). З зерносушарки просушене зерно надходить на конвеєр КСЦ-5, а після на башмак норії №5 (Q=50т/год) і через скребковий конвеєр КСЦ № 6 (Q=50т/год) подається в післясушительні силоси ПС-1 і ПС-2 (E=240т).

- **лінія очищення зерна:** зерно із післясушительних силосів ПС-1 і ПС-2 (E=240т) через підсилосний конвеєр КСЦ № 7 (Q=50т/год) подається на скребковий конвеєр КСЦ № 8 (Q=50т/год). Далі зерно поступає в башмак норії №1 (Q=50т/год), яка подає його на очищення в сепаратор марки А1-БЦС-50 (Q=50т/год). Після чого зерно надходить на башмак основної норії №2 (Q=50т/год), яка надсилосними конвеєрами КСЦ № 10 і КСЦ № 16 (Q=50т/год) подає зерно в силоси на зберігання.

- **лінія відпуску зерна на залізничний транспорт:** зерно із силосів підсилосними конвеєрами КСЦ № 13 та КСЦ № 19 (Q=50т/год) надходить в башмак норії №2 чи №3 (Q=50т/год), яка подає зерно в відпускний скребковий конвеєр на залізничний транспорт КСЦ № 2 (Q=50т/год), яким воно подається у відпускні накопичувальні бункера на залізничний транспорт ВНБ1-4 (E=20т), з яких подається самопливом в вагон-зерновоз.

### **Аналіз РСРЗіВ**

Лінія приймання зерна з автомобільного транспорту включає автомобілерозвантажувач, приймальний бункер та скребковий конвеєр, яким зерно подається на башмак основній норії. Якщо надходить сухе зерно, то з норії через ска-

льператор зерно подається на сепаратор основного очищення, а потім направляється на зберігання. Якщо вологе та сире зерно – норія подає його через скальператор на сепаратор, а потім вологе і сире очищене зерно направляється в досушільнісилоси на сушіння.

Лінія очищення на елеваторі представлена машиною попереднього очищення, в якості якого використовуємо скальператор та машиною основного очищення – сепаратор. На лінію очищення подається зерно, яке надійшло (сухе і сире) та зерно, яке направляють на очищення після сушіння.

Лінія сушіння відповідає сучасним вимогам, в ній передбачені до- та післясушільнісилоси. У лінії сушіння зерна вологе і сире зерно із досушільнихсилосів ДС-1 і ДС-2 (Е=240т) подається в зерносушарку ЗШ 1500Г (Q=25 пл.т/год). З зерносушарки просушене зерно подається в післясушільнісилоси ПС-1 і ПС-2 (Е=240т). До- та післясушільнісилоси, які представлені на схемі, розраховані на місткість, що забезпечує не менш ніж вісім годинну роботу зерносушарки. Після сушіння зерно потрапляє обов'язково на очищення.

Зберігання передбачено у силосах круглого перерізу на плоском днищі. Кількість – 14, місткістю 1654 т кожний, загальна місткість для зберігання – 23156 т та всього по елеватору – 23766 т.

Лінія відпуску зерна на залізничний транспорт відповідає сучасним вимогам. Починається із силосівпідсилосними конвеєрами надходить в башту до норії, яка подає зерно в відпускний скребковий конвеєр на залізничний транспорт, яким воно подається у відпускні накопичувальні бункера на залізничний транспорт ВНБ1-4 (Е=20т), з яких подається самопливом в вагон-зерновоз.

## **Висновки**

1. На основі розрахунків основного технологічного обладнання обґрунтовано необхідність встановлення: сепаратора марки А1-БЦС-50, продуктивністю 50 т/год; зерносушарки марки ЗШ 1500Г, продуктивністю 25 пл.т/год; трьох норій продуктивністю 50 т/год; одного приймального потоку з автотранспорту: одного відпускного потоку на залізничний транспорт.

2. Розроблено структурну і принципову схеми технологічного процесу.
3. Спроектовано зерносховища, визначено місткості накопичувальних, оперативних бункерів.
7. Спроектовано робочу схему руху зерна і відходів (РСПЗіВ), наведено її опис і аналіз.

### 3.8 Характеристика будівельних споруд

#### 3.8.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства є ув'язкою всіх основних, допоміжних і підсобних будівель і споруд, всіляких під'їзних шляхів, ліній енергетичного і водопостачання, каналізації. При розміщенні основних будівель і споруд на території необхідно витримувати необхідні розриви між будівлями і спорудами по вимогах пожежної безпеки, а також забезпечення зручності і швидкого пересування пожежних автомобілів до споруд.

На території підприємства розташовані металеві силоси для зберігання зерна СМВУ110.17.В12. місткістю 1654 тис тонн кожний, робоча башта, зерносушарка з топкою та лабораторія.

Пожежні резервуари розміщені на вільних ділянках з врахуванням приближення їх до елеватора і іншим існуючим об'єктам. Зовнішній автомобільний під'їзд запроектований з примиканням до існуючої автодороги з асфальтовим покриттям. Цей під'їзд має розширення, що дає можливість простою автотранспорту і вільного розвороту автомашин.

Економічність генерального плану характеризують ряд показників, основні з яких — площа ділянки, густина забудови і число окремих споруд [41].

Рациональне використання території підприємства визначаємо коефіцієнтом забудови  $K_z$ , мощення  $K_m$ , і озеленіння  $K_{oz}$ , значення яких (%) визначаємо наступним чином:

$$K_z = \frac{\sum f}{F} * 100\%; \quad K_m = \frac{F_m}{F} * 100\%; \quad K_{oz} = \frac{F_{oz}}{F} * 100\%, \quad (3.27)$$

де  $F$  – площа території підприємства,  $m^2$ ;

$f$  – площа кожного будинку,  $m^2$ ;

$F_{оз}$  – сумарна площа озеленіння,  $m^2$ ;

$F_m$  – сумарна площа мощення,  $m^2$ .

Після проведення розрахунку маємо такі значення коефіцієнтів:

Коефіцієнт забудови:  $K_z = 0,35$ . Коефіцієнт мощення:  $K_m = 0,28$ .

Коефіцієнт озеленення:  $K_{оз} = 0,37$ .

#### **Позначення споруд на генеральному плані:**

1 – виробничо-технологічна лабораторія; 2 – пост охорони; 3 – автомобільні ваги; 4 – вагові; 5 – адміністративна будівля; 6 – побутові приміщення; 7 – трансформаторна; 8 – приймальний пристрій з автотранспорту; 9 – робоча башта; 10 – силоси; 11 – зерносушарка ЗШ 1500Г; 12 – досушільні бункери; 13 – післясушільні бункери; 14 – пожежне водоймище; 15 – склад; 16 – майстерня, слесарня; 17 – електроцех.

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

Проектування виробничих будівель підприємств необхідно здійснювати у відповідності з СНіП 2.09.02. Зовнішні огорожувальні конструкції приміщень з виробництвами категорії\* \*Б, а також виробничих приміщень робочих будівель елеваторів, зерноочисних відділень млинів, надсилосних і підсилосних поверхів силосних корпусів слід проектувати з легкоскридних конструкцій, площа яких визначається розрахунком.

При відсутності розрахункових даних площу легкоскридних конструкцій слід приймати не менше  $0,03 m^2$  на  $1 m^3$  вибухонебезпечного приміщення. До легкоскридних конструкцій, крім конструкцій, передбачених СНіП 2.09.02, допускається відносити конструкції, які розкриваються (з руйнуванням, поворотом чи зміщенням) при надмірному тиску  $200 kg/cm^2$ .

Внутрішні поверхні стін, стель, несучих конструкцій, дверей, підлог приміщень, а також внутрішні поверхні стін силосів і бункерів, вбудованих у виробничі будівлі, повинні бути, як правило, без виступів, впадин, поясків і давати

зможу легко проводити їх очищення. Нахили стінок, днищ і воронки бункерів і силосів приймаються за нормами технологічного проектування.

Допускається застосування ребристих плит перекриттів і використання як опалубки залізобетонних монолітних перекриттів сталевих профільованих листів, які служать робочою арматурою; при цьому сталеві листи повинні мати вогнезахист, який забезпечує границю вогнестійкості перекриттів не менше 0,75 год. Відстань між зерноскладами і вказаними будівлями і спорудами не нормується за умови, якщо:

- торцеві стіни зерноскладів виконані як протипожежні;
- відстань між поперечними проїздами лінії зерноскладів (завширшки не менше 4 м) не більша 400 м;
- будівлі і споруди II ступеня вогнестійкості мають з боку зерноскладів глухі стіни або стіни з прорізами з границею вогнестійкості стін і їх заповнення не менше 1,2 год.

Санітарні розриви між складами готової продукції млино-круп'яних підприємств і іншими промисловими підприємствами слід приймати рівними розривам між цими підприємствами і сельбищною зоною.

Площа заасфальтованих покриттів на території підприємства повинна бути мінімальною, що визначена технологічними вимогами. Решта території повинна бути упорядкована і озеленена

Основним складником сучасних зерносховищ є силоси типа СМВУ різної місткості, габаритів і конструкцій. Силоситипа СМВУ призначені для зберігання зернових культур, об'ємною масою до 840 кг / м. куб. Силосні ємкості розроблені відповідно до ТУ В 30397047.001-2000 "Силоси металеві типа СМВУ. Технічні умови" і сертифіковані в системі УКРСЕПРО (Сертифікат відповідності № UA 1.081.26663-01).

Силоси сконструйовані відповідно до міжнародних стандартів по безпеці. Виробництво силосів з матеріалів і комплектуючих Українського виробництва освоєне наступними підприємствами:

- головним в Україні виробником устаткування для елеваторної промисловості –ВАТ«Карловський машинобудівний завод» (м. Карловка Полтавської області) – всі типорозміри силосів діаметром від 2750 мм до 11000 мм на конусно-му днищі і на бетонній підставі, а також діаметром 16500 мм, 18334 мм і 22000 мм на бетонній підставі, місткістю до 8000 тонн;

- ТПК "ЛОРД" - діаметром 3667 мм, 4584 мм, 7334 мм і 16500 мм, місткістю до 3000 тонн (м. Миколаїв);

- готується виробництво деталей і вузлів силосів на Одеському заводі «Продмаш» і Миколаївському заводі «Промстан» - діаметром 3667 мм, 7334 мм і 9168 мм на конусному днищі, місткістю до 1000 тонн.

Силос металевий вентиляований типу СМВУ (рис. 3.4), є ємкістю циліндрової форми, що має дах і встановлювану на плоску бетонну підставу або ємність з днищем конічної форми, таку, що спирається декількома вертикальними опорами на опорну підставу.

Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладками.

Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції.

