

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту

“ _____ ” _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Андрій ЧЕРНЕГА

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
БАКАЛАВРА**

**РЕКОНСТРУКЦІЯ ЕЛЕВАТОРА ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯМ МІСТКОСТІ ДО 130
ТИС. Т. НА ФІЛІЇ «ХМІЛЬНИЦЬКИЙ ЕЛЕВАТОР» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»**

Виконав – студент IV курсу, групи 41-т

Освітньої програми Харчові технології

Спеціальності 181 Харчові технології

Смаровоз Ростислав Романович

Керівник – к. т. н., доцент

Євчук Яна Валеріївна

Умань – 2025

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Характеристика підприємства або місця проектування

1.2 Обґрунтування доцільності реконструкції елеваторного комплексу

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єктів зберігання

2.1.1 Обґрунтування інноваційних технологій зберігання зерна

2.1.2. Перспективні технології зберігання зерна під час надзвичайних ситуацій

2.2. Технологія виробництва

2.2.1. Пояснення до об'ємно-планувального рішення.

2.2.2. Розроблення, обґрунтування та опис технологічної схеми виробництва

2.2.3. Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних контрольних точок на основі принципів НАССР при виробництві.

2.2.4 Ключові вимоги до зберігання зерна: теорії, технології та обладнання

2.2.5 Особливості зберігання зернових культур із застосуванням сучасних технологій

3. ПІДБІР І РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячено реконструкції елеваторного комплексу філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ Юкрейн» із метою збільшення його загальної місткості для зберігання зернових до 130 тисяч тон, а також підвищення ефективності, надійності та енергоефективності технологічних процесів.

У першому розділі роботи виконано всебічний аналіз існуючого стану елеватора: розглянуто технічні характеристики наявних споруд і технологічного обладнання, проаналізовано рівень зносу конструкцій, продуктивність ланцюгів транспортування, ефективність систем очищення, сушіння та аспірації. Виявлено основні недоліки, що стримують збільшення обсягів зберігання та переробки зерна та доведена доцільність реконструкції елеваторного комплексу.

У другому розділі наведено характеристику об'єктів зберігання зернових культур в умовах елеваторного комплексу, обґрунтовано доцільність застосування інноваційних технологій зберігання зерна, наведено пояснення до об'ємно-планувального рішення, описано технологічну схему виробництва та наведено аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних точок на основі принципів НАССР.

У третьому розділі розроблено комплексне технічне рішення реконструкції, яке включає:

- встановлення додаткових силосів з сучасною металевою конструкцією та активною вентиляцією;
- модернізацію транспортного обладнання (норії, транспортери) з підвищеною продуктивністю;
- заміну та оновлення систем попереднього й глибокого очищення зерна;
- впровадження сушильного комплексу з покращеними показниками енергозбереження;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

– застосування автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) для контролю за роботою вузлів, температурними режимами зберігання та рівнем заповнення ємностей.

У четвертому розділі здійснено техніко-економічне обґрунтування проєкту: проведено порівняльну оцінку витрат до та після реконструкції, визначено строк окупності інвестицій (4,7 років), розраховано підвищення рентабельності діяльності елеватора (19,77 %). Встановлено, що реалізація запропонованих заходів забезпечує зростання обсягів обробки зернових культур та суттєве знижує втрати продукції та енерговитрати.

Окремі розділи дипломного проєкту присвячено питанням охорони праці, пожежної безпеки та екології. У них відображено заходи щодо зниження пиловиділення, зменшення шуму, підвищення безпеки експлуатації обладнання та покращення умов праці для персоналу.

Отже, реконструкція елеваторного комплексу до рівня 130 тис. тон дозволяє адаптувати його до сучасних вимог агропромислового комплексу, збільшити конкурентоспроможність підприємства, підвищити його логістичну гнучкість та забезпечити стабільну роботу в умовах зростання попиту на якісні послуги зі зберігання й обробки зерна.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Характеристика підприємства або місця проектування

ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН» – дочірнє підприємство міжнародної агропромислової корпорації Archer Daniels Midland Company, основним напрямком діяльності якого є виробництво соняшникової олії і торгівля зерновими культурами. До структури підприємства входять сім філій в різних регіонах України – елеватори для зберігання зерна, олієекстракційний завод, потужністю близько 200 тис. т. в м. Чорноморськ, зерновий термінал в порту м. Одеса, п'ять силосних башт на території, яка віддалена від моря та торговий офіс в м. Київ. Підприємство спеціалізується, переважно, на продажі зернових і олійних культур. Відповідно до інформації відображеної на Web-сайті підприємства, відомо, що у 2018 році компанія експортувала 841 тис. т ріпаку (частка на ринку – 38,91 %), 220 тис. т сої (12,7 %), 0,6 млн. т. пшениці (3,8 %), 2,09 млн. т. кукурудзи (9,99 %). Всього за 2018 рік експорт зернових склав 2,57 млн. т і часткою в 7 %. У вартісному вираженні (у перерахунку на середні ціни Держстату) компанія експортувала ріпак на \$ 348 млн, кукурудзу – на \$ 344 млн, сою – на \$ 78,1 млн і ячмінь – на 43,3%. Елеватори «АДМ ЮКРЕЙН» розташовані в Одеській, Вінницькій, Кіровоградській, Херсонській, Черкаській областях. Потужності зберігання становлять 623, 2 тис.

Елеватор місткістю 30 тис. тон планується будувати на базі ВП «Хмільницький елеватор», розташованого в м. Хмільник Вінницької області.

Хмільник – місто обласного значення, центр Хмільницького району Вінницької області, курорт державного значення. Розташоване в північно-східній частині Поділля на річці Південний Буг. Відстань до обласного центру становить 63 км, до Києва – 246 км. Населення – 28 158 осіб.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис. т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ростислав СМАРОВОЗ						
Керівник		Яна ЄВЧУК						
Затв.		Андрій ЧЕРНЕГА				Кафедра харчових технологій Уманського НУС		

Потреби підприємства в електроенергії будуть повністю задовольнятися шляхом підключення до діючих електричних систем. Район повністю може забезпечити будівництво необхідними будівельними матеріалами, робочою силою.

Хмельницький елеватор було засноване ще в довоєнні роки - згідно архівних даних в квітні 1932 року. До 1970 року елеватор називався хлібоприймальним підприємством, а з 1998 р. підприємство є акціонерним товариством.

Сьогодні на елеваторі працює 94 спеціаліста. Впродовж останніх років на підприємстві проведені масштабні ремонтні роботи, модернізовано обладнання. Зокрема, в 2011 році введено в дію новий сушильно-складський комплекс на 20 тис. т. зернових, який оснащений найсучаснішим європейським обладнанням, повністю автоматизований та має необхідні системи для захисту навколишнього середовища від забруднень. На території підприємства є механізовані склади, елеватор та сушильно – складський комплекс. Загальна місткість елеватора становить 100 тис. т. зерна. На підприємстві встановлено німецьке очисне обладнання: сепаратор – TSA – 154, SMA – 203. Модернізовані та автоматизовані вітчизняні сушарки ДСП 32х2 от та ДСП – 50. Автоматизована система управління сушильного комплексу. Для відбору аналізів використовується високоточний пробовідбірник „Racoraf”

Проектом реконструкції передбачено будівництво:

- відділення приймання зерна;
- очисного відділення;
- відділення сушки зерна;
- відділення зберігання вологого зерна;
- відділення зберігання сухого очищеного зерна;
- норійна башта;
- відділення вивантаження зерна па автотранспорт;
- відділення вивантаження зерна на залізничний транспорт [1-10].

Географічне положення підприємства дає змогу приймати зернові з трьох областей Житомирської Хмельницької та Вінницької. Оскільки елеватор знаходиться у Вінницькій області і межує з Житомирською та Хмельницькою, то

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ					Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	

відповідно найбільше надходження зерна припадає на Вінницьку область, а решта на Житомирську і Хмельницьку.

Елеватор відноситься до підприємств типу «Базисно-перевантажувального», тобто приймання зернових та зернобобових з автотранспорту та відвантаження на з/д і автотранспорт з частковою доробкою зерна до базисних показників якщо в цьому виникає необхідність.

Для сільськогосподарських товаровиробників та зернотрейдерів елеватором надаються такі послуги: приймання, зберігання, сушіння очищення, навантаження продукції на автомобільний та залізничний транспорт [12-14].

Підприємство має можливість одночасно приймати зернові різного виду культур та якості: пшениці від фуражної до продовольчої по класах, ячменю також по класах, кукурудзи, і т. д. Під час приймання кожен вид зернових формується в партії по показниках якості [15].

Партії зернових культур, що потребують доробки, розміщують в ємкостях призначених для зберігання зерна перед доробкою. За розміщеними партіями зернових культур установлюється контроль за вологістю та температурою зерна [2, 16-18].

Дороблене до базисних кондицій зерно розміщують у ємкостях для довготривалого зберігання.

Основними операціями із доробки зерна на елеваторі є очищення, сушіння, вентилявання та знезараження. Послідовність проведення доробки зернових культур може змінюватися завдяки гнучкій технологічній схемі [1, 4, 19, 20].

Всі технологічні процеси елеватора здійснюються та контролюються дистанційно АСУТП (автоматична система управління технологічного процесу).

Після доведення зерна до базових кондицій його направляють в силоса (ємкості для довготривалого зберігання) або в бункера на з/д чи автовідвантаження [2, 6, 9, 21].

Елеватор має можливість направляти зерно з силосів на доробку. Все переміщення зерна по горизонталі відбувається завдяки скребковим

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

транспортерам, по вертикалі - норіями підіймається до верхніх поверхів робочої башти, до низу по самопливах [22].

Під час довготривалого зберігання в силосах завдяки термометрії є можливість дистанційно контролювати температуру зерна по всьому об'єму силоса. Згідно з показниками температури, зерно активно вентилують за допомогою вентиляторів або переміщують з одного силоса в інший [23-25].

1.2 Обґрунтування доцільності реконструкції елеваторного комплексу

Елеваторні комплекси є ключовими об'єктами у ланцюгу післязбиральної обробки та зберігання зерна. Значна частина елеваторів в Україні була збудована у 1960–1980-х роках і вже не відповідає сучасним вимогам. Їх реконструкція – необхідний крок для забезпечення ефективного та конкурентоспроможного аграрного виробництва.

Основні чинники доцільності реконструкції:

1. Технічна застарілість обладнання (фізичний знос (часто >70%), високі енерговитрати, відсутність автоматизації, підвищені ризики аварійності, низька точність дозування та обліку.

2. Економічна неефективність експлуатації (високі витрати на обслуговування та ремонт, значні втрати зерна (до 1,5–2 % через просипи, самозігрівання, тощо), низька швидкість оброблення зерна – простої транспорту.

3. Логістичні обмеження (обмежена пропускна спроможність (прийом/відвантаження); невідповідність вимогам експортної логістики (вагони, автомобілі);

4. Екологічні та регуляторні вимоги (пиловики та аспіраційні системи не відповідають нормам; недотримання норм безпеки та охорони праці; Часто відсутні сертифікати HACCP, ISO 22000 тощо [26].