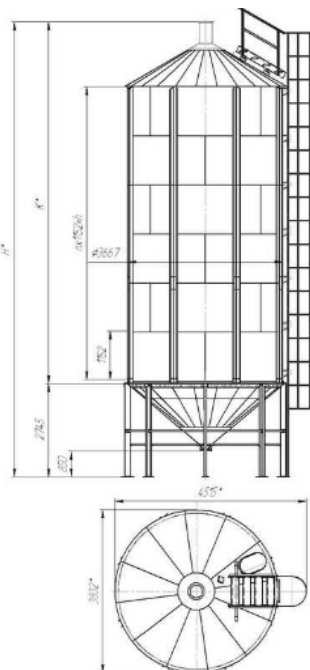


Рисунок 3.4 – Силос типу СМВУ

На циліндрі силосу вмонтовуються сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і пристрою для відбору проб зерна з силосу. Вертикальна стійкість циліндра силосу забезпечується ребрами жорсткості.

Дах силосу є конусною просторовою конструкцією, зібраною з ребер жорсткості і металевих оцинкованих секторів на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладками.

Вгорі дах має горловину для завантаження зерна, обладнана сходами обслуговування, оглядовим люком і вузлом кріплення термopідвіски системи шарового контролю температури зерна.

Максимальне використання в конструкції силосів болтових з'єднань із спеціальними герметизуючими ущільненнями дозволяє забезпечити швидку збірку металокопструкцій з мінімальними витратами на монтаж без пошкодження антикорозійних покриттів на металокопструкціях силосу.

Пропоновані ТПК "Лорд" силоси мають значні переваги перед іншими типами сховищ, пропонованих на ринку України, за наступними параметрами:

Вся конструкція силосу з конусним днищем встановлюється на опорній металевій підставі, що сприймає все навантаження від завантаженого силосу і передає навантаження на опорний фундамент. Це дозволяє спростити конструкцію фундаменту і зменшити його вартість: досить споруди плоского бетонного майданчика або ущільненої щебеневої підсипає.

Для силосів з конусним днищем не вимагається додаткових механізмів для вивантаження зерна з силосу, гарантується надійний захист продукту, що зберігається, від підмокань і псування гризунами, забезпечуються мінімальні витрати на ручну доочистку силосу від залишків зерна і пилу.

Найістотніша перевага пропонованих силосів-сховищ в порівнянні з існуючими старими елеваторами є те, що вони гарантовано забезпечують збереження якісних показників зерна більше 1 року.

Металокопструкції даху і циліндра силосів виготовляються з оцинкованого металопрокату.

Всі силоси забезпечують надійне тривале зберігання (не менше 12 місяців) кондиційного зерна і тимчасове, з вентиляцією і охолодженням - вологого зерна, а також забезпечують проведення наступних операцій із зерном:

- прийом зерна, зберігання зерна, досушивання і охолодження (консервацію холодом);
- надійний захист від атмосферних опадів і псування гризунами і птицями.

Силосні ємкості повинні заповнюватися лише через центральний завантажувальний отвір і спорожнятися з центру. При цьому повинно бути забезпечено строго вертикальне засипання продукту в ємність (забезпечується вертикальною установкою завантажувального зернопровода з довжиною вертикальної ділянки рівною не менш трьом діаметрам зернопровода). Будь-яке відхилення від центру при наповненні або спорожненні силосу може порушити стійкість корпусу силосної ємкості.

Нецентральний отвір для розвантаження може бути використане лише для повного очищення силосної ємкості після досягнення кута природного укосу зерна при розвантаженні через центр днища. Всі бічні люки мають бути надійно закриті для того, щоб запобігти їх випадковому розкриттю і виключити нецентральне розвантаження ємкості.

Гарантія виробника на стійкість і цілісність конструкцій силосної ємкості не може поширюватися при недотриманні перерахованих вище обережностей.

## Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Невід’ємною складовою для будь-якої, а тим паче зернозагвельноїгалузі, є охорона праці, значення якої на елеваторах важко переоцінити.

Мета охорони праці – це постійний контроль за дотриманням інструкцій на виробництві всіма працівниками, попередження надзвичайних ситуацій на виробництві, зменшення ризиків загрози для здоров’ю.

На елеваторі пріоритетними напрямками, згідно Закону «Про охорону праці» [42], є пріоритет життя та здоров’я людини перед будь-якими результатами виробничої діяльності, її соціальний захист та відшкодування шкоди заподіяного здоров’ю, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних умов праці шляхом постійного контролю.

В даному дипломному проекті передбачені всі заходи безпеки з охорони праці, у повній відповідальності з існуючим законодавством з охорони праці.

### 4.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів на елеваторі

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

1) підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони. Спостерігається: у силосах, біля головок норій. Згідно з вимогами СанПіН МОЗ 4617-88 гранично допустима концентрація (ГДК) пилу у повітрі робочої зони (незалежно від вмісту двоокису кремнію) повинна бути не більше  $4,0 \text{ мг/м}^3$ ;

2) 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

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ковра Ю.В.				Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зерна електромагнітним полем	Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.	Макаринська А.В.							
Керівник	Макаринська							
Рецензент								
Зав.кафедри	Макаринська А.В.							
						ОНТУ ТЗХ-61	75	

визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, складає: температура повітря 15-21 °С, температура повітря поза постійних робочих місць 13-24 °С;

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

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

5) підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 75 %, не більше;

6) підвищена або знижена рухливість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, припустимі норми швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 0,4 м/с, не більше;

7) 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;

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

9) 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: при лампах розжарення –

30 лк, газорозрядних – 75лк); підсилові та інші галереї, приймальні пристрої, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення».

#### **4.2 Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування**

Усе виробниче устаткування повинно бути встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта, НАОП 8.1.00-1.01-88 (НАОП 15.0-1.01-88).

Передбачено наступні відстані між устаткуваннями, а також між обладнанням і стінами виробничих будівель (норійної башти):

1) 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;

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

#### **4.3 Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря**

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату (табл. 4.1) 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. Очистка живлячих механізмів, очистка завалів в башмаках норії і конвеєрах;
- раціональна теплова ізоляція устаткування: дифузори і вентилятори, які розміщені в доступних місцях, покривають шаром теплоізоляції;

Таблиця 4.1 – Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року

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

- раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція);
- раціональний режим праці і відпочинку забезпечений Законодавством України про охорону праці і відбитий у колективному договорі підприємства.
- герметизація устаткування;
- аспірація устаткування (головки та башмаки норій, конвеєри);
- графік прибирання пилу (2 рази на день);
- засоби індивідуального захисту: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.

#### 4.4 Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації

Допустимі значення показників шуму і вібрації:

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

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

- дистанційне керування устаткуванням – (силос: датчики рівня, контроль температури, головки та башмаки норій, конвеєри);
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи:

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

#### **4.5 Забезпечення нормованих показників освітлення**

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проєктом 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.

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

Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи. Для зручності і безпеки обслуговування проєктом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

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

Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках, освітленість (у Лк) ділянок вказано в табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Норми електроосвітлення основних виробничих приміщень по зберіганню та переробці зерна

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

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

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

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

#### **4.6 Захист працюючих від ураження електричним струмом**

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

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

- недоступність струмоведучих частин – розташування проводки на недосяжній висоті; розташування її на підлозі у металевих трубах із обов'язковим заземленням; застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів;
- захисне заземлення або занулення корпусів електроустаткування й елементів електроустановок, що можуть виявитися під напругою – (головки норій, конвеєри, вентилятори);
- захисне відключення-відключення електроустановки при пошкодженні-ізоляції і переході напруги на неструмовідні елементи;
- застосування знижених напруг для живлення переносних струмоприймачів (в приміщеннях з підвищеною небезпекою – не більше 42В, в особливо небезпечних, поза приміщенням – не більше 12В);
- блокування – неможливість відкривання 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).

#### **4.7 Заходи із електромагнітної безпеки**

Електромагнітна безпечність – сукупність технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпечні умови праці персоналу при роботі з джерелами ЕМП.

При експлуатації обладнання яке включає джерело електромагнітного випромінювання необхідно виконувати вимоги ДСН 3.3.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» та здійснювати контроль за рівнем напруженості електричного та магнітного поля.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – напруженість ЕМП на робочому місці, яка при щоденній роботі не викликає у працівників захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляють сучасні методи дослідження в процесі професійної діяльності або у віддалені строки.

Постійні магнітні поля, а також змінні ЕМП на частоті 50 Гц нормуються за магнітною (H) та електричною (E) складовими ЕМП. Одиницею напруженості магнітного поля є ампер на метр (А/м), електричного поля — вольт на метр (В/м).

Рівні напруженості магнітного поля частотою 50 Гц при постійному впливі не повинні перевищувати 1,4 кА/м протягом робочого дня (8 год).

Тривалість перебування людини в магнітному полі напруженістю понад 1,4 кА/м регламентується табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Тривалість перебування персоналу в ЕМП напруженістю понад 1,4 кА/м

Показники	Тривалість перебування персоналу, год							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

Електромагнітні поля частотою 1 кГц – 300 МГц нормуються за інтенсивністю та енергетичними навантаженнями електричних та магнітних полів, урахувавши час впливу. Одиницею напруженості електричного поля є В/м, магнітного поля – А/м, енергетичне навантаження є добутком квадрата потужності ЕМП і часу його впливу, виражається  $(В/м)^2 \cdot \text{год}$  для електричного поля, та  $(А/м)^2 \cdot \text{год}$  – для магнітного поля. Електромагнітне поле в діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц нормується за інтенсивністю та енергетичним навантаженням щільності потоку енергії (ЩПЕ) одиницею вимірювання ЩПЕ є  $Вт/м^2$  (дробові одиниці  $мВт/см^2$ ,  $мкВт/см^2$ ). Енергетичне навантаження – це добуток ЩПЕ падаючого випромінювання і тривалості його впливу протягом робочої зміни в годинах (год), виражається у  $Вт \cdot \text{год}/м^2$  ( $мВт \cdot \text{год}/см^2$ ,  $мкВт \cdot \text{год}/см^2$ ).

У разі імпульсно-модульованих випромінювань нормованим параметром, що характеризує інтенсивність впливу ЕМП, є середнє значення ЩПЕ.

Тривалість перебування персоналу в ЕМП залежно від щільності потоку енергії наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Тривалість перебування персоналу в ЕМП залежно від щільності потоку енергії

Показник	Тривалість перебування персоналу, год										
	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	0,25	0,20
Щільність потоку енергії, Вт/м <sup>2</sup>	25	29	33	40	50	67	100	200	400	800	1000

Оцінка рівнів дії постійних магнітних полів, а також змінних ЕМП у діапазонах частот 50 Гц, 1 кГц – 300 МГц здійснюється шляхом вимірювання напруженості електричної і магнітної складових ЕМП, у діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц – шляхом вимірювання ЩПЕ з урахуванням часу перебування персоналу в зоні опромінювання.

Санітарно-гігієнічні дослідження рівнів ЕМП на робочих місцях працюючих проводяться атестованими атестаційною комісією Міністерства охорони здоров'я України санітарними лабораторіями підприємств, організацій, а також установами та закладами системи державної санітарно-епідеміологічної служби України.

Устаткування, які є джерелами ЕМП, залежно від конструкції, призначення, потужності й умов використання, можуть розміщуватись як в окремих, спеціально призначених приміщеннях, так і в загальних приміщеннях, включаючи розміщення в поточних лініях, при дотриманні вимог санітарних норм і правил ДСН 3.3.096-2002.

#### **4.8 Заходи із пожежовибухонебезпеки**

Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок з вибухопожежній та пожежній безпеці встановлені згідно НАПБ Б.03.002-2007.

Приміщення підприємства за категорією пожежовибухонебезпеки наведено у табл. 4.5.

Пожежна безпека виробництва у КРМ забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах;

Таблиця 4.5 – 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-ІІ
2	Приймально-відпускні пристрої	В	П-ІІ
3	Зерносушарка (окрім топкового приміщення)	В	П-ІІ
4	Топкове приміщення	Г	–
5	Транспортерна галерея	В	П-ІІ

– захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;

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

– передбачення наступних систем пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня система пожежогасіння – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;

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

## Розділ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

### 5.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективний 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 ( $\mathcal{C}_p^0$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 т місткості зерносховища  $\mathcal{C}_{TM}$ :

$$\mathcal{C}_p^0 = ПЗ \times \mathcal{C}_{TM}, \text{ осіб} \quad (5.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих у випадку будівництва елеватора дорівнюватиме (при  $\mathcal{C}_{TM} = 0,55$ ):

$$\mathcal{C}_p^0 = 24,0 \times 0,55 = 13 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $\mathcal{C}_p^D$ ) визначаємо на зерносховищах як 25% від чисельності основних робітників:

$$\mathcal{C}_p^D = \mathcal{C}_p^0 \times 0,25, \text{ осіб} \quad (5.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$\mathcal{C}_p^D = 13 \times 0,25 = 4 \text{ осіб}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних)  $\mathcal{C}_p$  дорівнюватиме:

$$\mathcal{C}_p = \mathcal{C}_p^0 + \mathcal{C}_p^D, \text{ осіб} \quad (5.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$\mathcal{C}_p = 13 + 4 = 17 \text{ осіб}$$

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковра Ю.В.			Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зерна електромагнітним полем	Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.							85	
Керівник		Макаринська А.В.				ОНТУ ТЗХ-61		
Рецензент								
Зав.кафедри		Макаринська А.В.						

Дані про структуру і чисельність робітників і адміністративного персоналу проектуємого елеватора зводимо у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	17
Керівники, фахівці	20	4
Всього	100	21

## 5.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховуємо в натуральному і грошовому виразах.

У випадку нашого проекту у натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ( $O_{\text{пр}}$ ) визначаємо як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях);
- 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.

На основі багаторічного досвіду роботи підприємств елеваторної галузі та базуючись на встановленому обсязі будівництва елеватора, визначаємо частку власного та давальницького зерна (поклажодавців). Окремими стрічками виділяємо роботи з власним та зерном поклажодавця.

На цій основі виконуємо розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ( $O_{\text{рп}}$ ) за формулою:

$$O_{\text{рп}} = \sum(O_{\text{рп}}^{\text{H}} \times T_{\text{рп}}), \text{ тис. грн,} \quad (5.4)$$

де  $O_{pp}^H$  – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. т;

$T_{pp}$  – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

Визначення з базовими тарифами на роботи та послуги окремого виду ( $T_{pp}$ ) проводимо за допомогою сайту <Ksterminal.at.ua> [43]. Тарифи на обробку зернових вантажів наводимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт і послуг	Вартість, дол. США/тонну	Вартість*), $T_{pp}$ , грн/тонну
<b>Вантажні операції**)</b>		
Приймання з накопиченням у зерносховищах (грошових од. за одну тонну) з:		
- автотранспорту	4,00	158,68
Відпуск (грошових од. за одну тонну) на:		
- залізничний транспорт	5,00	198,35
<b>Послуги елеватору</b>		
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби):		
- до 5 діб	0,00	0,00
- більше 5 діб	0,12	4,76
Зачистка елеватора, грошових од./тонну за одну операцію	0,09	3,57
Очищення зерна, грн.од./тонну/відсоток	0,90	35,70
Вентилювання зерна, грошових од./тонну/відсоток	1,00	39,67
Сушіння зерна, грн.од./тонну/відсоток	1,00	39,67
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	28,95	1148,45
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	2,64	104,73
Переоформлення партії зерна, грошових од. за партію зерна	11,84	469,69
Експедиція (експортне оформлення) вантажу, грошових од./тонну	1,00	39,67
Сертифікація вантажу при експортному оформленні	Перевиставлення фактично сплачених рахунків	
Проведення лабораторного аналізу на показники безпеки та ГМО за 1 тонну зерна	0,34	13,49
Зважування вагону на залізничних вагах при відвантаженні (за один вагон)	27,5	1090,93

\*) – перераховано за курсом Національного банку України на 20.05.2024 року за допомогою сайту <bank.gov.ua> [44] – 39,67грн за 1 дол. США.

\*\*\*) – при розрахунках вартості вантажних операцій потрібно враховувати коефіцієнти надбавки, що залежить від культури (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Коефіцієнти надбавки до тарифів на вантажні операції, в залежності від виду культури

Найменування культури	Коефіцієнти надбавки до тарифу
Пшениця, ячмінь, кукурудза, соя	1,00
Ріпак	1,05
Соняшник	1,25

Тарифи на роботи, що виконуються з власним зерном, дорівнюють собівартості цих робіт, тому спочатку треба розрахувати собівартість, а потім – обсяги реалізації послуг підприємства.

### 5.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 5.4. Зазначимо, що у нашому проекті будівництва елеватора нами передбачено використання давальницького та власного зерна, придбаного елеватором у сільськогосподарських виробників – по 50 % кожного від загального об'єму зерна.

Таблиця 5.4 – Обсяг реалізації послуг заготівельного елеватору

Вид робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{рп}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{рп}$ , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{рп}$ , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
<b>Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:</b>	<b>36,0</b>	-	
- <b>ранніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	158,68 x 1.0	<b>1142,50</b>
- ячменю (20%)	1,8	158,68x 1.0	<b>285,62</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	226,69 x 1.0	<b>1632,168</b>
- ячменю (20%)	1,8	226,69 x 1.0	<b>408,04</b>

- <b>пізніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>		
- кукурудза (100%)	9,0	158,68x 1.0	<b>1428,12</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>		
- кукурудза (100%)	9,0	226,69 x 1.0	<b>2040,21</b>
<b>Відпуск зерна на залізничний транспорт, в тому числі:</b>	<b>36,0</b>	-	-
- <b>ранніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	198,35 x 1.0	<b>1428,12</b>
- ячменю (20%)	1,8	198,35 x 1.0	<b>357,03</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	283,36 x 1.0	<b>2040,19</b>
- ячменю (20%)	1,8	283,36 x 1.0	<b>510,05</b>
- <b>пізніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- кукурудза (100%)	9,0	198,35 x 1.0	<b>1785,15</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- кукурудза (100%)	9,0	283,36 x 1.0	<b>2550,24</b>
*) <b>Зберігання зерна</b> ( $E_{ел} \times 330$ діб), в тому числі:	$24,0 \times 330 =$ <b>7920,0</b>	-	-
- власного (50%);	3960,0	4,76	<b>18849,6</b>
- давальницького (50%)	3960,0	6,80	<b>26928,00</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>36,0</b>	-	-
- власного (50%);	18,0	35,70	<b>642,60</b>
- давальницького (50%)	18,0	51,00	<b>918,00</b>
** <b>) Сушіння зерна ранніх культур (всього):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$	<b>18,0x0,4 =7,2</b>		
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17% до 15% (50%):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times a_1$	<b>3,6</b>	-	-
- власного (50%);	1,8	39,67	<b>71,41</b>
- давальницького (50%)	1,8	56,67	<b>102,01</b>
<b>від вологості 22% до 17% (50%):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times a_2$	<b>3,6</b>	-	-
- власного (50%);	1,8	39,67	<b>71,41</b>
- давальницького (50%)	1,8	56,67	<b>102,01</b>

<b>**) Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	<b>18,0x0,6 =10,8</b>		
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17% до 15% (50%):</b> $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_1$	<b>8,1</b>	-	-
- власного (50%);	4,05	39,67	<b>160,66</b>
- давальницького (50%)	4,05	56,67	<b>229,51</b>
<b>від вологості 22% до 17% (50%):</b> $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_2$	<b>2,7</b>	-	-
- власного (50%);	1,35	39,67	<b>53,56</b>
- давальницького (50%)	1,35	56,67	<b>76,51</b>
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>63812,72</b>
- власного (50%)	-	-	<b>26275,78</b>
- поклажодавця (50%)	-	-	<b>37536,94</b>

**Примітка:** тарифи на роботи окремого виду ( $T_{\text{рп}}$ ), що виконується з власним зерном, дорівнюють собівартості цих робіт, а саме на 30% менше тарифу на зерно поклажодавця;

\*)  $\epsilon_{\text{ел}}$  – запланована місткість (ємність) нового елеватору;

330 – розрахунковий період роботи елеватора у рік, діб;

\*\*\*)  $A_{\text{пр (ранніх)}}^a$ ,  $A_{\text{пр (пізніх)}}^a$  – річний об'єм приймання зерна з автотранспорту ранніх та пізніх культур відповідно, т/рік (див. табл. 2.4);

$\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  – частки вологого та сирого зерна (тобто, що потребує сушіння) різної ступені вологості, що надходить автотранспортом (обираємо окремо для ранніх та пізніх культур з табл. 2.4).

Таблиця 5.5 – Річний обсяг реалізації послуг лабораторії підприємства

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{рп}}^H$ , тис. од	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{рп}}$ , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{рп}}$ , тис. грн
<b>*) Лабораторний аналіз зерна, од./рік</b>	<b>2,6</b>	-	-
- власного	1,30	1148,45 *)	<b>1492,99</b>
- давальницького	1,30	1640,64 *)	<b>2132,83</b>
<b>Подвійне складське свідоцтво:</b>	<b>0,66</b>	-	-
- власного	0,33	104,73	<b>34,56</b>
- давальницького	0,33	149,61	<b>49,37</b>

ВСЬОГО, в тому числі:	-	-	<b>3709,75</b>
- власного зерна	-	-	<b>1527,55</b>
- давальницького	-	-	<b>2182,20</b>

Примітка: \*) – для розрахунку загального обсягу реалізації послуг лабораторії зі здійснення аналізів приймаємо середньозважене значення тарифу лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. за середню добу (за рекомендаціями табл. 5.2).

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховуємо, виходячи з даних табл. 2.4 (див. розділ 2) і терміну роботи елеватора 330 діб на рік.

Кількість лабораторних аналізів розраховуємо, виходячи з даних табл. 2.4.