Очікувані переваги реконструкції:

– технічні (модернізація сушильного та транспортного обладнання;

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ					Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	

встановлення сучасних систем зважування, контролю якості; автоматизоване управління технологічним процесом (SCADA, ERP);

– економічні (зменшення експлуатаційних витрат до 30–40%; скорочення втрат зерна до 0,2–0,5%; підвищення продуктивності на 50–100%; зростання прибутковості підприємства на 20–30%;

– екологічні та соціальні (зменшення викидів пилу та шуму; підвищення безпеки праці; покращення іміджу підприємства (сертифікація, відповідність екостандартам) [27-30].

Обстеження виконуються з метою вирішення таких основних задач: підтвердження придатності до експлуатації та обґрунтування складу поточних ремонтних робіт; підтвердження придатності до реконструкції та обґрунтування складу робіт з заміни, підсилення та ремонту конструкцій (зазвичай, виконується при розширенні підприємства та заміні обладнання на більш потужне); заміри та складання обмірних креслень споруд, на які відсутня проектна документація (зазвичай, технічна документація часто втрачається при зміні власника підприємства, а конструкції іноземного виробництва (металеві силоси, норійні башти тощо) поставлялися без детальних креслень, що ускладнює їх обстеження та розрахункові перевірки); розроблення конструктивних рішень щодо відновлення та підсилення конструкцій з їх розрахунковим обґрунтуванням; участь у розслідуванні аварійних ситуацій, встановлення причин аварій тощо. Крім того, враховуючи велику кількість елеваторних споруд, що пошкоджені воєнними засобами дистанційного ураження, на перший план виходять задачі оцінки обсягів пошкоджень споруд та їх придатності до відновлення, розробка методів підсилення конструкцій для забезпечення функціонування споруд [1, 4, 28, 31].

Отже, реконструкція елеваторного комплексу зі збільшенням місткості до 130 тис. т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН» є доцільною як з технічної, так і з економічної точки зору. Вона дозволяє не лише продовжити термін служби об'єкта, а й вивести підприємство на новий рівень операційної ефективності, енергоощадності та екологічної відповідальності.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ					Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єктів зберігання

2.1.1 Обґрунтування інноваційних технологій зберігання зерна

На сучасному етапі розвитку аграрного сектору проблема втрат зерна на шляху від поля до споживача залишається актуальною. На якість зберігання зернової продукції суттєво впливають такі чинники, як вологість і температура як самого зерна, так і навколишнього середовища, а також рівень аерації зернової маси. Грамотне управління цими параметрами у взаємодії із зовнішнім середовищем забезпечує високу ефективність процесу зберігання як з технологічної, так і з економічної точки зору [32, 34].

Вибір методу зберігання зерна значною мірою залежить від його фізичних і фізіологічних характеристик. Усі партії зерна, особливо посівного призначення, потребують розміщення в спеціалізованих зерносховищах. Такі сховища класифікуються за рядом ознак, серед яких ключовими є: тривалість зберігання (коротко- або довгострокове); конструкція (навіс, склад, елеватор тощо); функціональне призначення (лише зберігання чи ще й доробка); ступінь механізації (механізовані, напівмеханізовані, ручні); наявність систем активного вентилявання (каналні, підлогові, мобільні тощо) [35].

Зерно може зберігатися тимчасово (від кількох діб до місяця), тривалий термін (від одного до трьох місяців) або довгостроково (від кількох місяців до кількох років). Незалежно від періоду зберігання, основна мета – уникнути втрат маси (окрім біологічних) і запобігти погіршенню якості [35].

Більша частина зернових в Україні зберігається в елеваторах – це переважно залізобетонні конструкції, що забезпечують умови для сухого зберігання.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ростислав СМАРОВОЗ			Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис.т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Яна ЄВЧУК						
Затв.		Андрій ЧЕРНЕГА				Кафедра харчових технологій Уманського НУС		

Сушильне й зерноочисне обладнання дає змогу якісно підготувати зерно до зберігання. Серед недоліків елеваторного зберігання – висока собівартість (наприклад, вартість сушіння 1 т на 1 % вологості може становити до 50 грн) і ризик пошкодження продукції шкідниками. Згідно з дослідженнями, під час зберігання в елеваторі маса зерна може зменшуватися на 0,9 %, а засміченість – на 0,5 %, що зумовлено додатковим очищенням [35].

Останнім часом в Україні все більшого поширення набуває технологія зберігання зерна у багатошарових поліетиленових мішках – так званих рукавах. Цей матеріал не пропускає вологу, має захисне просочення від гризунів та інших шкідників. При такому методі кисень, що залишається в міжзерновому просторі, швидко заміщується вуглекислим газом, що створює ефект самоконсервації.

Таким чином, порівняння різних способів зберігання свідчить, що найменші втрати ваги зерна спостерігаються при зберіганні у металевих силосах і поліетиленових рукавах.

2.1.2. Перспективні технології зберігання зерна під час надзвичайних ситуацій

У разі надзвичайних ситуацій природного чи людського походження продовольча безпека має забезпечуватися шляхом впровадження оперативних заходів зі зберігання зерна. В українських реаліях зростання обсягів виробництва зернових уже сьогодні створює проблеми з їх збереженням, а під час воєнного стану – додатково актуалізуються питання безпеки сховищ та збереження зернових запасів [30,031].

Варто зазначити, що навіть у сприятливі періоди рівень забезпеченості сховищами складав лише 50–60 % від потреби. При цьому зберігання зерна безпосередньо на підприємствах аграріїв може супроводжуватися втратами в межах 8–10 % від загального обсягу врожаю. Це підкреслює важливість подальшого розвитку технологій зберігання зернової продукції, включно з будівництвом сховищ за новітніми технологіями, які враховують специфіку

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

кожної культури. При цьому не можна ігнорувати сучасні ризики – зокрема, ракетні обстріли зерноскладів та складів, що вже мали місце.

Подальший розвиток у цій сфері має базуватися не лише на науково обґрунтованих принципах зберігання зерна, а й на заходах безпеки для працівників, збереженні цілісності зерна та інфраструктури. У наш час обсяги переробки зерна зросли, порівняно навіть із десятирічною давниною, а автоматизація технологічних процесів зумовила зменшення потреби в робочій силі [32].

Для ефективного зберігання зерна першочергово необхідно оцінити його морфологічну структуру – адже кожне зерно має індивідуальні особливості за формою, розміром, масою, вологістю й іншими характеристиками. Крім того, до зернової маси потрапляють сторонні домішки – органічні рештки, пісок, насіння бур'янів, а також мікроорганізми, кліщі й комахи, які спричиняють самозігрівання, проростання, розвиток плісняви, забруднення і пошкодження зерна [18, 33].

Вибір режиму зберігання повинен враховувати цей склад зернової маси та бути спрямованим на уповільнення фізіологічних процесів, пригнічення розвитку патогенної мікрофлори та активності шкідників. Зерно слід зберігати в сухому стані – шляхом зниження вологості до рівня, за якого життєдіяльність усіх живих елементів маси мінімізується, особливо дихання самого зерна. Оптимальний рівень вологості є індивідуальним для кожної культури [34].

Найбільш ефективним є поєднання кількох способів зберігання – наприклад, висушене зерно можна додатково охолоджувати або зберігати у герметичних умовах, що суттєво підвищує його стабільність і дозволяє зберігати довше. Хоча ця технологія є затратною, вона забезпечує високу якість продукції. Значення має і спосіб зберігання: насипне зберігання є економічно вигідним, однак для насіннєвого матеріалу частіше обирають зберігання в тарі, що дозволяє зберегти його посівні властивості [20, 21, 24, 30, 33].

Зерно може зберігатися як у закритих (склади, силоси, бункери), так і у відкритих умовах. Проте останні придатні лише для короткочасного зберігання

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ					Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	

після збирання, особливо в умовах воєнних дій, коли закриті сховища можуть стати ціллю обстрілів.

Тривалість зберігання зерна класифікують на:

- тимчасове (до 30 діб) – зерно підлягає обробці й доведенню до стандартів;
- тривале (понад 30 діб) – для зерна, що йде на переробку або експорт;
- довготривале (понад рік) – для резервних або страхових фондів.

Таким чином, сучасні методи зберігання зерна повинні адаптуватися до його стану й подальшого використання. Найбільше на якість та збереження впливають рівень вологості, наявність домішок, температура та доступ кисню. Також критичну роль відіграє зараженість мікроорганізмами і шкідниками [35].

2.2. Технологія виробництва

2.2.1. Пояснення до об'ємно-планувального рішення.

Генеральний план (Додаток А) є масштабною схемою у масштабі 1:1000, яка відображає розміщення заводу, що знаходиться в місті Хмільник Вінницької області. Відповідно до вимог державних будівельних норм ДБН Б.2.2-1-01, на плані показано всі основні будівлі та споруди підприємства, нанесені основні транспортні артерії, прокладені інженерні комунікації, а також позначені елементи благоустрою території [36].

Генплан представлений на аркуші 1. Усі споруди мають позначені відмітки рівнів. Територія промислової зони обгороджена та частково озеленена. Загальна площа ділянки становить 20 000 м². Головний доступ до підприємства організовано через прохідну.

Усі ділянки території, які не зайняті будівлями або озелененням, мають асфальтоване покриття. Прокладка каналізаційних мереж здійснена з урахуванням особливостей місцевого рельєфу.

Зовнішні водопровідні мережі елеваторного комплексу інтегровані з міською водопровідною системою. На трубопроводі встановлено оглядові колодязі, частина з яких оснащена пожежними підставками з гідрантами. Для

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

технічного поливу території та насаджень передбачено встановлення поливних кранів [36].

Каналізаційні комунікації також спроектовані з урахуванням топографічних особливостей ділянки.

Димова труба котельні розташована з підвітряного боку відносно основних виробничих будівель, що відповідає вимогам безпеки та санітарних норм.

Внутрішньозаводські вантажні перевезення здійснюються автомобільним та залізничним транспортом, що забезпечує ефективну логістику матеріальних потоків.

Територія елеватора відноситься до IV географічного району. Рельєф місцевості спокійний. Середня розрахункова температура зовнішнього повітря 25°C. Середнє снігове навантаження 70 кг/м². Максимальна глибина промерзання ґрунту 1,1 м. Сейсмічність не більше 6 балів.

Вся вільна від забудови і озеленення територія елеватора заасфальтована. На території елеватора розташовані такі будівлі та споруди:

- елеватори силосного типу №1, №2;
- робочі башти;
- зерносушарка ДСП-32-ОТ;
- МОБ поточної лінії;
- ДЕПО для тепловоза;
- залізнична вага;
- склади зерна;
- підсобні приміщення;
- механічні майстерні;
- автомобілерозвантажувачі;
- адмінбудівля та ін.
- силоси тривалого зберігання зерна;
- проектowana робоча башта з зерноочисним обладнанням;
- силоси для вологого зерна;
- проектowana зерносушарка У13-СШ-50;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

- силос для відвантаження на автомобільний транспорт;
- силоси для відвантаження на залізничний транспорт;
- автомобілерозвантажувач У-АРГ-12 [36, 37].

Проектна документація розроблена відповідно до вимог стандартів, що регламентують правила виконання архітектурно-будівельних креслень [36].

Металеві силоси.

Конструктивною основою металевого силоса є вертикальний циліндричний каркас, виготовлений на промисловому підприємстві у вигляді зварного полотна зі змінною товщиною стінок відповідно до висотних ярусів. Фундамент силоса представлений монолітною залізобетонною плитою товщиною 100 мм. У центрі плити розміщено прохідну конвеєрну галерею з вісьмома випускними воронками, через які здійснюється первинне самопливне вивантаження зерна. Додаткове вивантаження залишків відбувається за допомогою гвинтового транспортера [36, 37].

У днищі змонтована система аерації, яка забезпечує належну вентиляцію зернової маси. Покриття силосів складається з окремих радіально розміщених металевих щитів. Конструкції мають проектний термін експлуатації не менше 15 років.

Силоси можуть встановлюватися в один, два або більше рядів залежно від вимог щодо загальної місткості та особливостей місцевості. Над ними монтуються верхні збірні металеві галереї зі стрічковими транспортерами, через які здійснюється завантаження зерна через верхні завантажувальні люки. Після монтажу на зовнішні поверхні силосів наноситься світловідбивне антикорозійне покриття.

Робоча башта.

Робоча башта елеватора являє собою багатоярусну будівлю, призначену для встановлення основного технологічного обладнання: транспортерів, вагових систем, аспіраційних установок, електричних розподільчих пристроїв та пультів керування. Загальна висота башти становить 41,420 м. Габарити башти в плані

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

залежать від кількості, типу та продуктивності обладнання, а також місткості і кількості підключених силосів.

Зв'язок робочої башти з силосними корпусами забезпечується через нижні та верхні транспортні галереї. Розміщення силосних корпусів відносно башти може бути як з одного (однокрила схема), так і з обох боків (двокрила схема). Додатково, за допомогою транспортних галерей, башта з'єднується з приймальними пристроями для первинного завантаження зерна [36].

Інженерні мережі та споруди

Проектування інженерних мереж виконано на основі індивідуальних технічних рішень із використанням елементів типових проєктів, що найбільш повно відповідають технічним вимогам об'єкта.

Електропостачання:

Мережі високої напруги (не менше 1000 В) до трансформаторних підстанцій прокладаються повітряним способом; їх маршрути відображені на генеральному плані. Від трансформаторних підстанцій повітряні лінії живлення ведуть до розподільчих пунктів основних та допоміжних виробничих споруд, а також до освітлення території. До споживачів електроенергії належить технологічне обладнання — сушарки, норії, ланцюгові транспортери, зерноочишувачі, скальператори, вентилятори для силосів, перекидні клапани, електрозасувки, системи аспірації повітря [36, 37].

Системи водопостачання та каналізації:

Підприємство оснащено стаціонарними інженерними мережами водопостачання та водовідведення, які відповідають чинним нормативам. Зовнішні мережі прокладені підземно у герметичних трубопроводах. До складу систем входять насосна станція, лічильники води, змивні та водовідвідні пристрої, каналізаційні колектори, відстійники, дезінфекційні блоки та вузли скидання в міську каналізацію, які знаходяться під постійним технічним контролем.

Каналізаційна система елеватора поділяється на внутрішню і зовнішню. Внутрішня каналізація призначена для збору та транспортування стічних вод із

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

джерел утворення. Вона завершуються оглядовим колодязем, який розташовується на відстані 3–10 м від зовнішніх стін будівлі [36, 37].

2.2.2. Розроблення, обґрунтування та опис технологічної схеми виробництва

Технологічна схема функціонування елеватора побудована за принципом поетапної обробки зерна у потоці – від моменту його надходження до завантаження в ємності для зберігання [38, 39]. На принциповій схемі зображено все наявне технологічне й транспортне обладнання підприємства з вказанням їхніх номерів, марок та продуктивності. Також позначено всі оперативні й накопичувальні бункери, силоси для зберігання із зазначенням їхніх номерів, а також можливі маршрути переміщення зерна по підприємству (додаток Б).

Схема руху зерна включає системи кількісного та якісного контролю, які реалізуються через встановлені вагові пристрої. Ваги розміщуються у верхній частині робочої башти, що дозволяє максимально використовувати гравітаційний принцип для пересування зерна, забезпечуючи його автоматичне зважування на кожному етапі [38].

Для забезпечення безперервного технологічного процесу продуктивність обробного обладнання повинна відповідати або перевищувати потужність транспортної системи. У випадках, коли це неможливо, машини доповнюються оперативними бункерами до і після обробки, що дозволяє зберегти ритмічність усіх технологічних операцій.

Схема побудована таким чином, щоб оператори могли швидко орієнтуватися в маршрутах переміщення зерна. Основні потоки зерна позначені товстими лініями, тоді як рух відходів, повітря й пилу – пунктиром або тонкими лініями. Точки на схемі вказують на початок переміщення, а стрілки – на його завершення [38, 39].

У разі великої кількості однотипного обладнання, такого як машини або силоси, застосовується їх нумерація або спеціальні умовні позначення. Для зручності користування схема доповнюється таблицею ходів норій і місткості сховищ. Таблиця ходів норій є спрощеною схемою маршруту переміщення зерна,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

яка допомагає швидко визначити, яка норія відповідає за конкретну операцію. У лівій частині таблиці вказано, з яких точок зерно приймається, у правій – куди подається. Можливість виконання тієї чи іншої операції конкретною норією позначається символом «х» на перетині відповідних рядків і стовпців [38, 39].

Таблиця місткості силосів і бункерів містить інформацію щодо об'єму кожного окремого сховища, що дозволяє раціонально розміщувати партії зерна різної якості та маси. Сукупна місткість сховищ обов'язково повинна бути не меншою за продуктивність елеватора [39].

Зерно на елеватор доставляється автомобільним транспортом. Його розвантаження здійснюється за допомогою автомобілерозвантажувача У–АРГ–12 (л. 2, поз. 1), який подає зерно у приймальний бункер (л. 2, поз. 2). Звідти зерно транспортується скребковим транспортером У13–ТЦС–400 (л. 2, поз. 3.1), потім — наступним транспортером (л. 2, поз. 3.2), що подає зернову масу до норії У13–УН–175 (л. 2, поз. 4.1) із продуктивністю 175 т/год.

Далі зерно надходить у надваговий бункер (л. 2, поз. 5), який забезпечує стабільне подавання зерна на ваги (л. 2, поз. 6) для зважування. Після цього зерно спрямовується в сепаратор КБС-1270.5.00 (л. 2, поз. 7), який очищує його від домішок з тією ж продуктивністю 175 т/год. Відсортовані домішки потрапляють у відповідний бункер для відходів (л. 2, поз. 8).

Очищене зерно подається на іншу норію (л. 2, поз. 4.2), а те, що не потребує очищення — відразу після зважування направляється на цю ж норію. Далі зерно потрапляє через транспортер (л. 2, поз. 3.3) у силоси для вологого зерна Brock 58-36417 (л. 2, поз. 9.1, 9.2), кожен з яких має місткість 1146 тон [38, 39].

Після зберігання у вологих силосах зерно транспортується скребковим транспортером (л. 2, поз. 3.4) до норії (л. 2, поз. 4.3), яка подає його до рециркуляційної сушарки У13–СШ–50 (л. 2, поз. 10) з продуктивністю 50 т/год.

Після сушіння зерно з вологістю менше 14% скребковими транспортерами (л. 2, поз. 3.5, 3.6) подається на норію (л. 2, поз. 4.4). Якщо вологість вища за 14%, його повторно направляють на сушіння тією ж норією (л. 2, поз. 4.3).

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

Зерно з оптимальною вологістю (14%) транспортується норією (л. 2, поз. 4.4) на скребкові транспортери (л. 2, поз. 3.7, 3.8, 3.9), які завантажують його в металеві силоси Brock 7277 (л. 2, поз. 11.1 – 11.4) для довготривалого зберігання. Кожен силос має місткість 6810 тон [39].

Вивантаження зерна з силосів відбувається за допомогою шнекових транспортерів У13–УРПК з продуктивністю 175 т/год. Звідти зерно направляється скребковими транспортерами (л. 2, поз. 3.10, 3.11) до норії (л. 2, поз. 4.5), а потім через транспортер (л. 2, поз. 3.12) — до головки норії.

З головки норії зерно самопливом потрапляє в розподільник У13–РП–6 (л. 2, поз. 14), який за допомогою поворотних жолобів розподіляє потоки зерна за заданими напрямками. Якщо зерно не потребує попередньої обробки, воно одразу подається на розподільник через норію (л. 2, поз. 4.1).

При відвантаженні зерна на автотранспорт воно самопливом потрапляє в завантажувальний бункер Brock 1526 (л. 2, поз. 12) місткістю 100 тон, з якого проводиться наповнення машин. Для залізничного транспортування зерно через скребковий транспортер (л. 2, поз. 3.13) надходить у бункер Brock 1844 (л. 2, поз. 13), розрахований на 240 тон. Після завантаження вагонів і машин продукція направляється за місцем призначення. Зважування вагонів виконується з використанням тензодатчиків [38, 39].

2.2.3. Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних контрольних точок на основі принципів НАССР при виробництві

Безпечне зберігання зерна пшениці визначається взаємодією вологості зерна на момент збирання, ефективності сушіння та температури при закладці на зберігання. Якщо пшениця висушена до вологості 14,5 %, це забезпечує безпечне коротко- та середньострокове зберігання [40]. Погане післязбиральне управління зберіганням зерна – через погану якість конструкції силосу, потрапляння води або неможливість запобігти потраплянню шкідників – може призвести до зараження охратоксином А, а за вологіших умов – деоксиніваленолом. Розуміння екології грибів *Fusarium* і *Penicillium*, відповідальних за виробництво цих мікотоксинів, у

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

поєднанні з екологічним контролем, дозволить розробити рекомендації щодо умов зберігання та визначити умови з низьким і високим ризиком зараження. Плісняві гриби, що утворюють мікотоксини, можуть заражати зернові культури як до збору врожаю, так і після нього [41, 42]. Мікотоксини становлять серйозну небезпеку для здоров'я споживачів, тому привертають дедалі більше уваги з боку органів контролю безпеки харчових продуктів, законодавців і науковців. У ланцюгу виробництва пшениці найбільше значення мають такі мікотоксини: трихотецени, особливо деоксиніваленол (DON), який утворюється різними видами *Fusarium*; охратоксин А (ОТА), який виробляється *Penicillium verrucosum* [41].

Також існує інтерес до забруднення зеараленоном, який виробляється грибами *Fusarium graminearum* та *Fusarium culmorum*, а також токсинами Т-2 і НТ-2, що продукуються *Fusarium langsethiae*, хоча *F. langsethiae* зазвичай становить проблему у вівсі та житі. Законодавство, яке розглядається Європейським Союзом, акцентує увагу саме на токсинах Т-2 і НТ-2 [41, 42].

Погане післязбиральне управління може призвести до швидкої втрати якості зерна та збільшити ризик забруднення мікотоксинами. Це особливо актуально в вологі роки збору врожаю. Оскільки деоксиніваленол і охратоксин А є дуже стійкими до високих температур, після їх утворення вони важко знищуються, навіть якщо гриби, що їх виробляють, більше не ростуть або навіть не є життєздатними. Отже, відстежуваність і якісні критерії є критичними практичними заходами.