При визначенні кількості аналізованих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок робимо для автомобілів.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складаємо на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб ( $T$ ) визначаємо за формулою:

$$T_{\Pi} = \frac{A_{\text{пр}}}{E_{\text{T}}}, \text{ од.} \quad (5.5)$$

де  $A_{\text{пр}}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство автомобільним транспортом (див. табл. 2.4);

$E_{\text{T}}$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

Так, у випадку будівництва нового елеватора:

$$T_{\Pi} = \frac{36000}{20} = 1800, \text{ од. (аналізів)}$$

Аналогічно розраховуємо кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{\text{вп}}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = \frac{A_{\text{впр}}}{E_{\text{пт}}}, \text{ од.} \quad (5.6)$$

де  $A_{впр}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на залізничний транспорт, тонн (див. табл. 2.4);

$E_{пт}$  - вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність вагона у 70 тонн.

$$T_{вп} = \frac{36000}{70} = 514, \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на елеваторі при прийманні з автотранспорту  $\sum T_{лаб}$  розраховуємо окремо для автомобільного та залізничного транспорту за формулою:

$$\sum T_{лаб} = (T_{п} + T_{вп}) \times 1.10, \text{ од} \quad (5.7),$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10%-ний резерв на випадок повторення аналізів.

Для автомобільного транспорту показник дорівнюватиме:

$$\sum T_{лаб(а)} = (1800 + 0) \times 1.10 = 1980, \text{ од}$$

Для морського транспорту показник дорівнюватиме:

$$\sum T_{лаб(з)} = (0 + 514) \times 1.10 = 566, \text{ од}$$

Тоді вартість аналізів зерна (автомобільний транспорт) ( $ВА_{лаб(а)}$ ) за рік дорівнюватиме:

$$ВА_{лаб(а)} = \sum T_{лаб(а)} \times C_{лаб(а)}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де  $C_{лаб(а)}$  – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор з автотранспорту, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу (приймаємо за табл. 5.2).

Аналогічним чином вираховується вартість аналізів зерна (залізничний транспорт) ( $ВА_{лаб(м)}$ ) за рік:

$$ВА_{лаб(з)} = \sum T_{лаб(з)} \times C_{лаб(з)}, \text{ грн}$$

Результати для проектованого елеватора приведені в табл. 5.5.

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати:

$$N_{пс} = 330 \times П_{пд}, \text{ од.}, \quad (5.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$  – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємстві, од.

У випадку будівництва нового елеватора кількість складських свідоцтв дорівнюватиме:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв),}$$

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{рп}}$ , тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	63812,72
- власного зерна	26275,78
- давальницького	37536,94
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	3709,75
- власного зерна	1527,55
- давальницького	2182,20
<b>Всього</b>	<b>67522,47</b>
- власного зерна	<b>27803,33</b>
- давальницького	<b>39719,14</b>

#### 5.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{\text{р}}^{\text{од}} = \frac{T_{\text{рп}}}{1+P}, \text{ грн} \quad (5.10)$$

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 0,3 або 30%).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{pp}$ ) за формулою:

$$C_{pp} = \sum(O_{rp}^H \times C_p^{од}), \text{ тис. грн} \quad (5.11)$$

де  $C_p^{од}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_p^{од} = \frac{158,68}{1 + 0,3} = 154,06, \text{ грн}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Вид робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{rp}^H$ , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, $C_p^{од}$ , грн/тону	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, $C_p^p$ , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
<b>Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:</b>	<b>36,0</b>	-	
- <b>ранніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	154,06 x 1.0	<b>1109,23</b>
- ячменю (20%)	1,8	154,06 x 1.0	<b>277,31</b>
- <b>давальницького (50%), в тому числі:</b>	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	154,06 x 1.0	<b>1109,23</b>
- ячменю (20%)	1,8	154,06 x 1.0	<b>277,31</b>
- <b>пізніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- кукурудза (100%)	9,0	154,06 x 1.0	<b>1386,54</b>
- <b>давальницького (50%), в тому числі:</b>	<b>9,0</b>	-	-
- кукурудза (100%)	9,0	154,06 x 1.0	<b>1386,54</b>

<b>Відпуск зерна на залізничний транспорт, в тому числі:</b>	<b>36,0</b>	-	-
- <b>ранніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	192,57 x 1.0	<b>1386,50</b>
- ячменю (20%)	1,8	192,57 x 1.0	<b>346,63</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	-
- пшениця (80%)	7,2	192,57 x 1.0	<b>1386,50</b>
- ячменю (20%)	1,8	192,57 x 1.0	<b>346,63</b>
- <b>пізніх культур</b>	<b>18,0</b>		
- власного (50%), у тому числі:	<b>9,0</b>	-	
- кукурудза (100%)	9,0	192,57 x 1.0	<b>1733,13</b>
- давальницького (50%), в тому числі:	<b>9,0</b>	-	
- кукурудза (100%)	9,0	192,57 x 1.0	<b>1733,13</b>
*) <b>Зберігання зерна</b> ( $E_{ел} \times 330$ діб), в тому числі:	$24,0 \times 330 =$ <b>7920,0</b>	-	-
- власного (50%);	3960,0	4,62	<b>18295,20</b>
- давальницького (50%)	3960,0	4,62	<b>18295,20</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>36,0</b>	-	-
- власного (50%);	18,0	34,66	<b>623,88</b>
- давальницького (50%)	18,0	34,66	<b>623,88</b>
** <b>) Сушіння зерна ранніх культур (всього):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$	<b>18,0 x 0,4 = 7,2</b>	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17% до 15% (50%):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times a_1$	<b>3,6</b>	-	-
- власного (50%);	1,8	38,52	<b>69,34</b>
- давальницького (50%)	1,8	38,52	<b>69,34</b>
<b>від вологості 22% до 17% (50%):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times a_2$	<b>3,6</b>	-	-
- власного (50%);	1,8	38,52	<b>69,34</b>
- давальницького (50%)	1,8	38,52	<b>69,34</b>
** <b>) Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A_{пр(ранніх)}^a \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$	<b>18,0 x 0,6 = 10,8</b>	-	-

<b>у тому числі:</b>			
<b>Від вологості 17% до 15% (50%):</b> $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_1$	<b>8,1</b>	-	-
- власного (50%);	4,05	38,52	<b>156,01</b>
- давальницького (50%)	4,05	38,52	<b>156,01</b>
<b>Від вологості 22% до 17% (50%):</b> $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_2$	<b>2,7</b>	-	-
- власного (50%);	1,35	38,52	<b>52,00</b>
- давальницького (50%)	1,35	38,52	<b>52,00</b>
<b>Лабораторний аналіз зерна, всього, од./рік</b>	<b>2,6</b>	-	-
у тому числі:			
- власного (50%);	1,3	1115,00	<b>1449,5</b>
- давальницького (50%)	1,3	1115,00	<b>1449,5</b>
<b>Подвійне складське свідцтво, всього</b>	<b>0,66</b>	-	-
у тому числі:			
- власного (50%);	0,33	101,68	<b>33,55</b>
- давальницького (50%)	0,33	101,68	<b>33,55</b>
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>53976,32</b>
- власного (50%)	-	-	<b>28859,95</b>
- давальницького (50%)	-	-	<b>25116,37</b>

### 5.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_p$ ) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$\Pi_p = \sum O_{\text{рп}} - \sum C_p^p, \text{ тис. грн} \quad (5.12)$$

де  $\sum O_{\text{рп}}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 5.6);

$\sum C_p^p$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн (табл. 5.7).

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_p$ ) давальцям на новоствореному елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_p = 67522,47 - 53976,32 = 13546,15 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ( $\Pi_p^B$ ) нового елеватора буде дорівнювати:

$$\Pi_p^B = \sum (O_{\text{рп відпуску } i}^H \times C_i) - \sum C_p^B, \text{ тис. грн} \quad (5.13)$$

де  $O_{\text{рп}}^{\text{H}}$  відпуску  $i$  – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна  $i$ -тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. тонн. В нашому випадку, це власне зерно, що відпускається на залізничний транспорт, об'єм якого дорівнює: 18,0 тис. тонн ранніх культур (7,2 тис. тонн пшениці, 1,8 тис. тонн ячменю) і 18,0 тис. тонн пізніх культур (18,0 тис. тонн кукурудзи), що загалом складає 36,0 тис. тонн (див. табл. 5.4 та 5.7);

$C_i$  – ціна 1 тонни зерна  $i$ -тої культури, грн/тонну. Ціна обов'язково має дорівнювати або бути нижчою за ринкову ціну;

$\sum C_p^{\text{B}}$  – 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:

$$\sum C_p^{\text{B}} = \frac{18,0 \times 7266,0}{1,3} = 100606,15 \text{ тис. грн,}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_p^{\text{B}} = \sum(O_{\text{рп}}^{\text{H}} \text{ відпуску } i \times C_{\text{cp}}) - \sum C_p^{\text{B}}, \text{ тис. грн} \quad (5.14)$$

де  $O_{\text{рп}}^{\text{H}}$  відпуску  $i$  – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна  $i$ -тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. тонн. В нашому випадку, це власне зерно, що відпускається на залізничний транспорт, об'єм якого дорівнює: 9,0 тис. тонн ранніх культур (7,2 тис. тонн пшениці, 1,8 тис. тонн ячменю) і 9,0 тис. тонн пізніх культур (9,0 тис. тонн кукурудзи), що загалом складає 18,0 тис. тонн (див. табл. 5.4 та 5.7);

$C_{\text{cp}}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, в 2024 році в середньому по Україні ціна була 7266,0 грн/тонну (дані Державної служби статистики України, URL: <https://ukrstat.gov.ua/>).

Тому в нашому випадку укрупнений прибуток підприємства буде наступним:

$$P_p^{\text{B}} = (18,0 \times 7266,0) - 100606,15 = 30181,85 \text{ тис. грн.}$$

В результаті загальний (балансовий) прибуток підприємства ( $\Pi$ ) дорівнюватиме:

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (5.15)$$

Підставляємо значення у формулу (5.15):

$$\Pi = 13546,15 + 30181,85 = 43728,00 \text{ тис. грн}$$

Чистий прибуток, який залишається у розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн} \quad (5.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18% на момент розрахунків), СтП = 0,18. 7871,04

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 43728,00 - 43728,00 \times 0,18 = 35856,96 \text{ тис. грн}$$

## 5.6 Розрахунок інвестицій

В загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначаємо за формулою:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_n + V_z + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн} \quad (5.17)$$

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;

$V_n$  – невраховані витрати (10-15% від вартості придбання устаткування) тис. грн;

$V_z$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

$D$  – вартість демонтажу (5% від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

$L$  – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

$\Delta OK$  – приріст власних оборотних коштів, тис. грн;

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = ПЗ \times I_{\text{пит}}, \text{ тис. грн} \quad (5.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{пит}}$  – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Використовуємо саме цей укрупнений метод у практичному застосуванні в нашої кваліфікаційній роботі.

Передбачені проектом потужності (ПЗ), які вводяться, розраховані у розділі 2, дорівнюють 24,0 тис. тонн.

Питомі інвестиції у будівництво прийmemo на рівні 80 дол. США (3173,6 грн.) на тонну місткості елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 20.05.2024 року за допомогою сайту <bank.gov.ua> [44] – 39,67 грн. за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 24,0 \times 3173,6 = 76166,4 \text{ тис. грн}$$

### 5.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватора знаходимо за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \% \quad (5.19)$$

Тобто для випадку будівництва нового елеватора:

$$R = (35856,96 : 76166,4) \times 100 = 47,08 \%$$

### 5.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки,} \quad (5.20)$$

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.