Таблиця 2.1

**Таблиця критичних контрольних точок для зберігання зерна на філії
«Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»**

Зернова культура	Мікотоксини	Джерело зараження	Критичні контрольні точки (ККР).	Дії для контролю
Пшениця	Deoxynivalenol (DON)	<i>Fusarium</i> spp. (особливо <i>Fusarium graminearum</i>)	Вологість зерна при прийманні та сушінні ($\leq 14,5\%$)	Контроль вологості під час сушіння та зберігання, перевірка на

				наявність плісняви
	Zearalenone (ZEA)	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium culmorum</i>	Температурний режим та вентиляція при зберіганні	Перевірка на зараження грибами, температура в сховищах $\leq 15^{\circ}\text{C}$
Овес	T-2, HT-2 токсини	<i>Fusarium langsethiae</i>	Температура і вологість під час зберігання	Регулярний моніторинг температури та вологості
Жито	T-2, HT-2 токсини	<i>Fusarium langsethiae</i>	Вологість зерна при прийманні і після сушіння ($\leq 14,5\%$)	Контроль герметичності сховищ, обмеження контакту з водою
Пшениця, жито, овес	Ochratoxin A (OTA)	<i>Penicillium verrucosum</i>	Вологість зерна і герметичність сховища	Використання герметичних контейнерів, контроль за вологістю і шкідниками

Оцінка врожаю до збирання на наявність хвороб, таких як фузаріоз колоса (*Fusarium Head Blight*, FHB), є важливою. Якщо виявлено ознаки хвороби, тоді сортування ураженого зерна від здорового може бути необхідним, оскільки деоксиніваленол (DON), як правило, присутній у хворому зерні [42, 43].

Деоксиніваленол (DON) зазвичай є проблемою до збирання врожаю, але неналежне зберігання може погіршити ситуацію. Часто щуплі зерна, заражені *Fusarium*, втрачаються ще в полі під час збирання, що зменшує видимий рівень зараження. Таким чином, збирання врожаю є першою ключовою критичною контрольною точкою (ССР) у пшеничному ланцюгу, де управління вологістю є основним заходом контролю для мінімізації або уникнення подальшого зростання рівня DON [42, 43]. Пшеницю часто збирають за вологості понад 14,5%, і зазвичай

її продають на основі вологої ваги. Також існують технологічні труднощі, пов'язані з масовим сушінням та зберіганням зерна, крім випадків поганої практики або недбалості. Таким чином, існує значний ризик забруднення мікотоксинами під час виробництва зерна, який може посилитися на етапах післязбиральної обробки та переробки [42].

Таблиця 2.2

Аналіз небезпечних чинників зернових культур на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»

Технологічний етап	Біологічні чинники	Хімічні чинники	Фізичні чинники
Збирання врожаю	Зараження Fusarium, Penicillium (DON, OTA)	Залишки пестицидів	Частки ґрунту, каміння, уламки металу
Транспортування до елеватора	Перехресне забруднення мікрофлорою	Забруднення з мастил або ПММ	Металеві предмети, частини транспорту
Приймання на елеваторі	Наявність заражених партій	Контамінація від брудної тари	Сміття, сторонні предмети
Попереднє очищення зерна	Залишкова мікрофлора в пилу	Залишки від дезінфекційних засобів	Пісок, стебла, насіння бур'янів
Сушіння зерна	Активізація грибів при надмірній температурі	Побічні продукти горіння	Частки шлаку, недогорілого палива
Тимчасове зберігання	Ріст цвілевих грибів (DON, OTA, ZEA)	Адсорбція шкідливих речовин з навколишнього середовища	Уламки конструкцій сховища
Транспортування в силос	Контамінація з попередніх партій	Контакт з непридатними матеріалами	Частини транспортерів, залишки зерна
Зберігання в силосах	Ріст грибів за високої вологості / температури	Можливе випаровування токсичних речовин	Конденсат, іржа, сторонні тверді домішки
Відвантаження/переробка	Повторне інфікування	Забруднення від миючих засобів	Обломки упаковки, інструментів

**Методи контролю для потенційно небезпечних ризиків на філії
«Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»**

Технологічний етап	Методи контролю
Збирання врожаю	Вимірювання вологості, візуальний огляд на ураження
Транспортування до елеватора	Санітарна обробка транспорту, розділення партій
Приймання на елеваторі	Лабораторний аналіз на мікотоксини, перевірка документів
Попереднє очищення зерна	Аспірація, очищення, контроль пилу
Сушіння зерна	Контроль температури сушіння, рівномірність обробки
Тимчасове зберігання	Моніторинг температури/вологи, вентиляція
Транспортування в силос	Очищення транспортерів, розділення потоків
Зберігання в силосах	Сенсори температури, регулярна перевірка стану силосу
Відвантаження/переробка	Візуальний огляд, тестування на мікотоксини перед відвантаженням

Отже, з огляду на високі ризики біологічного (мікотоксини), хімічного (залишки пестицидів, мастил) та фізичного (домішки, сторонні предмети) забруднення зерна на всіх етапах його післязбиральної обробки та зберігання, впровадження системи НАССР на елеваторах є не лише доцільним, а й критично необхідним [43]. Система НАССР дозволяє:

- своєчасно виявляти та контролювати небезпечні чинники;
- визначати критичні контрольні точки (ССР) — зокрема, вологість зерна, температурний режим у силосах, чистоту обладнання та транспорту;
- мінімізувати ризики утворення мікотоксинів, таких як дезоксиніваленол (DON) та охратоксин А (OTA), які становлять серйозну загрозу здоров'ю споживачів;
- забезпечити простежуваність продукції та відповідність вимогам українського і європейського законодавства у сфері безпечності харчових продуктів.

Таким чином, НАССР на елеваторах має стати обов'язковою складовою системи управління якістю та безпечністю зернової продукції, що значно підвищить довіру споживачів і конкурентоспроможність підприємств агропромислового сектору на внутрішньому та міжнародному ринку [41-43].

2.2.4 Ключові вимоги до зберігання зерна: теорії, технології та обладнання

Зберігання зерна є важливою частиною сільськогосподарської логістики, яка забезпечує збереження зерна протягом тривалого періоду до моменту його споживання або подальшої обробки. Оскільки зерно є важливим продуктом харчування і сировиною для багатьох галузей, його зберігання має критичне значення для забезпечення продовольчої безпеки, збереження його якості і мінімізації втрат під час зберігання [18, 19].

Зважаючи на значний вплив змін умов зберігання на якість зерна, зерносховища застосовують різні технології для регулювання умов зберігання з метою ефективного зменшення втрат під час зберігання, забезпечення відсутності шкідників і плісняви, збереження свіжості зерна та збереження його смакових властивостей. З огляду на прагнення споживачів до здорового харчування та важливість екологічного захисту в різних країнах світу, «зелене» зберігання зерна є надзвичайно популярним у всьому світі. Ця технологія не використовує синтетичні хімічні речовини та характеризується зберіганням зерна при низьких температурах і в контрольованій атмосфері [20-25].

Технологія зберігання зерна при низьких температурах здебільшого використовує природне або штучне охолодження під час процесу зберігання для підтримки зерна в депо при нижчій температурі, що запобігає або уповільнює проникнення шкідливих організмів і погіршення якості. Залежно від кліматичних умов місця зберігання зерна часто використовуються методи, такі як оновлення теплоізоляції складів, закриття та покриття зерна, а також природне чи механічне охолодження для зниження температури зернових мас. Вчені досліджували якісні характеристики рису-сирця за умов зберігання при низькій температурі в складі за

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

допомогою холодного повітря в зимовий період. Чотириста тон рису-сирця зберігалось в складі, і з лютого аерація здійснювалася з верхньої частини вниз, використовуючи природне холодне повітря [29]. Температура підтримувалася нижче 15 °C без додаткового охолодження до кінця травня, а якість рису оцінювалася у жовтні. Результати показали, що порівняно зі звичайним температурним зберіганням, цей метод використання природного зимового повітря краще зберігав схожість і якість рису, спричиняючи менші зміни в фізіологічній активності та зменшуючи кількість тріснутих зерен.

Технологія зберігання зерна в контрольованій атмосфері передбачає ручне регулювання складу повітря всередині складу для запобігання метаболічній активності шкідливих організмів, контролю за шкідниками, придушення розмноження плісняви, зниження інтенсивності дихання зерна та фізіологічного метаболізму і затримки погіршення якості [28]. Наразі найбільш широко використовується технологія зберігання в атмосфері з високою концентрацією азоту (N₂), коли азот заміщає повітря в зернових масах. Для застосування цього методу зерносклади зазвичай повинні придбати обладнання для виробництва азоту, таке як молекулярні сито для вуглецю і мембранні сепаратори для азоту, а також здійснити герметизацію складу для підтримки високої концентрації азоту в середовищі. Вченими доведено [25] виявили, що коли зерно кукурудзи та пшениці зберігалось в атмосфері з високою концентрацією азоту (98,5% ± 0,5), зростання та споруляція *Fusarium graminearum*, *Fusarium langsethiae*, *Aspergillus flavus* і *Fusarium verticillioides*, а також виробництво афлатоксину *Aspergillus* значно знижувались.

Обладнання для зеленого зберігання зерна

На основі теорії екосистеми зберігання зерна режим роботи складів з контрольованою температурою та атмосферою, які поєднують технології зберігання в контрольованій атмосфері та при низьких температурах, став напрямком розвитку галузі зеленого зберігання зерна. У зеленій контрольованій атмосфері використовуються сучасні електронні технології та обладнання для подачі азоту, що регулює подачу азоту і пропускає повітря через молекулярні

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

сито в зерноскладах, підвищуючи концентрацію азоту [10]. Молекулярні сито утворюють повітряну петлю з зерноскладом, і концентрація азоту в повітрі в склади залишається вище 98%.

Системи зберігання зерна з контролем концентрації вуглекислого газу включають систему подачі вуглекислого газу, систему виявлення, газові циркуляційні установки, обладнання для регулювання тиску, кисневий респіратор, систему моніторингу і контролю зерна та механічну вентиляцію. Крім того, під час процесу зберігання зерна використовуються зерноохолоджувачі або спеціалізовані кондиціонери повітря для підтримки зерна в умовах низької температури, щоб запобігти або уповільнити проникнення шкідливих організмів і погіршення якості зерна [13].

Технологія контролю температури за допомогою внутрішнього потоку накопичує холодні джерела в зерновій масі взимку і використовує підтримуване циркуляційне обладнання, встановлене в складі під час високих температур, для циркуляції і вирівнювання температури зерна через роботу трубопроводів складу, зернової маси та вентиляційного осередку. Таким чином, використання зелених, ефективних, безпечних та енергозберігаючих технологій, постійне дослідження застосування нового обладнання та забезпечення хорошої якості зерна та олій є напрямком розвитку технології зеленого зберігання зерна [14, 15].

Сьогодні, через швидке зростання світового населення та виникнення непередбачуваних подій, безпека зерна стикається з серйозними викликами. Важливо впроваджувати більш ефективні технології та обладнання для покращення ефективності зберігання зерна, зокрема зменшення втрат кількості зерна під час процесу зберігання та ефективного збереження його свіжості. Крім того, особливу увагу слід приділяти застосуванню "зелених технологій зберігання зерна" для захисту глобального екологічного середовища [16].

2.2.5 Особливості зберігання зернових культур із застосуванням сучасних технологій

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ					Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата	

Технологію післязбирального зберігання зерна можна назвати найважливішим аспектом виробництва продуктів харчування із зернових культур. Післязбиральні технології можуть сприяти продовольчій безпеці кількома способами. Вони можуть зменшити втрати після збору врожаю, тим самим збільшуючи кількість продуктів харчування, доступних для споживання фермерами та споживачами, покращуючи таким чином їхню продовольчу безпеку. Традиційні методи управління зерном не гарантують відсутності втрат, натомість втрати коливаються від 20 до 50%. [18].

У нещодавно опублікованому звіті Міжнародного інституту досліджень продовольчої політики висвітлено масштаби втрат після збору врожаю та прибутки, які фермери можуть отримати, використовуючи нові технології, такі як металеві силоси та охолоджувальні камери з нульовим енергоспоживанням (ZECC). Встановлено, що втрати за використання нових способів зберігання були значно нижчими, ніж за традиційного сховища, причому мінімальні втрати були у випадку металевих силосів [9]. Вчені опрацювали результати досліджень зерна кукурудзи при використанні пластикових контейнерів. Ними зазначено, що необроблена кукурудза, попередньо знезаражена гібридною сушаркою на сонячній біомасі, зберігалася або в 7-тонному білому пластиковому контейнері, або в 7-тонному зеленому пластиковому контейнері, або в 6-тонному сталевому контейнері в якості експериментальної обробки [10-11]. Результати їхнього дослідження показали, що пластикові контейнери зменшують зараження комахами-шкідниками кукурудзи, що зберігається, і тому мають потенціал для використання в короткостроковому та довгостроковому зберіганні зерна [9-13].

Іншими вченими доведена можливість використання пластикових контейнерів для зберігання кукурудзи в качанах від зараження комахами. За використання мішків для зберігання врожаю PICS (Purdue Improved Crop Storage) [9]. Мішки для зберігання врожаю), які мають тришарову герметичну систему, та здатні утворювати бар'єр проти надходження кисню та вивільненню вуглекислого газу, американськими вченими позитивний результат зберігання кукурудзи в мішках PICS, що є життєздатним інструментом спостереження з метою

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

запобігання накопиченню афлатоксину під час зберігання. Також було встановлено, що PICS створюють бар'єр для зовнішньої вологи, запобігаючи повторному зволоженню або висиханню [9, 10].

Мішки PICS використовують технологію герметичного зберігання з потрійним пакуванням. Також, для зберігання кукурудзи вченими рекомендовано використовувати конструкцію, яка виготовлена з гнучкої ПВХ-підкладки з герметичними блискавками та може вміщувати 5, 10, 20, 50, 100 або 150 тон зерна в мішках. Така конструкція отримала назву *Куби Volcani (кокони GrainPro)*. Її принцип базується на простому факті: що без кисню (O_2) та зі збільшенням вмісту вуглекислого оксиду (CO_2) жодна комаха не могла б вижити, системи Volcanic Cubes роблять саме це. Вулканічні кубики є результатом широких досліджень з використанням новітніх технологій у полімерній інженерії. Система довела свою водонепроникність, газонепроникність, герметичність та стійкість до гризунів. Вулканічні куби можна швидко встановити будь-де, в полі або там, де немає належного укриття, на місцевому рівні. Кокони широко використовуються для зберігання як лущеної, так і нелущеної кукурудзи [12, 13].

Система зберігання та консервації Frig-O-Dry – це оновлена або вдосконалена версія сучасної металевої силосної системи, яка зараз використовується в більшості частин світу. Система Frig-O-Dry проєктована та розроблена для роботи за будь-яких умов навколишнього середовища по всьому світу, використовуючи свій комп'ютеризований регульований (контрольований) механізм охолодження. У цьому методі навколишнє повітря охолоджується, а потім пропускається через зерно через існуючу систему аерації. Основною причиною гниття зерна є самонагрівання продуктів у країнах з помірним кліматом, прикладом цього є Центральна Європа восени та взимку, а потім у спекотні місяці під час та одразу після збору врожаю. Окрім значного зниження витрат на сушіння, мінімізації втрат через дихання та підтримки найкращої якості, холодне консервування зерна забезпечує чудовий захист від активності комах. Холодне зберігання зерна забезпечує чудовий захист від комах. Ці втрати можна значно зменшити завдяки холодному зберіганню [9-13].

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

Використання модифікованої атмосфери. Аерація дуже важлива для гарного зберігання зерна, оскільки вона допомагає підтримувати рівномірну температуру зерна, мінімізує міграцію вологи та запобігає втраті якості зберіганого зерна. Температура зернових запасів контролюється за допомогою датчиків температури, встановлених всередині силосних бункерів. Модифіковані атмосфери (МА) та контрольовані атмосфери (КА) пропонують альтернативу використанню звичайних хімічних фумігантів, що виробляють залишки, для боротьби з комахами-шкідниками, які атакують зерно, що зберігається. Проте, коли зерно чисте, здорове та має вміст вологи $\leq 12\%$, де всі метаболічні процеси, такі як дихання, надзвичайно низькі, і таким чином зерно перебуває в стані спокою та дуже добре зберігається [10].

Як висновок, варто зазначити, що збережене зерно дорівнює додатково виробленому. Тому, необхідно зосередити зусилля на зведенні післязбиральних втрат до мінімуму [11]. З огляду на те, що міжнародні організації, такі як ВООЗ та ФАО, закликають до поступової відмови або значного скорочення використання хімічних інсектицидів через їх залишковий вплив на здоров'я людини, нині особливо важливо дотримуватись гігієнічних норм при зберіганні зерна [40]

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

3. ПІДБІР І РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

Елеватор приймає зерно всіх культур. В період заготовок режим роботи елеватора трьохзмінний, після заготовок – двозмінний .

Прийом з автомобільного транспорту	1920 т/добу
Очистка зерна	1440 т/добу
Сушка зерна	1440 т/добу

Максимальне добове надходження зерна автомобільним транспортом a_d визначаємо за формулою:

$$a_d = \frac{0,8 \cdot A_{np}^{a/m} \cdot K_d}{P_p}$$

де: 0,8 – коефіцієнт, що враховує надходження зерна в розрахунковий період зернозаготівель;

$A_{np}^{a/m}$ – кількість зерна, що надходить від хлібоздатчиків автотранспортом за весь період зерно заготівель (загальна кількість заготовлюваного зерна у фізичній масі), т;

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна;

P_p – тривалість розрахункового періоду зернозаготівель, діб [37-39].

$$a_d = \frac{0,8 \cdot 30000 \cdot 1,6}{20} = 1920 \text{ т / добу}$$

1. Обладнання для перевірки якості зерна

Якість зерна, яке надходить транспорту визначають в виробничій лабораторії, обладнання для якої тут не розраховуємо. За період зернозаготівель ($P_p=20$ діб) поступає зерно з автомобільного транспорту.

$$A_1 = \frac{a_d \cdot P_p}{0,8 \cdot K_d} = \frac{1920 \cdot 20}{0,8 \cdot 1,6} = 30000 \text{ т}$$

a_d – максимальне добове надходження, $a_d=1920$ т/добу

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис.т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Ростислав СМАРОВОЗ										
Керівник	Яна ЄВЧУК										
Затв.	Андрій ЧЕРНЕГА										
					Кафедра харчових технологій Уманського НУС						

K_{∂} – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна, $K_{\partial}=1,6$ з таблиці 3.1 [37-39].

Таблиці 3.1

Коефіцієнти нерівномірності надходження зерна

Найменування	Коефіцієнт нерівномірності надходження	
	K_d добовий	K_g годинний
Південна	1,6	1,6
Центральна	1,4	1,6
Північна	1,3	1,6
Не залежно від зони приймання з річною продуктивністю 20 тис.т	1,8	1,6

Число автомобілів, які надходять, визначаємо за формулою:

$$N_a = 0,000605 \cdot \frac{A_1 \cdot K_{\partial}}{P_p \cdot Q_a} = 0,000605 \cdot \frac{30000 \cdot 1,6}{20 \cdot 15} = 0,097 \text{ авт / хв}$$

де: Q_a – середня вантажопід'ємність автомобіля; $Q_a = 15$ т.

Пропускна здатність лабораторії визначаємо за номограмою [37-39].

При середньому часі очікування 1хв. Тоді $Q_{п.л} = 0,490$ авт/хв, беремо з довідника. Кількість автомобілів одночасно оброблюваних приймальною лабораторією 2 (визначаємо з таблиці 3.2). Для прийому автомобілів беремо лабораторію з пробовідбірниками А1- УП2.

Таблиця 3.2

Пропускна здатність лабораторії

Число автомобілів $n_{ав}$	Пропускна здатність лабораторії $Q_{п.л.}$
0,245...0,367	1

0,490...0,612	2
0,735...0,856	3
0,980...1,225	4
1,350...1,470	5
1,592...1,715	6

2. Обладнання для кількісного обліку зерна

Необхідну кількість автомобільних вагів визначаємо за формулою:

$$Na_{\text{в}} = 0,000666 \cdot \frac{A_1 \cdot K_{\partial} \cdot K_z \cdot t_1}{\Pi_p \cdot Q_a} = 0,000666 \cdot \frac{30000 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 3,0}{20 \cdot 15} = 0,51 \approx 1$$

де: t_1 – час, який необхідний для двохкратного зважування одного автомобіля (брутто і тара) та оформлення документів; $t_1=3$ хв. [37-39].

$A_1=30000$ т, $K_{\partial}=1,6$ і $K_z=1,6$; $t_1=3$ хв; $\Pi_p=20$ діб, $Q_a = 15$ т

3. Обладнання для прийому зерна з автомобільного транспорту

Максимальне годинне надходження зерна визначаємо за формулою:

$$a_{\text{год}} = \frac{a_{\partial} \cdot K_z}{t} = \frac{1920 \cdot 1,6}{24} = 128 \text{ т / год}$$

Визначаємо необхідну кількість потоків за формулою

$$N_{np.p} = \frac{a_z \cdot K_a}{Q_T \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{BH}} \left(\frac{A_2}{A_1 \cdot K_K} + \frac{A_1 - A_2}{A_1 \cdot K_{K.c.p.v3} K_{np}} \right) [37-39].$$

де: K_a – коефіцієнт, що враховує нерівномірність надходження автомобілів з зерном протягом години; $K_a = 1,0$ (для прийомних пристроїв з місткістю бункерів не менше 25т);

$A_1=30000$ т; $A_2= 0,3 \cdot 30000=9000$ (становить 30% з таблиці 3.3); $Q_T=20$ т/год; $K_{\text{в}} = 0,85$ з таблиці коефіцієнти навантаження норій; $K_{BH} = 0,9$; $K_K=1$, $K_{K.c.p.v3} = 0,8$;

$$K_{np} = \frac{a_{\text{год}} \cdot (A_1 - A_2)}{a_{\text{год}} (A_1 - A_2) + t_{\text{оч}} Q_T A_1 (m_1 - m_0) \cdot K_{nc} \cdot K_{nc} - m_2}$$

де, $t_{\text{оч}} = 0,1$ год; $m_0=1$; $K_{нд} = 0,8$ і $K_{нт}=0,7$ число отриманих партій, $m_2 = 0$

$$K_{np} = \frac{128 \cdot (30000 - 9000)}{128 \cdot (30000 - 9000) + 0,1 \cdot 100 \cdot 30000 \cdot (13 - 1) \cdot 1 \cdot 0,7 - 1} = 0,727$$

Таблиця 3.3

Кількість одночасно поступаючих партій

Показники	
Можлива кількість різнорідних партій в період заготовок	13
Коефіцієнт добової одночасності надходження партій Кнд	0,8
Коефіцієнт погодинної одночасності надходження партій Кнг	0,7
Величина основної партії зерна К, %	30

$$N_{nn.n} = \frac{128 \cdot 1}{100 \cdot 0,8 \cdot 0,85} \left(\frac{9000}{30000 \cdot 1,0} + \frac{30000 - 9000}{30000 \cdot 0,8 \cdot 0,727} \right) = 2,83 \approx 3 \text{ потоки}$$

Для роздільного прийому 13 партій зерна, вибираємо 3 прийомних потоки, котрі передають зерно в накопичувальні силоси [37-39].