У випадку нашого проекту:

$$T = \frac{76166,4}{35856,96} = 2,12 \text{ років,}$$

Строк окупності проекту дорівнює 2,12 років, що не перевищує нормативний термін в 4 роки.

### 5.9 Основні техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту будівництва нового елеватора наведені у табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Основні техніко-економічні показники проекту будівництва нового елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1	Місткість елеватора, тис. тонн	24,000
2	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн. (див. табл.5.6)	67522,47
3	Чисельність працівників, осіб	21
4	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника (п.2:п.3), тис. грн.	3215,36
5	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн. (див. табл. 5.7)	53976,32
6	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн. (п.2-п.5)	13546,15
7	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн.	30181,85
8	Чистий прибуток, тис. грн ((п.6+п.7)х0.82	35856,96
9	Інвестиції, тис. грн.	76166,40
10	Строк окупності інвестицій, роки	2,12
11	Рентабельність інвестицій, %	47,08

### 5.10 Оцінка науково-технічної ефективності розробки проекту будівництва нового елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання

Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) — сукупність робіт, спрямованих на отримання нових знань та їхнє практичне застосування при створенні нового виробу або технології.

НДДКР (в англійській мові використовується термін «Research&Development» (R&D)), який включає: науково-дослідні роботи (НДР) — роботи пошукового, теоретичного та експериментального характеру, що виконуються з метою визначення технічної можливості створення нової техніки в певні терміни. НДР поділяються на фундаментальні (одержання нових знань) і прикладні (застосування нових знань для розв'язання конкретних задач) дослідження.

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки [45]. До них належать:

- **науково-технічний ефект**, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

- **економічний ефект** полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

- **соціальний ефект**, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

- **маркетинговий ефект**, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації;

- **екологічний ефект** [45].

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника ( $O_{НТЕ}$ ), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ}, \quad (5.21)$$

де  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$  – показник (коефіцієнт) потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  визначаємо на основі шкали експертних оцінок (табл. 5.9).

Таблиця 5.9– Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проєктів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа $K^{\Phi}_{НТЕ}$	Коефіцієнт значущості показників, $K_i^3$
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

**Проведення оцінки НТЕ** результатів прикладних робіт проводимо у наступній послідовності:

1) Визначаємо  $K_{НТЕ}^{\Phi}$  на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробимо перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки, а саме:

- для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

- для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці нового матеріалу;

- для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції;

- формуємо групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

- на основі співставлення даних табл. 5.9 [45], за шкалою, що наведена у ній, декількома експертами встановлюються у балах значення  $K_{НТЕ i}^{\Phi}$  – коефіцієнтів фактичного рівня науково-технічної ефективності по характеристиках чотирьох груп показників (у прикладі розрахунків, що наведені у табл. 5.8, значення цих коефіцієнтів позначені як  $B_i$ ):

- науково-технічний рівень;

- перспективність;

- потенційний масштаб практичного використання;

- ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів;

2) Використовуючи отримані бали експертної оцінки розраховуємо середні (середньоарифметичні) значення коефіцієнтів фактичного рівня науково-технічної ефективності ( $B_{cp i}$ ).

3) На цій основі розраховуємо значення інтегрального показника НТЕ за формулою:

$$\text{НТЕ} = \sum B_i \times K_i^3, \quad (5.22)$$

де  $i = 1 \div 4$  – кількість груп показників;

$B_i$  – бали (рейтингове число);

$K_i^3$  – коефіцієнт значущості показників (див. табл. 1 [45]).

Приклад виконання експертної оцінки і розрахунку величини інтегрального показника НТЕ наведено у табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів, $B_i$			Середня за експертними оцінками, $B_{cp\ i}$	НТЕ ( $\text{НТЕ}_i = B_{cp\ i} \times K_i^3$ )
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	6	7	7	6,66	$6,66 \times 0,35 = 2,33$
2	Перспективність	7	8	7	7,33	$6,33 \times 0,35 = 2,56$
3	Потенційний масштаб практичного використання	6	5	6	5,66	$5,66 \times 0,20 = 1,13$
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	8	9	9	8,66	$8,66 \times 0,10 = 0,86$
В С Ь О Г О						6,88

$$\text{НТЕ} = 6,66 \cdot 0,35 + 6,33 \cdot 0,35 + 5,66 \cdot 0,2 + 8,66 \cdot 0,1 = 2,33 + 2,56 + 1,13 + 0,86 = 6,88.$$

4) Отриманий розрахунковий результат НТЕ слід порівняти з максимально можливим його значенням, яке дорівнює 10 балам

$$\text{НТЕ}_{\max} = 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 10.$$

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ( $K_{\text{НТЕ}}$ ):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100 \%, \quad (5.23)$$

де НТЕ – розрахункове значення величини інтегрального показника НТЕ;

10 – максимально можливе значення величини інтегрального показника НТЕ ( $\text{НТЕ}_{\max} = 10$ ).

На основі даних табл. 5.8 можна дійти до висновку, що  $K_{НТЕ}$  відповідає 67,8 %, тобто:

$$K_{НТЕ} = x = \frac{6,88}{10} 100 = 68,8 \%$$

5) На основі аналізу отриманого розрахункового значення КНТЕ треба зробити висновок про рівень НТЕ. В цілому рівень НТЕ можна вважати достатнім, коли значення КНТЕ перевищує середнє значення, яке дорівнює 50% (як у нашому прикладі).

6) За допомогою табл. 5.11 можна зробити висновок про рівень НТЕ в залежності від його розрахункового значення.

Таблиця 5.11 – Визначення рівня НТЕ в залежності від його значення

Значення НТЕ	Рівень НТЕ
5,0 – 6,0	цілком достатній
6,1 – 8,0	достатній
8,1 – 9,0	достатньо високий
9,1 – 10	високий

Таким чином, можна зробити висновок, що так як розрахункове значення інтегрального показника *НТЕ* відповідає 6,88, тобто знаходиться у межах від 6,1 до 8,0, то рівень НТЕ технології в нашому проєкті є достатнім.

Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

### **Висновки**

Виявлений у Одеській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 5392,54 тис. тонн робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 24,0 тис. тонн, що відображає потреби ринку та можливість реалізації проєкту, тобто – маркетинговий ефект від його впровадження.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 76166,40 тис. грн.

Впровадження цього проєкту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 67522,47 тис. грн., собівартість при цьому дорівнюватиме 53976,32 тис. грн./особу, що є добрим показником у галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 13546,15 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 30181,85 грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 35856,96 тис. грн. дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 76166,40 тис. грн. протягом 2,12 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 47,08 %.

Була проведена оцінка ефективності виконаних науково-технічних розробок, яка показала, що рівень науково-технічного ефекту (НТЕ) технології в нашому проєкті є достатнім і, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво [45].

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

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового елеватора місткістю у 24,0 тис. т у Одеській області.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Встановлено можливість зниження контамінованості зерна пшениці фітопатогенними мікроорганізмами *Cladosporium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* та *Nigrospora* за допомогою обробки зараженого ними зерна ЕМП у діапазоні частот 10–30 Гц. Найбільш високий ефект досягається за частоти ЕМП 30 Гц.

2. Показано, що обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц дозволила суттєво знизити контамінованість *Cladosporium* та *Fusarium* — відповідно до 1,75 % та 3,92 % від вихідного показника. Контамінованість мікроорганізмами *Alternaria* та *Helminthosporium* після обробки зерна за частоти 30 Гц була дещо вищою та склала відповідно 5,15 % і 9,97 % від вихідного показнику. У відношенні *Nigrospora* ефективність знезараження після обробки зерна пшениці була найбільш низькою — вихідне значення контамінованості знизилось до рівня 12,50 % від початкового значення.

3. Встановлено, що найбільш високе зниження концентрації пліснявих грибів забезпечила обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц, яка дозволила знизити загальне плісняве навантаження на 96,84 % від вихідного значення. Найбільшу ефективність з боку зниження концентрації дріжджових грибів показала обробка зерна ЕМП з частотою 16 Гц, яка дозволила знизити загальне дріжджове навантаження на 95,76 % від вихідного значення.

4. На основі результатів досліджень динаміки знезараження патогенних мікроорганізмів встановлено стабільне зниження показника зараженості у відношенні до *Cladosporium*spp. та *Fusarium*spp. Для цих мікроорганізмів рівень зниження, який було досягнуто з після обробки ЕМП з частотою 30 Гц, досяг значень 31,25 % та 37,21 % відносно вихідного значення, відповідно.

У всіх інших випадках вплив обробки ЕМП давав нестабільні результати, однією з ймовірних причин якого був низький вихідний рівень зараженості такими патогенами як *Alternariaspp.*, *Helminthosporium*spp. та *Pucciniaspp.* Однак, важливим висновком може бути існування мінімального досяжного рівня зниження

зараженості, який може бути досягнуто з використанням обробки зерна пшениці ЕМП з частотами 10–30 Гц. Потенційно такий рівень зараженості може знаходитися в інтервалі 3,0-0,5 %.

5. Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості показав значущий взаємозв'язок та зворотну кореляцію між рівнем зараженості та інтенсивністю обробки виявлено для таких мікроорганізмів як *Cladosporium* spp. та *Fusarium* spp. Для даних шкідників підвищення інтенсивності обробки до 30 Гц показало ефективне зниження зараженості.

6. Встановлено високу зворотну кореляцію між концентрацією мікроорганізмів та інтенсивністю обробки, що демонструє наявний взаємозв'язок, але не обґрунтовує його причинно-наслідкову природу. Однак коефіцієнти детермінації для плісневих та дріжджових грибів (0,535 та 0,613) не досягли значущого рівня, що можна пов'язати з нестабільністю показників в межах  $10^3$  ступеню.

7. Враховуючи кількісні показники концентрації мікроорганізмів, загальний висновок свідчить про здатність обробки ЕМП суттєво знижувати мікологічне навантаження на зерно пшениці. Однак досліджені режими обробки зерна ЕМП не спричиняють повного знищення життєздатних мікроорганізмів і потребують у подальшому більш розширеного вивчення.

8. На основі аналізу основних тенденцій ринку зернових України та дослідження зернового господарства Одеської області обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва нового елеватора місткістю 24,0 тис. тонн в Одеській області.

9. Проведено розрахунки і вибір основного обладнання, надані відомості про обробку і зберігання відходів. визначені розміри та висоти робочої башти і приймально-відпускних пристроїв. Розроблено, наведено опис та аналіз робочої схеми руху зерна і відходів. Наведено характеристику нових будівель та споруд з будівельної точки зору.

7. Проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ) підприємства. Наведено заходи щодо забезпечення нормованих

показників мікроклімату і чистоти повітря, значень шуму і вібрації, показників освітлення. Викладено інформацію із захисту працюючих від ураження електричним струмом, із електромагнітної безпеки, а також із пожежовибухонебезпеки.

8. Виявлений у Одеській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 5392,54 тис. тонн робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 24,0 тис. тонн, що відображає потреби ринку та можливість реалізації проєкту, тобто – маркетинговий ефект від його впровадження. Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 76166,40 тис. грн.