Необхідне число автомобілерозвантажувачів, визначаємо за формулою:

$$N_{ap} = \frac{1,2a_{zod}}{Q_{ap} \cdot K_{mp} \cdot K_v \cdot K_{пч}} \left(\frac{A_2}{A_1} + \frac{A_1 - A_2}{A_1 \cdot K_{пп}} \right)$$

де: $Q_{ap} = 230$ т/год; $K_{тр} = 1,44$ (для автомобілерозвантажувачів АРГБ-9); $K_v = 0,8$; $K_{пч} = 1$; $K_{пп} = 0,09$ з таблиці 3.4

Значення коефіцієнта $K_{тр}$

Автотранспорт	ГАП	ГУАР-15п	АОЛ-54	ГУАР-30	ГУАР-15с	ПГА-25М	БПФШ-2	АПБ-15/30	АРУ-1		ПГА-11
									АОЛ-54	ПГА-25	
	60 т/год (для тупікових)	80 т/год (для проїзних)									
Автомобілі											
вантажопід'ємністю,т											
2,0...3,0	0,83	0,83	0,69	0,94	0,81	0,94	0,94	1,25	0,69	0,94	0,81
3,0...5,0	1,00	1,00	0,81	1,18	1,00	1,18	1,37	0,50	0,81	1,18	0,93
Автомобілі											
вантажопід'ємністю											
5...8т (включаючи	-	1,41	-	1,44	1,63	1,44	1,50	0,63	-	1,44	-
середні напівпричепи)											
Автопоїзд з причепом:											
одним	0,50	0,50	0,43	1,63	0,50	0,75	1,87	0,88	1,44	1,63	0,50
двома	0,36	0,36	0,37	1,56	0,50	1,81	1,13	1,43	1,50	1,56	0,43

4. Розрахунок обладнання для очистки зерна.

Для очистки зерна беремо 75% від загального надходження за добу – 1440 т/добу, визначаємо необхідну кількість сепараторів [37-39] за формулою:

$$n_c = \frac{1440}{0,6 \cdot 150 \cdot 0,8 \cdot 22} = 0,9 \approx 1 \text{ шт}$$

де: 0,6 - коефіцієнт використання сепаратора за продуктивністю, 150 т/год - паспортна продуктивність сепаратора ТАС 206А-6; 0,8 – коефіцієнт, який залежить від культури зерна, вологості, засміченості; 22- число годин роботи сепаратора.

5. Розрахунок обладнання для сушки зерна

Кількість зерна для сушіння на добу складає 1440т/добу. Необхідну кількість зерносушарок визначаємо по формулі[^]

$$n_{зс} = \frac{\sum_1^n Q_{зз}}{20,5 \cdot Q_{ззс} \cdot K_{зс}} = \frac{1440}{20,5 \cdot 106 \cdot 1} \approx 0,67 \approx 1 шт$$

де: $Q_{зс}$ – розрахункова добова продуктивність зерносушарки GSI-3620; $Q_{зсп}$ – паспортна продуктивність зерносушарки; $K_{зс}$ – коефіцієнт, який враховує зниження продуктивності зерносушарки залежно від числа переключень її з сушки однієї партії на другу протягом доби (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Значення коефіцієнтів, які враховують зниження продуктивності зерносушарок

Число переключень П	Значення $K_{зс}$ для зерносушарок	
	шахтного типу	рециркуляційного типу
1	1,00	1,00
2	0,90	0,85
3	0,80	0,70

Приймаємо одну зерносушарку GSI-3620 [37-39].

6. Обладнання для прийому і переміщення зерна

Згідно технологічної схеми передбачено максимальна одночасна робота такого вузла систем:

Прийом зерна з автомобіля з одного потоку 1920 т/добу

Сушка зерна 1440 т/добу

Визначаємо необхідну кількість часу роботи норії на вище указаних операціях:

Приймання зерна з автомобільного транспорту

$$H_T = \frac{a_{\partial} \cdot K_{\Pi}}{Q_H \cdot K_{\Pi} \cdot K_{BH} \cdot K_K} = \frac{1920 \cdot 1,0}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1,0} = 26,57 \text{ год},$$

де: a_{∂} - об'єм роботи з зерном, т/добу; K_{Π} – число підйомів для виконання роботи; Q_H – продуктивність норії, т/год; K_{Π} – коефіцієнт використання норій по продуктивності; K_{BH} – коефіцієнт, який враховує зміни продуктивності норії при транспортуванні сирого і засміченого зерна; K_K – коефіцієнт, який враховує зміни продуктивності норії при транспортуванні зерна з натурою, відмінною від пшениці [37-39].

Внутрішнє переміщення зерна

$$H_T = \frac{1920 \cdot 1,0}{100 \cdot 0,85 \cdot 1,1} = 20,53 \text{ год}$$

де: $K_H = 1$; Q_H – паспортна продуктивність норії; $K_{BH} = 0,85$; $K_{BH} = 1,0$; $K_K = 1,0$.

Визначаємо сумарну кількість норіє - годин : 47,1

Розрахунок числа норій

$$N = \frac{\sum \text{год}}{24} = \frac{47,1}{24} = 1,96 \text{ норії}$$

Необхідна кількість норій

$$N_{шт} = \frac{N}{K_{OЧВ}} = \frac{1,96}{0,65} = 3 \text{ норії}$$

де, $K_{OЧВ}$ - коефіцієнт основного часу використання.

Встановлюємо 3 основні норії. В зв'язку з тим, що для приймання зерна з автомобільного транспорту встановлюють спеціалізовані норії, які подають зерно безпосередньо в оперативні силоси для формування партій зерна, ці операції при визначенні необхідного числа норій в робочій башті в розрахунок не приймають, але загальна кількість норій складе 5.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Одним із ключових етапів модернізації застарілих зерносховищ є оновлення транспортної інфраструктури об'єкта. Зокрема, йдеться про необхідність заміни морально та фізично зношених транспортних вузлів на сучасні, високопродуктивні системи, здатні забезпечити безперебійну подачу, приймання та переміщення зернової маси. Важливим завданням також є встановлення додаткових технічних засобів для забезпечення повного технологічного циклу – зокрема, обладнання для приймання, очищення та сушіння зерна [44].

Особливу увагу в процесі реконструкції слід приділяти зерносушильному обладнанню, оскільки саме воно є одним із найвартісніших елементів інфраструктури. Сучасні зерносушарки, особливо високопродуктивні комплекси, вимагають значних інвестицій, вартість яких може сягати кількох сотень тисяч євро. Водночас використання застарілих радянських сушарок у більшості випадків є недоцільним як з економічної точки зору (через низьку енергоефективність і високі експлуатаційні витрати), так і через незадовільну якість обробки зерна, що не відповідає сучасним аграрним стандартам [45].

Ще одним аспектом, який суттєво впливає на ефективність функціонування реконструйованих об'єктів, є технічний стан вимірювального обладнання. У сучасних умовах обов'язковою вимогою є використання електронних ваг для зважування зерна, оскільки механічні системи є застарілими і не відповідають ні точності, ні вимогам до автоматизації обліку. Реставрація таких систем часто потребує великих витрат і не забезпечує належного рівня надійності, тому з техніко-економічної точки зору доцільніше встановлювати нові комплекси [44].

Поза первинними інвестиціями в реконструкцію важливо також враховувати подальші експлуатаційні витрати. Наприклад, для металевих силосів вирішальне значення має якість захисного покриття, оскільки антикорозійна

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ростислав СМАРОВОЗ			Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис.т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Яна ЄВЧУК						
						Кафедра харчових технологій Уманського НУС		
Затв.		Андрій ЧЕРНЕГА						

обробка безпосередньо впливає на герметичність конструкції і термін її служби. У бетонних спорудах особливу небезпеку становлять пошкодження швів і покрівлі, через які волога може проникати всередину. Це спричиняє утворення грибка на стінках сховища, погіршує мікроклімат усередині та призводить до псування зерна. Додатковим ускладненням реконструкції є необхідність повної заміни інженерних систем. У більшості старих сховищ електромережі, кабельні системи, системи водопостачання та водовідведення не відповідають сучасним нормам і вимогам безпеки. У ряді випадків потрібне також нове підключення до електричних мереж або джерел енергоносіїв, зокрема природного газу, що додатково збільшує загальні витрати на модернізацію [44, 45].

Однак, попри значний обсяг робіт та фінансові затрати, практика показує, що реконструкція застарілих зерносховищ може бути економічно обґрунтованою. В Україні вже реалізовано чимало успішних кейсів, коли подібні об'єкти після модернізації отримували «друге життя» і використовувалися на повну потужність, забезпечуючи стабільну роботу аграрного підприємства. Таким чином, проєкти з реконструкції зерносховищ мають як економічне, так і стратегічне значення у контексті підвищення ефективності аграрної інфраструктури країни.

Таблиця 4.1

Основні техніко-економічні показники дипломного проєкту

Показник	
Виручка від реалізації послуг, тис. грн.	7458
Собівартість наданих послуг тис. грн.	6226,8
Прибуток тис. грн.	1231,2
Рівень рентабельності виробництва, %	19,77
Середня чисельність працюючих, осіб	25
Вироблено послуг в розрахунку на одного працівника, тис. грн.	298,32
Вартість капіталовкладень, тис. грн.	5812,4
Фондовіддача, грн	1,28
Термін окупності капіталовкладень, років	4,7

Таким чином, реконструкція підприємства є економічно доцільною оскільки прибуток від наданих послуг складатиме 1231,2 тис. грн., рівень рентабельності нашого проекту складатиме 19,77%, а термін окупності капіталовкладень власним прибутком складе 4 роки 8 місяців [45].

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Умови праці на зернозберігальних підприємствах, зокрема на елеваторах, характеризуються підвищеним рівнем небезпеки. Це зумовлено низкою чинників: наявністю вибухонебезпечного зернового пилу, експлуатацією великогабаритного та високопродуктивного обладнання, впливом агресивного мікроклімату (високої вологості, температурних коливань), а також необхідністю виконання робіт на висоті та у замкнених просторах. З урахуванням цього питання охорони праці на елеваторах набуває особливої актуальності, адже ефективна система безпеки є запорукою не лише збереження життя та здоров'я персоналу, а й безперебійного функціонування всього технологічного циклу зберігання та обробки зерна [46].

5.1 Загальні вимоги охорони праці на елеваторних підприємствах.