10. Впровадження розробленого проєкту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 67522,47 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 53976,32 тис. грн./особу, що є добрим показником у галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 13546,15 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 30181,85 грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 35856,96 тис. грн. дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 76166,40 тис. грн. протягом 2,12 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 47,08 %.

10. Проведена оцінка ефективності виконаних науково-технічних розробок, показала, що рівень науково-технічного ефекту (НТЕ) технології в нашому проєкті є достатнім і, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

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

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового елеватора місткістю у 24,0 тис. т у Одеській області.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зберігання і переробка продукції рослинництва: Навч. посібник / Г. І. Подпрятюв, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. — К.: Мета, 2002. — 495 с.: іл.
2. Кирпа, М.Я. Наукове обґрунтування інноваційних промислових технологій зберігання зерна / М.Я.Кирпа // Бюл. ІСГСЗ НААН України. – 2013. – № 5. – С. 93-98.
3. Гавриленко О. С., Хоміцька О. А., Загорулько О. В., Оцінка впливу мікробіологічних процесів під час зберігання зерна ярої пшениці // ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії, 2016, № 4, с. 31-35.
4. M. ZHELOBKOVA, O., & STANKEVYCH, G. (2019). PRACTICAL QUESTIONS FOR SILO BAGS GRAIN STORAGE TECHNOLOGY. Grain Products and Mixed Fodder's, 19(2), p. 10-16. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v19i2.1442>
5. Кюрчев С.В. Процес охолодження у зерносховищі при зберіганні зернової продукції з подальшою реалізацією у виробництві //Інженерія природокористування, 2019, №1(11), – с. 38 - 46
6. Shejbal J. Preservation of cereal grains in nitrogen atmospheres // Resource Recovery and Conservation, 1979, 4 (1) p. 13-29 [https://doi.org/10.1016/0304-3967\(79\)90034-9](https://doi.org/10.1016/0304-3967(79)90034-9)
7. Станкевич, Г.М., Бабков, А.В. Озон в технологіях обробки і зберігання зерна пшениці. – Херсон: Видавець Грінь Д. С. (2015).
8. Чорна М.О. Застосування електромагнітного випромінювання для сушки та дезінфекції насіння зернових культур // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 186 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 166 С.
9. Dalmoroa A, Barba A, Caputo S, Marra F, Lamberti G. Microwave technology applied in post-harvest treatments of cereals and legumes. J Chemical engineering transaction [Internet]. 2015, 44:13-8. <https://doi.org/10.3303/CET1544003>.

10. Marinković B, Grujić M, Marinković D, Crnobarac J, Marinković J, Jaćimović G, et al. Use of biophysical methods to improve yields and quality of agricultural products. *J Agricultural Sciences* [Internet]. 2008, 53(3):2 5-242. DOI:10.2298/JAS0803235M

11. Pittman U.L. Effect of magnetics seed treatment on yields of barley, wheat, and oats in southern Alberta // *Canadian Journal of Plant Science* January 1977, p. 37-45. <https://qsine.ca/Downloads/BioMag/PittmanReport.pdf>

12. Sarraf M, Kataria S, Taimourya H, Oliveira L, Renata S, Menegatti D, et al. Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. *Plants* [Internet]. 2020;9(9):1139. <https://doi.org/10.3390/plants9091139>.

13. Sema Alikamanoglu and Ayse Sen. Stimulation of growth and some biochemical parameters by magnetic field in wheat (*Triticum aestivum* L.) tissue cultures. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(53), pp. 10957-10963, 2011 DOI: 10.5897/AJB11.1479

14. Rochalska, M, and Orzeszko-Rywka, A. (2005). Magnetic field treatment improves seed performance. *Seed Sci. & Technol.*, 33, p. 669-674. DOI:10.15258/sst.2005.33.3.14

15. Pietruszewski, S., S. Muszyński, and A. Dziwulska. "Electromagnetic fields and electromagnetic radiation as non-invasive external stimulants for seeds (selected methods and responses)". *Int. Agrophys.* 21 no. 1 (2007): 95-100.

16. Іноземцев Г.Б. Електромагнітна енергія як фактор активації розвитку та підвищення врожайності в рослинництві / Іноземцев Г.Б. // *Наук. вісник НУБіП України.* – 2010. – Вип. 174 (1), С. 7-10.

17. Ольховський, В. О., & Дударєв, І. М. (2021). Способи сепарування та сепаратори зернової маси. *Сільськогосподарські машини*, 47, 102-112. <https://doi.org/10.36910/acm.vi47.655>

18. Бошкова И.Л. Применение микроволнового метода обработки растительных материалов в различных технологиях. монография / И.Л. Бошкова, Н.В. Волгушева. Одесса. Бондаренко М.А. 2017. - 224 С.

19. Влияние низкочастотного и высокочастотного электромагнитного поля на семена [Текст] / Л.Г. Калинин, И.Л. Бошкова, Г.И. Панченко, С.Г. Коломейчук //Биофизика. 2005. Т.50, № 2 – с. 361-366.

20. N. Osokina, V. Liubych, V. Novikov, I. Leshchenko, V. Petrenko, S. Khomenko, V. Zorunko, O. Balabak, V. Moskalets, T. Moskalets Effect of electromagnetic irradiation of emmer wheat grain on the yield of flattened wholegrain cereal Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 6/11 (108) 2020, p. 17-26.<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217018>

21. IjazB, JatoiSA, AhmadD, MasoodMS, SiddiquiSU. Changes in germination behavior of wheat seeds exposed to magnetic field and magnetically structured water. Afr.J.Biotechnol [Internet]. 2012, 11(15):3575–85. <https://doi: 10.5897/AJB11.2927>

22. Особливості прямого та посередкованого впливу електромагнітних полів малої потужності на насіння рослин та мікроорганізми / О. І. Коваленко, Ф. В. Ківва, С. В. Калініченко, О. Л. Коворотний // Радіофізика та електроніка. – 2007. – Т. 12, № 1. – С. 273-282.

23. Marcus Schmidt, Emanuele Zannini, Elke K. Arende Recent Advances in Physical Post-Harvest Treatments for Shelf-Life Extension of Cereal Crops Foods, 2018, 7(4), 45; <https://doi.org/10.3390/foods7040045>

24. Doaa Mohamed Zein, Abdelkhalek Hussein Ability of magnetic field to protect wheat crops during storage / Journal of Plant Protection Research 59 (2), 2019 p. 281-286. DOI: 10.24425/jppr.2019.129740

25. Ueno, S., & Shigemitsu, T. (Eds.). (2022). Bioelectromagnetism: History, Foundations and Applications (1st ed.). CRC Press. – 328 p. <https://doi.org/10.1201/9781003181354>

26. Medical and Biological Physics: textbook for students of higher medical institutions of the IV accreditation level / Chalyi A.V., Tsekhmister Ya.V., Agapov B.T. [et al.]; Edited by A. Chalyi. — 3rd ed. — Vinnytsia : Nova Knyha, 2017.— 480 p.

27. Ковра Ю.В., Станкевич Г.М., Єгорова А.В. Вплив вкрай низькочастотної електромагнітної обробки на мікробіологічні показники зерна пшениці / Наукові

праці НУХТ, 2021. Том 27, № 2. С. 162-169. DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-2-18 ([http://sw.nuft.edu.ua/Archiv/2021/swnuft\\_27\\_2.pdf](http://sw.nuft.edu.ua/Archiv/2021/swnuft_27_2.pdf)).

28. Фізика [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. М. Гоков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 277.

29. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. У 3 т. Т 2: Електрика і магнетизм. Навчальний посібник для студентів вищих технічних та педагогічних закладів освіти – К.; "Техніка", 2006, -452 с

30. Шокало В.М., Правда В.І., Усін В.А., Вунгесмері В.С., Грецьких Д.В., Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч.2. Випромінювання та поширення електромагнітних хвиль: Підручник для студентів ВНЗ/ За заг. ред. В.М. Шокало та В.І. Правди. Харків: ХНУРЕ, Колегіум, 2010, 435 с.

31. Stankevych, G., Kovra, Y., Borta, A. (2022). Formation of the quality of wheat grain by extremely low frequency electromagnetic field treatment. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (3 (66)), 38–44. <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263484>

32. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2020 році // Державна служба статистики України. URL: [ukrstat.gov.ua/](http://ukrstat.gov.ua/) (дата звернення: 18.10.24).

33. Елеватори в Одеській області// Tripoli. URL: <https://tripoli.land/ua/elevators/odesskaya> (дата звернення: 30.05.24).

34. 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.

35. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з курсу «Інноваційні технології галузі з КП» для студентів СВО «магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл. Кац А.К., Дмитренко Л.Д., Станкевич Г.М. – Одеса: ОНАХТ, 2021. – 57 с.

36. Відомчі норми технологічного проектування. Хлібоприймальні підприємства та елеватори. ВНТП СГіП-46-28-98. Харків: Інститут «Промзернопроект».

37. Інструкція з очищення продовольчого, кормового зерна і насіння олійних культур на підприємствах галузі хлібопродуктів. – М.: Агропромиздат, 1978. – 112 с.

38. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з курсу «Технологія елеваторної промисловості» «Проектування робочої башти і силосних корпусів елеватора» ч. 2 для студентів денної і заочної форм навчання / Укл. Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. За редакцією Г.М. Станкевича. Одеса: ОНАХТ, 2003. 38 с.

39. Альбом нормалей обладнання для хлібоприймальних підприємств та елеваторів / Укл.: Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, О.В. Зарубін, О.В. Омелянюк, К.В. Федорова. За редакцією Г.М. Станкевича та О. І. Гапонюка. – Одеса: ОНАХТ, 2011. – 99 с.

40. Зерносушарка шахтна ЗШ-1500Г на природньому газу // АгроВектор. URL:[https://agrovektor.com/physical\\_product/140435-zernosushilka-shahtnaya-zsh-1500g-na-prirodnom-gazu.html](https://agrovektor.com/physical_product/140435-zernosushilka-shahtnaya-zsh-1500g-na-prirodnom-gazu.html)(дата звернення: 18.10.24).

41. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г.М. Станкевич, А.К. Кац, Т.В. Страхова та ін.; за ред. Г.М. Станкевича. Одеса : КП ОМД, 2022. 154 с.

42. Закон України «Про охорону праці» (нова редакція, зі змінами, 2004 р.) URL: <http://pravoved.in.ua/section-law/187-zuoot.html> (дата звернення: 02.05.2022).

43. Базові тарифи на роботи та послуги окремих видів // URL:[ksterminal.at.ua](http://ksterminal.at.ua) (дата звернення 30.10.23).

44. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют // Національний банк України 20.05.24 URL: <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangerates?date=20.05.2024&period=daily> (дата звернення – 20.05.24).

45. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Інвестиційний менеджмент» для студентів СВО «магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання / Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. Одеса: ОНТУ, 2023. 39 с.