Система охорони праці на елеваторі формується відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», а також чинних міжгалузевих і галузевих нормативних документів. На підприємстві має бути впроваджена система управління охороною праці, що охоплює аналіз ризиків, розробку профілактичних заходів, контроль за умовами праці та навчання персоналу. Усі працівники проходять первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі, а також підписують відповідні журнали обліку. З метою зниження виробничих ризиків організовуються регулярні технічні огляди обладнання, атестація робочих місць та внутрішній аудит стану охорони праці [46, 47].

5.2 Основні виробничі небезпеки та шляхи їх усунення.

До найбільш поширених і критичних загроз, притаманних елеваторному виробництву, належать:

Вибухонебезпечна концентрація пилу, що утворюється при транспортуванні та очищенні зерна. Уникнути цього дозволяє використання вибухозахищеного обладнання, систем аспірації та регулярне прибирання пилу.

					<div>ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ</div>									
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<div>Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис.т. на філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»</div>					Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.	Ростислав СМАРОВОЗ													
Керівник	Яна ЄВЧУК													
Затв.	Андрій ЧЕРНЕГА									<div>Кафедра харчових технологій Уманського НУС</div>				

Пожежонебезпека, спричинена самозігріванням зернової маси або коротким замиканням електромереж. Необхідно проводити постійний моніторинг температурно-вологісного режиму та технічний огляд електрообладнання [46].

Механічні травми, пов'язані з обслуговуванням транспортерів, норій, сепараторів та інших машин. Заборонено проводити будь-які ремонтні чи очисні роботи без попередньої зупинки агрегатів та відключення електроживлення.

Падіння з висоти, особливо при роботі на силосах або в робочій башті. Для таких робіт обов'язкове застосування страхувальних систем і дотримання регламенту безпечного доступу.

Ураження електричним струмом. Обслуговування електроустановок має виконуватися виключно уповноваженим персоналом, із застосуванням відповідних засобів захисту [46-48].

До обов'язкових заходів належать: забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), встановлення систем відеонагляду, доступу та сигналізації, організація зон підвищеної небезпеки з відповідним маркуванням.

5.3 Правила експлуатації технологічного обладнання

Експлуатація технологічного устаткування можлива лише за умови його технічної справності та після проходження відповідного інструктажу оператором. Всі роботи, пов'язані з чищенням, обслуговуванням або налагодженням транспортних механізмів (норій, стрічкових і ланцюгових конвеєрів, зерносушарок тощо), повинні проводитися лише після повної зупинки обладнання та відключення його від джерел живлення. Працівники мають бути забезпечені відповідним спецодягом, рукавицями, захисними окулярами, касками та іншими ЗІЗ відповідно до характеру виконуваних робіт [46].

5.4 Дії у випадку надзвичайної ситуації

На кожному елеваторі має бути розроблена і затверджена схема евакуації, план дій у разі пожежі, вибуху, аварійного викиду токсичних речовин або інших небезпечних інцидентів. Працівники проходять обов'язкове навчання з надання домедичної допомоги, а також беруть участь у регулярних тренуваннях з евакуації та ліквідації наслідків аварій. Протипожежні щити, гідранти,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

вогнегасники та сигнальні системи мають бути розташовані у відповідних місцях згідно з нормативними вимогами [46, 48].

Отже, безпечні умови праці на елеваторах — це результат цілеспрямованої та системної роботи, що охоплює технічне, організаційне та навчальне забезпечення. Забезпечення охорони праці на всіх етапах виробничого процесу є не лише вимогою законодавства, але й ключовим фактором сталого функціонування підприємства. Впровадження сучасних технологій, системного контролю ризиків, профілактичних заходів та засобів індивідуального захисту дозволяє значно знизити рівень виробничого травматизму та зберегти життя і здоров'я працівників [46].

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ

Зернопереробна галузь є важливою ланкою, що пов'язує виробників сільськогосподарської продукції з ринком хлібопродуктів. Вона виконує функції заготівлі, зберігання, обробки зерна та переробки його на харчову або кормову продукцію, охоплюючи також логістичні процеси. Оскільки Україна є аграрною країною, ця галузь постійно розвивається: зростають виробничі потужності, з'являються нові підприємства з сучасним обладнанням. Проте, виробничий процес супроводжується певними екологічними впливами [49]. В умовах посилення антропогенного навантаження особливої важливості набуває контроль за рівнем пиловиділення та впровадження заходів зі зменшення забруднення атмосферного повітря. Для забезпечення екологічної безпеки підприємств зернопереробної галузі, зокрема елеваторних комплексів, необхідно здійснювати інвентаризацію джерел забруднення, проводити моніторинг якості атмосферного повітря та вимірювання викидів газопилової суміші. Виробничі об'єкти слід оснащувати аспіраційними системами (АС) і газоочисними установками (ГОУ) відповідно до їхніх потужностей і специфіки діяльності. При цьому доцільно враховувати міжнародний досвід у сфері екологічних технологій і впроваджувати сучасні розробки у сфері очищення повітря для модернізації виробничих процесів [49, 50].

У ході технологічних процесів у виробничих приміщеннях відбувається викид різноманітних шкідливих речовин, зокрема надлишкового тепла, вологи, пилу та шкідливих газів. Це негативно впливає на мікроклімат і санітарно-гігієнічний стан цехів, сприяючи формуванню небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які впливають на здоров'я працівників [50]. Окрім пилу

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Ростислав СМАРОВОЗ				Реконструкція елеватора зі збільшенням місткості до 130 тис.т. на філії «Хмельницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН»	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Яна ЄВЧУК							
						Кафедра харчових технологій Уманського НУС		
Затв.	Андрій ЧЕРНЕГА							

повітря також забруднюється токсичними газами, такими як оксид вуглецю, діоксид сірки та діоксид вуглецю, що особливо активно виділяються у приміщеннях зерносушильного обладнання. У складських приміщеннях із зберігання зерна також накопичується значна кількість вуглекислого газу. Проте головною шкідливою речовиною, що виникає при переробці зерна, залишається органічний пил, який утворюється з сировини, проміжних продуктів і готової продукції [49, 50].

Для мінімізації шкідливого впливу виробничих чинників та покращення умов праці доцільним є впровадження комплексу інженерно-технічних заходів, а саме:

- оснащення технологічного обладнання високоефективними аспіраційними системами локального та загальнообмінного типу;
- впровадження систем механічної та автоматизованої вентиляції з регулюванням параметрів повітрообміну;
- організація постійного моніторингу повітряного середовища з метою контролю вмісту пилу та концентрацій шкідливих речовин;
- використання сучасного очисного обладнання відповідно до технологічних потреб підприємств;
- герметизація пиловиділяючих ділянок і транспортних комунікацій;
- проведення інструктажів і впровадження засобів індивідуального захисту працівників [50].

Комплексне застосування вищезазначених заходів сприятиме зниженню впливу шкідливих факторів виробничого середовища, підвищенню рівня екологічної безпеки підприємств та покращенню умов праці персоналу.

Технологічні процеси на підприємствах зернопереробної галузі супроводжуються інтенсивним утворенням шкідливих факторів, зокрема органічного пилу, надлишкової вологи, тепла та токсичних газів (оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду вуглецю). Вони суттєво погіршують параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях, створюючи несприятливі умови праці та потенційну загрозу для здоров'я працівників. Особливої актуальності проблема

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

набуває у зв'язку з необхідністю забезпечення вимог екологічної безпеки та гармонізації з міжнародними стандартами охорони праці [49].

Запропонований комплекс заходів, спрямованих на мінімізацію шкідливого впливу виробничого середовища: впровадження сучасних аспіраційних систем і вентиляційних установок, використання високоефективного очисного обладнання, проведення інвентаризації джерел забруднення та організація систематичного моніторингу стану повітряного середовища. Застосування таких заходів у поєднанні з герметизацією технологічних вузлів і впровадженням засобів індивідуального захисту сприятиме покращенню санітарно-гігієнічного стану виробничих приміщень, зменшенню рівня забруднення атмосферного повітря та підвищенню загальної екологічної безпеки об'єктів галузі [50, 51].

Таким чином, впровадження сучасних природоохоронних технологій та систем очищення повітря є необхідною умовою для сталого розвитку зернопереробних підприємств в умовах зростаючого антропогенного навантаження та посилення вимог до охорони праці й навколишнього середовища [51].

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті проведено комплексне обґрунтування технічної, економічної та екологічної доцільності реконструкції елеваторного комплексу філії «Хмільницький елеватор» ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН» зі збільшенням його загальної місткості зберігання до 130 тис. тон зерна. У результаті реалізації поставлених завдань отримано такі основні висновки:

1. Проведено всебічний аналіз існуючого стану елеватора, під час якого виявлено наступні недоліки: застаріле обладнання, недостатня пропускна здатність транспортних систем, обмежена місткість зерносховищ, невідповідність сучасним екологічним та енергетичним вимогам. Також було відзначено потребу в автоматизації технологічних процесів для підвищення точності й ефективності роботи підприємства.

2. Запропоновано проєктне рішення щодо реконструкції комплексу, яке передбачає:

- монтаж нових сучасних силосів загальною місткістю, що забезпечує доведення сумарного обсягу зберігання до 130 тис. тон;
- модернізацію транспортного обладнання (норій, ланцюгових і стрічкових транспортерів) з підвищенням продуктивності до відповідного рівня завантаження/вивантаження;
- встановлення нових ліній очищення та сушіння зерна з високою енергоефективністю;
- впровадження сучасних систем аспірації та пиловидалення з урахуванням вимог екологічного законодавства;
- розширення залізничної та автотранспортної інфраструктури для підвищення пропускної здатності елеватора під час пікових сезонів.

3. Проведено розрахунок техніко-економічних показників реконструкції, який підтвердив її доцільність. Результати розрахунків демонструють, що інвестиції в проєкт є економічно обґрунтованими та дозволяють забезпечити:

- зростання обсягів зберігання та обробки зернових культур;
- зменшення втрат сировини під час транспортування й зберігання;
- скорочення витрат на обслуговування за рахунок автоматизації процесів і застосування енергоощадного обладнання;

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

– підвищення прибутковості діяльності підприємства внаслідок зростання оборотності елеватора та конкурентоспроможності на аграрному ринку.

4. Проектом передбачено заходи з енергозбереження, зокрема впровадження частотних перетворювачів, світлодіодного освітлення, термоізоляції силосів та використання рекуперативних систем у сушильних установках. Це сприятиме суттєвому зниженню експлуатаційних витрат та викидів вуглецевих газів.

5. У проєкті належним чином приділена увага екологічним та безпековим аспектам – проєкт включає встановлення сучасних фільтраційних систем, дотримання санітарних та пожежних норм, створення безпечних умов праці для персоналу. Також враховано вимоги державних будівельних норм (ДБН), санітарних та екологічних регламентів.