**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

					КРМ.ТЗіК.1. 1.607-03.IV.4.2			
<b>Змін.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив	Ковра Ю.В.				Розробка проекту будівництва елеватора місткістю 24 тис. тонн з використання обробки зерна електромагнітним полем	Літ.	Аркуш	Аркушів
Консульт.							115	
Керівник	Макаринська А.В.					ОНТУ ТЗХ-61		
Рецензент								
Зав.кафедри	Макаринська А.В.							

**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра Технології зерна і комбікормів

# **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ЕМП ВНЧ НА ЇЇ МІКРОБІОТУ**

Здобувач: Ковра Ю.В.

Науковий керівник: д.т.н. Макаринська А.В.

## МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ОБЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

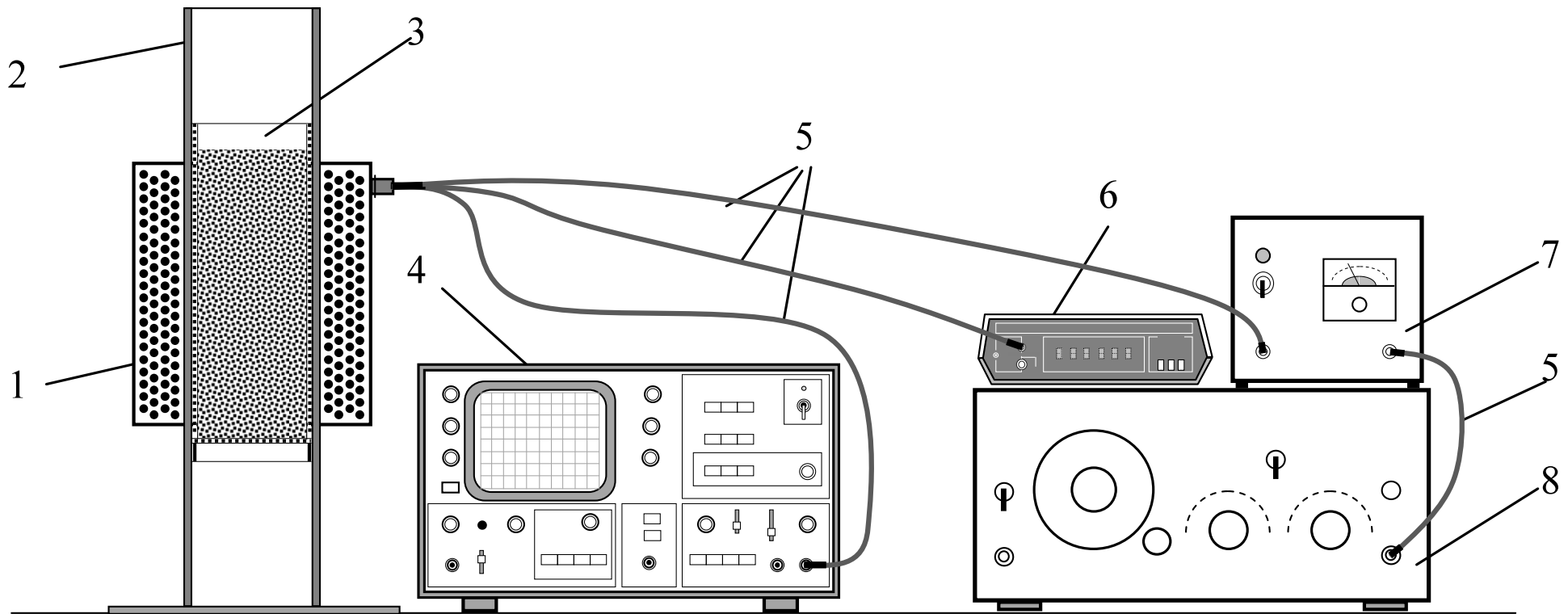
**Метою досліджень** було встановлення впливу обробки зерна пшениці ЕМП ВНЧ на її мікробіологічні показники, що сприятиме підвищенню якості зерна та термінів його зберігання.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

- підготувати контрольний та контаміновані зразки зерна пшениці;
- провести обробку підготовлених зразків ЕМП з частотами 10–30 Гц;
- провести кількісну оцінку загальної кількості пліснявих та дріжджових грибів у досліджуваних зразків зерна;
- провести аналіз динаміки зараженості відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки;
- провести статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки зразків зерна та їх зараженості.

**Об'єктом** дослідження була мікробіота зерна пшениці; **предметами** — пшениця сорту Українка одеська врожаю 2023 року та свідомо заражені її зразки. Дослідження було проведено у період листопад 2023 – травень 2024 р. в лабораторії ОНТУ та ІП СЖС Україна..

# СХЕМА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ ВКРАЙ НИЗЬКИХ ЧАСТОТ

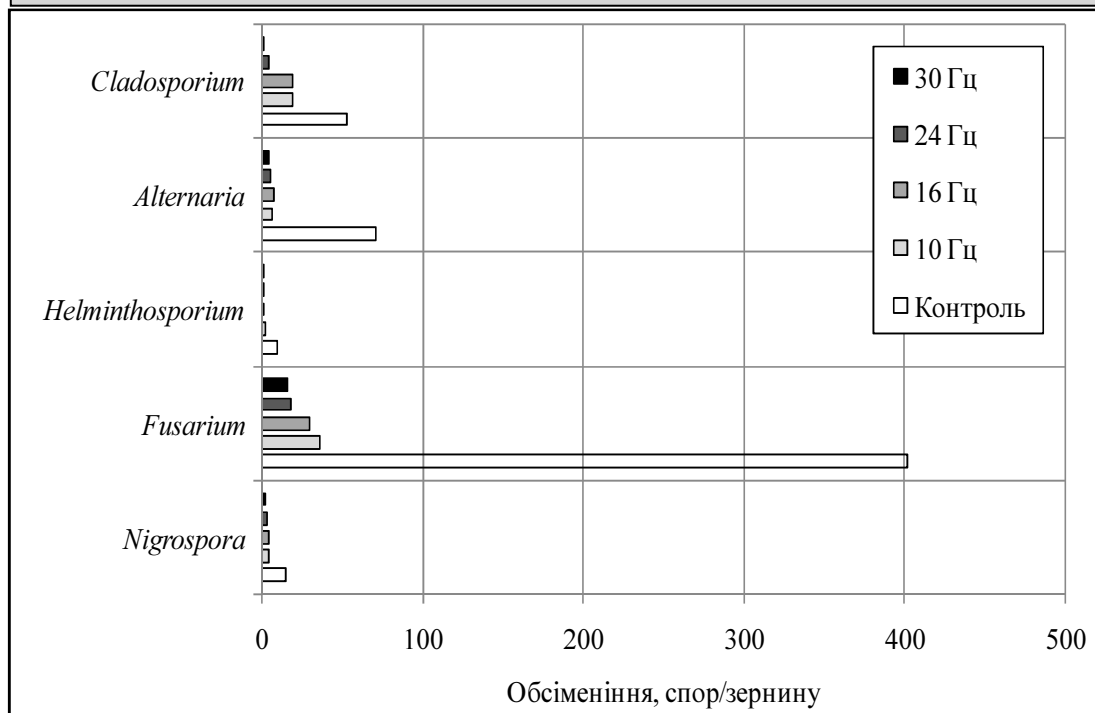


**1 – соленоїдна котушка; 2 – полімерна труба; 3 – ємність для зерна; 4 – осцилограф С1-78;  
5 – з'єднувальні кабелі; 6 – універсальний (комбінований) цифровий вольтметр В7-38;  
7 – підсилювач низької частоти; 8 – генератор електромагнітних коливань ГЗ-112/1; (кабелі підключення приладів до мережі 220 В умовно не показані)**

## РЕЗУЛЬТАТИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ КОНТАМІНОВАНOSTІ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, СПОР/ЗЕРНИНУ

Показники		Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
			10	16	24	30
<i>Cladosporium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	58-47	22-14	28-11	6-3	3-0
	Результат	52,77	19,44	19,44	3,70	0,93
<i>Alternaria spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	78-69	22-14	28-11	8-3	6-3
	Результат	71,29	6,48	7,41	5,56	3,70
<i>Helminthosporium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	17-3	3-0	3-0	3-0	3-0
	Результат	9,33	1,85	0,93	0,93	0,93
<i>Fusarium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	422-389	56-20	33-25	28-9	19-11
	Результат	401,81	36,29	29,63	17,81	15,74
<i>Nigrospora spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	17-14	8-3	6-3	6-0	3-0
	Результат	14,81	4,63	3,70	2,78	1,85

### Залежність середніх значень обсіменіння зерна від частоти ЕМП



### ВИЗНАЧЕННЯ КОНТАМІНОВАНOSTI

#### Показники контамінованості зерна відносно вихідного значення, відповідно до рівнів обробки ЕМП, %

Показники	Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
		10	16	24	30
<i>Cladosporium</i>	100,00	36,84	36,84	7,02	1,75
<i>Alternaria</i>	100,00	9,09	10,39	7,79	5,19
<i>Helminthosporium</i>	100,00	19,84	9,92	9,92	9,92
<i>Fusarium</i>	100,00	9,03	7,37	4,43	3,92
<i>Nigrospora</i>	100,00	31,25	25,00	18,8	12,50

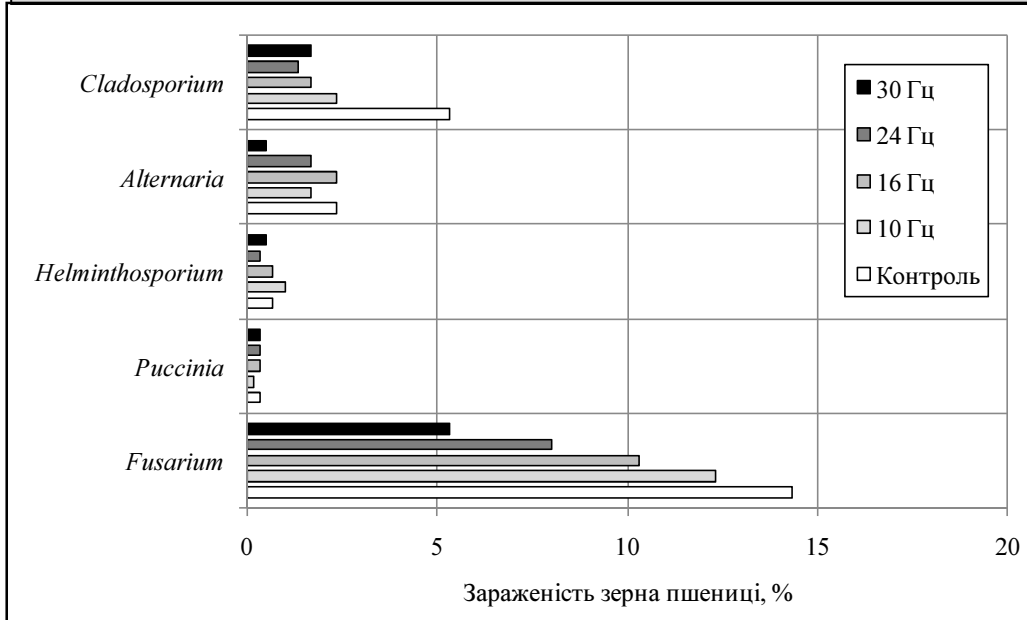
### Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості

Статистика	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Helminthosporium spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>
Коефіцієнт кореляції	-0,9478	-0,7861	-0,8104	-0,792	-0,8735
Коефіцієнт детермінації	0,8981	0,6180	0,6564	0,6277	0,7631
Рівняння лінійної регресії	$Y = -1,664 \cdot X + 45,87$	$Y = -1,962 \cdot X + 50,29$	$Y = -0,2535 \cdot X + 6,850$	$Y = -11,38 \cdot X + 282,4$	$Y = -0,3924 \cdot X + 11,83$
Графік лінійної залежності					

## РЕЗУЛЬТАТИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗАРАЖЕНОСТІ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, %

Показники		Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
			10	16	24	30
<i>Cladosporium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	7-4	4-1	2-1	2-1	3-1
	Результат	5,3	2,3	1,7	1,3	1,7
<i>Alternaria spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	3-2	2-1	3-2	3-1	1-0
	Результат	2,3	1,7	2,3	1,7	0,5
<i>Helminthosporium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	1-0,5	1	1-0,5	0,5-0	0,5-0
	Результат	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5
<i>Fusarium spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	0,5-0	0,5-0	0,5-0	0,5-0	0,5-0
	Результат	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
<i>Nigrospora spp.</i>	Характеристика 3-х паралельних досліджень	17-12	14-10	11-10	10-5	7-4
	Результат	14,3	12,3	10,3	8,0	5,3

### Динаміка середніх значень зараженості зерна пшениці від частоти ЕМП



### ВИЗНАЧЕННЯ ЗАРАЖЕНОСТІ

#### Динаміка середніх значень зараженості зерна пшениці, %

Показники	Контроль	Частоти ЕМП, Гц			
		10	16	24	30
<i>Cladosporium</i>	100,00	43,75	31,25	25,00	31,25
<i>Alternaria</i>	100,00	71,43	100,00	71,43	21,43
<i>Helminthosporiums</i>	100,00	150,0*	100,00	50,00	75,00
<i>Puccinia</i>	100,00	50,00	100,00	100,00	100,0
<i>Fusarium</i>	100,00	86,05	72,09	55,81	37,21

\*статистичний випад, пов'язаний з низьким вихідним значенням, який вписується у невизначеність вимірювання

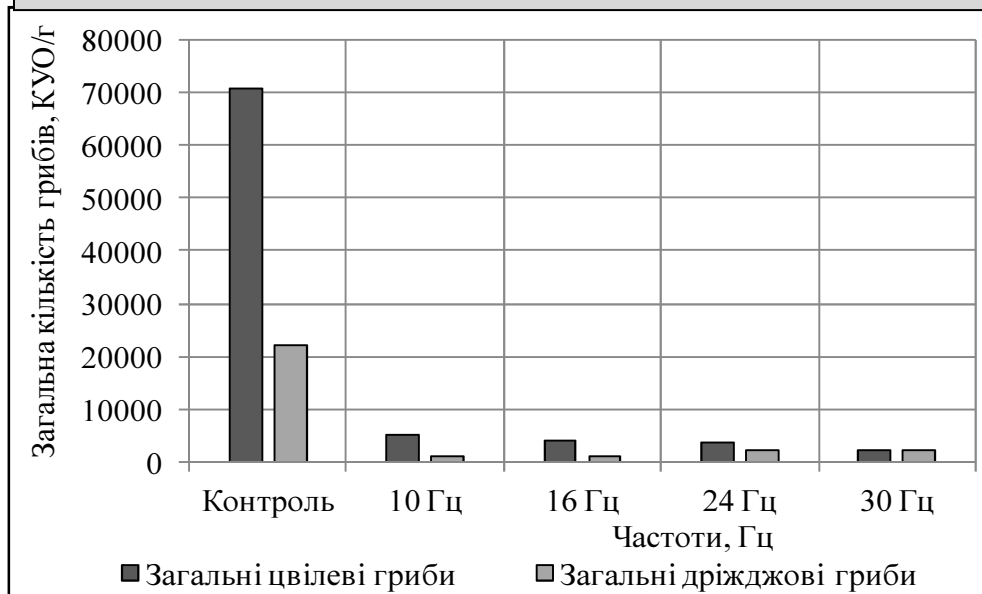
### Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості

Статистика	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Helminthosporium spp.</i>	<i>Puccinia spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Коефіцієнт кореляції	-0,8462	-0,7671	-0,6026	0,2855	-0,9903
Коефіцієнт детермінації	0,7093	0,5845	0,4052	0,08152	0,9802
Рівняння лінійної регресії	$Y = -0,1167 \cdot X + 4,327$	$Y = -0,04783 \cdot X + 2,465$	$Y = -0,01413 \cdot X + 0,8661$	$Y = 0,001087 \cdot X + 0,2626$	$Y = -0,2978 \cdot X + 14,81$
Графік лінійної залежності					

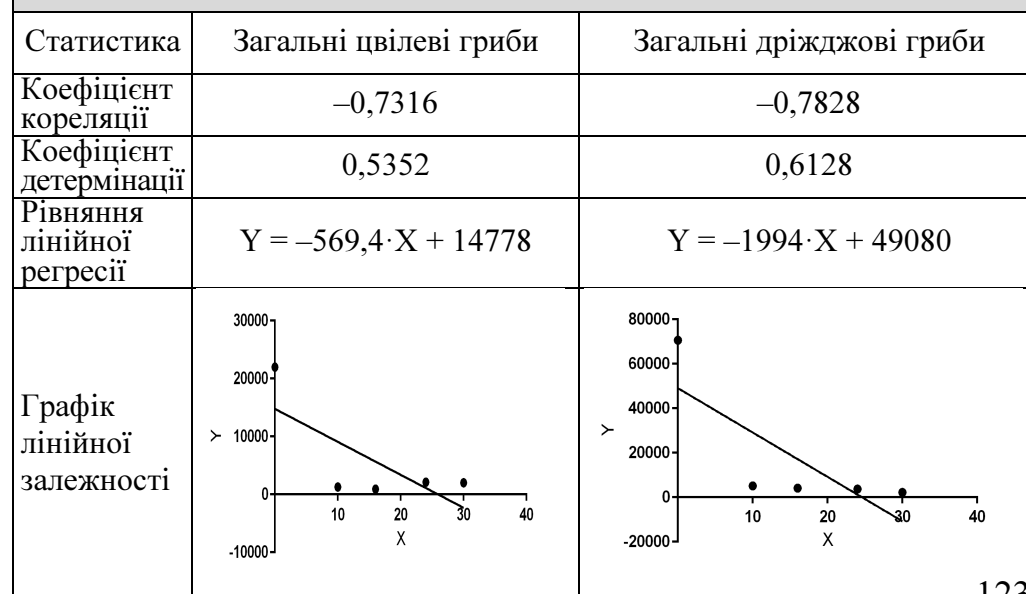
# РЕЗУЛЬТАТИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ КІЬКОСТІ ДРІЖДЖОВИХ ТА ПЛІСНЯВИХ ГРИБІВ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ, КУО/Г

Показники		Контроль	10 Гц	16 Гц	24 Гц	30 Гц
Загальні плісняві гриби	Характеристика 3-х паралельних досліджень	75000-68000	5400-4900	4400-3700	4100-3300	2400-2100
	Результат	$7,1 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$
Загальні дріжджові гриби	Характеристика 3-х паралельних досліджень	24000-21000	1500-1000	1100-800	2500-1900	2200-1800
	Результат	$2,2 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^3$	$9,3 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$

Показники середніх значень кількості пліснявих та дріжджових грибів



Статистика взаємозв'язку концентрації дріжджових та пліснявих грибів з інтенсивністю обробки



## ВИСНОВКИ

1. Встановлено можливість зниження контамінованості зерна пшениці фітопатогенними мікроорганізмами *Cladosporium*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* та *Nigrospora* за допомогою обробки зараженого ними зерна ЕМП у діапазоні частот 10–30 Гц. Найбільш високий ефект досягається за частоти ЕМП 30 Гц.

2. Показано, що обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц дозволила суттєво знизити контамінованість *Cladosporium* та *Fusarium* — відповідно до 1,75 % та 3,92 % від вихідного показника. Контамінованість мікроорганізмами *Alternaria* та *Helminthosporium* після обробки зерна за частоти 30 Гц була дещо вищою та склала відповідно 5,15 % і 9,97 % від вихідного показнику. У відношенні *Nigrospora* ефективність знезараження після обробки зерна пшениці була найбільш низькою — вихідне значення контамінованості знизилось до рівня 12,50 % від початкового значення.

3. Встановлено, що найбільш високе зниження концентрації пліснявих грибів забезпечила обробка зерна пшениці ЕМП з частотою 30 Гц, яка дозволила знизити загальне плісняве навантаження на 96,84 % від вихідного значення. Найбільшу ефективність з боку зниження концентрації дріжджових грибів показала обробка зерна ЕМП з частотою 16 Гц, яка дозволила знизити загальне дріжджове навантаження на 95,76 % від вихідного значення.

4. На основі результатів досліджень динаміки знезараження патогенних мікроорганізмів встановлено стабільне зниження показника зараженості у відношенні до *Cladosporium* spp. та *Fusarium* spp. Для цих мікроорганізмів рівень зниження, який було досягнуто з після обробки ЕМП з частотою 30 Гц, досяг значень 31,25 % та 37,21 % відносно вихідного значення, відповідно.

У всіх інших випадках вплив обробки ЕМП давав нестабільні результати, однією з ймовірних причин якого був низький вихідний рівень зараженості такими патогенами як *Alternariaspp.*, *Helminthosporium spp.* та *Pucciniaspp.* Однак, важливим висновком може бути існування мінімального досяжного рівня зниження зараженості, який може бути досягнуто з використанням обробки зерна пшениці ЕМП з частотами 10–30 Гц. Потенційно такий рівень зараженості може знаходитися в інтервалі 3,0-0,5 %.

5. Статистичний аналіз взаємозв'язку інтенсивності обробки та зараженості показав значущий взаємозв'язок та зворотну кореляцію між рівнем зараженості та інтенсивністю обробки виявлено для таких мікроорганізмів як *Cladosporium spp.* та *Fusarium spp.* Для даних шкідників підвищення інтенсивності обробки до 30 Гц показало ефективне зниження зараженості.

6. Встановлено високу зворотну кореляцію між концентрацією мікроорганізмів та інтенсивністю обробки, що демонструє наявний взаємозв'язок, але не обґрунтовує його причинно-наслідкову природу. Однак коефіцієнти детермінації для плісневих та дріжджових грибів (0,535 та 0,613) не досягли значущого рівня, що можна пов'язати з нестабільністю показників в межах  $10^3$  ступеню.

7. Враховуючи кількісні показники концентрації мікроорганізмів, загальний висновок свідчить про здатність обробки ЕМП суттєво знижувати мікологічне навантаження на зерно пшениці. Однак досліджені режими обробки зерна ЕМП не спричиняють повного знищення життєздатних мікроорганізмів і потребують у подальшому більш розширеного вивчення.