Після реконструкції елеватор відповідатиме сучасним вимогам ринку: забезпечення якісного та довготривалого зберігання зернових, висока швидкість обслуговування, повна відслідковуваність технологічних процесів завдяки автоматизації та системам моніторингу. Загалом, реконструкція філії «Хмельницький елеватор» до місткості 130 тис. тон є стратегічно важливим кроком для зміцнення позицій ТОВ «АДМ ЮКРЕЙН» на внутрішньому та зовнішньому аграрному ринку. Запропоновані в дипломному проєкті технічні рішення забезпечують підвищення ефективності роботи підприємства, зниження витрат, відповідність сучасним стандартам зберігання зерна та створення умов для сталого розвитку елеваторного господарства в Україні.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yue L., Chen G., Cui C., Liu C., Zhao B. Numerical Simulation of Backfilling Construction for Underground Reinforced Concrete Grain Silos. Buildings. 2024. Vol. 14, No. 12. P. 3907.
2. Silvestri S., Mansour S., Marra M. та ін. The Dynamic Behavior of Silos with Grain-like Material during Earthquakes. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 10. P. 7970.
3. Colonnello C., Kramar M. Dynamics of Silo Deformation under Granular Discharge. arXiv preprint arXiv:1807.09689. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1807.09689>.
4. Irvine S. K., Fullard L. A., Holland D. J., Clarke D. A., Lynch T. A., Lagrée P.-Y. The $\mu(I)$ Model and Extensions Applied to Granular Material in Silo with Inserts. arXiv preprint arXiv:2302.12550. 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2302.12550>.
5. Dunatunga S., Kamrin K. Modeling Silo Clogging with Nonlocal Granular Rheology. arXiv preprint arXiv:2107.03624. 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2107.03624>.
6. Panigrahi S. S., Singh C. B., Fielke J. Strategies to Mitigate Dead-Zones in On-Farm Stored Grain Silos Fitted with Aeration Ducting Modeled Using Computational Fluid Dynamics. Biosystems Engineering. 2021. Vol. 205. P. 93–104.
7. Bazaluk O., Havrysh V., Nitsenko V. Energy Efficiency of Inland Waterways Transport for Agriculture: The Ukraine Case Study. Applied Sciences. 2021. – Vol. 11, No. 19. – P. 8937.
8. WebbyLab. Smart Grain Elevator System Using IoT: Revolutionizing Agriculture. WebbyLab Blog. 2024. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://webbylab.com>.
9. Van Pevenage J. How Grain Facilities Will Operate in 10 Years // Grain Journal. 2024. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.grainjournal.com>.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

10. Mărcuță C., MoldStud Research Team. Enhancing Grain Storage and Management with Advanced Agricultural Software // MoldStud Articles. 2024. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moldstud.com>.

11. Zhao H., Hu Z., Zhao J., Gong X., Han Q., Lin Y. Study on the Cleaning Device of Cement Silo Wall. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 525. P. 012176.

12. Petruccelli U., Fabrizio D. Regulatory, Technological and Operational Innovations in Cableway Transport. Ingegneria Ferroviaria. 2023. Vol. 78, No. 2. P. 113–144.

13. Islam M. T. Galvanized Steel Silo: A Modern Food Grain Storage. Journal of Agro, Forestry and Fisheries. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 1–6.

14. Hajiyeveva A., Mammadova U., Tanriverdiyeva G., Kovalenko O. Technological Innovations in Agriculture: Impact on Production Efficiency. Scientific Horizons. 2024. Vol. 27, No. 1. P. 172–182.

15. Mudryk K., Hutsol T., Zablodskiy M., Sorokin D., Usenko S. A Study of Electrothermomechanical Converter for Technological Purposes with Nonlinear Changes in the Loading and Cooling Medium. Machinery & Energetics. 2023. Vol. 14, No. 2. P. 9–22.

16. Yazar G., Kokini J. L. Recent advances in the assessment of cereal and cereal-based product quality. G. Yazar, J. L. Kokini. Foods. 025. Vol. 14, No. 7. P. 1220. DOI: 10.3390/foods14071220.

17. Liu Y., Chen G., Cui C., Liu C., Zhao B. Numerical simulation of backfilling construction for underground reinforced concrete grain silos. Y. Liu, G. Chen, C. Cui, C. Liu, B. Zhao. Buildings. 2024. Vol. 14, No. 12. P. 3907.

18. Silvestri S., Mansour S., Marra M., et al. The dynamic behavior of silos with grain-like material during earthquakes. S. Silvestri, S. Mansour, M. Marra et al. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 10. P. 7970.

19. Colonnello C., Kramar M. Dynamics of silo deformation under granular discharge. C. Colonnello, M. Kramar. arXiv preprint arXiv:1807.09689. 2018.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

20. Irvine S. K., Fullard L. A., Holland D. J., Clarke D. A., Lynch T. A., Lagrée P.-Y. The $\mu(I)$ model and extensions applied to granular material in silo with inserts. S. K. Irvine, L. A. Fullard, D. J. Holland et al. arXiv preprint arXiv:2302.12550. 2023.

21. Dunatunga S., Kamrin K. Modeling silo clogging with nonlocal granular rheology. S. Dunatunga, K. Kamrin // arXiv preprint arXiv:2107.03624. — 2021.

22. Panigrahi S. S., Singh C. B., Fielke J. Strategies to mitigate dead-zones in on-farm stored grain silos fitted with aeration ducting modeled using computational fluid dynamics S. S. Panigrahi, C. B. Singh, J. Fielke. Biosystems Engineering. 2021. Vol. 205. P. 93–104.

23. Bazaluk O., Havrysh V., Nitsenko V. Energy efficiency of inland waterways transport for agriculture: The Ukraine case study. O. Bazaluk, V. Havrysh, V. Nitsenko .Applied Sciences. 2021. Vol. 11, No. 19. P. 8937.

24. WebbyLab. Smart grain elevator system using IoT: Revolutionizing agriculture. WebbyLab .WebbyLab Blog. 2024.

25. Van Pevenage J. How grain facilities will operate in 10 years . J. Van Pevenage Grain Journal. 2024.

26. Mărcuță C., MoldStud Research Team. Enhancing grain storage and management with advanced agricultural software. C. Mărcuță, MoldStud Research Team. MoldStud Articles. 2024.

27. Zhao H., Hu Z., Zhao J., Gong X., Han Q., Lin Y. Study on the cleaning device of cement silo wall. H. Zhao, Z. Hu, J. Zhao et al. . IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 525. P. 012176.

28. Petruccelli U., Fabrizio D. Regulatory, technological and operational innovations in cableway transport. U. Petruccelli, D. Fabrizio. Ingegneria Ferroviaria. 2023. Vol. 78, No. 2. P. 113–144.

29. Islam M. T. Galvanized steel silo: A modern food grain storage. M. T. Islam. Journal of Agro, Forestry and Fisheries. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 1–6.

30. Hajiyeveva A., Mammadova U., Tanriverdiyeva G., Kovalenko O. Technological innovations in agriculture: Impact on production efficiency. A. Hajiyeveva,

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

U. Mammadova, G. Tanriverdiyeva, O. Kovalenko. Scientific Horizons. 2024. Vol. 27, No. 1. P. 172–182.

31. Mudryk K., Hutsol T., Zablodskiy M., Sorokin D., Usenko S. A study of electrothermomechanical converter for technological purposes with nonlinear changes in the loading and cooling medium. K. Mudryk, T. Hutsol, M. Zablodskiy et al. Machinery & Energetics. 2023. Vol. 14, No. 2. P. 9–22.

32. Zou S., Tseng Y.-C., Zare A., Rowland D., Tillman B., Yoon S.-C. Peanut maturity classification using hyperspectral imagery. S. Zou, Y.-C. Tseng, A. Zare et al. arXiv preprint arXiv:1910.11122. 2019.

33. Pereyra-Irujo G. A., Aguirrezábal L. A. N. Sunflower yield and oil quality interactions and variability: Analysis through a simple simulation model. G. A. Pereyra-Irujo, L. A. N. Aguirrezábal. arXiv preprint arXiv:1707.00555. 2017.

34. Zhang J., et al. Rapid identification and preliminary evaluation of quality characters of oilseed sunflower by near infrared spectroscopy. J. Zhang et al. Oil Crop Science. 2022. Vol. 7, No. 3. P. 142–148.

35. Kotecki A., et al. Quality evaluation indices for soybean oil in relation to cultivar, application of N fertiliser and seed inoculation with Bradyrhizobium japonicum. A. Kotecki et al. Foods. 2023. Vol. 11, No. 5. P. 762.

36. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проєктів "Проектування робочої будівлі і генерального плану" для студентів напрямку підготовки 7.05170101 / Б.М. Казанюк, Р.В. Вихватнюк. Умань: УНУС. 2011. 47 с.

37. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проєктів "Проектування робочої будівлі і силосних корпусів елеватора" для студентів напрямку підготовки 6.051701 / П.О. Кравчук, Н.П. Матвієнко. Умань: УНУС. 2009. 48 с.

38. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проєктів "Проектування робочої будівлі і силосних корпусів елеватора" ч. 2 для студентів напрямку підготовки 6.051701 / П.О. Кравчук, Н.П. Матвієнко. Умань: УНУС. 2009. 48 с.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

39. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів "Розрахунки обладнання, приймальних і відпускних пристроїв елеватора" для студентів напрямку підготовки 6.051701 / П.О. Кравчук, Н.П. Матвієнко. Умань: УНУС. 2009. 50 с.

40. Шенавур О. В. Основи безпеки харчових продуктів та система НАССР у закладах ресторанного господарства: навч. посібник / О. В. Шенавур. К., 2020. 128 с.

41. Чебаненко Є., Мельник О. Документація системи НАССР у переробці бобових культур: аналіз, розробка та вдосконалення / Є. Чебаненко, О. Мельник. Вісник Хмельницького нац. ун-ту. 2022. Вип. 3 (12). С. 45–52.

42. Система аналізу небезпек і критичних точок контролю - НАССР : офіц. документ / Міністерство економіки України. Київ, 2018. 34 с.

43. Технологічна експертиза процесу зберігання зерна пшениці з урахуванням принципів НАССР / Іваненко В.В. Науковий вісник Одеського нац. техн. ун-ту. 2021. Вип. 67. С. 102–109.

44. Маслак О. М. та ін. Організаційно-економічні аспекти розвитку зернового господарства Сумської області : монографія Суми : ВВП «Мрія», 2019. 216 с.

45. Методичні вказівки по виконанню економічної частини дипломних проектів / Укладач: О.Г. Мачушенко. Умань: УДАУ, 2008. 40 с.

46. Пожарова О. В. Охорона праці : навч. посіб. К. : [видавництво], 2020. 256 с.

47. Кошель В. І., Сав'юк Г. П., Дзундза Б. С. Основи охорони праці. Практичні заняття : навч.-метод. Посіб. Івано-Фр. : Прикарпатський нац. ун-т, 2019. 148 с.

48. Шуаїбов О. К. Практикум з охорони праці : навч. посіб. Ужгород: УжНУ, 2018. 184 с.

49. Кваша Т. К., Мусіна Л. А. Вимірювання зеленого зростання в Україні: концепції, системи індикаторів, досвід формування та перспективи застосування :

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

монографія / Т. К. Кваша, Л. А. Мусіна. — Київ : Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2018. — 120 с.

50. Радіаційна безпека та екологічний вплив уранових виробництв в Україні / О. І. Коваленко, В. М. Петров, І. В. Семенова. Науковий вісник екології. 2023. Вип. 1. С. 45–59.

51. Проблеми охорони навколишнього середовища у світі та в Україні / І. П. Шевченко, М. В. Лисенко. Екологічний журнал України. 2017. Вип. 18. С. 22–30.

					ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ	Арк
ЗМ	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата		

