

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувачка кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
«__» _____ 2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітній ступінь «Магістр»

на тему: «Удосконалення системи екологічного менеджменту використання
тваринницьких стічних вод в приватному підприємстві «Перемога АВК»»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГЕ-1-24
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія»
Максим ЗАКОРА
(прізвище та ініціали)

Керівник - д.б.н.проф. Юрій ГРИЦАН

Дніпро – 2025 рік

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувачка кафедри екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« ____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Закорі Максиму Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення системи екологічного менеджменту використання тваринницьких стічних вод в приватному підприємстві «Перемога АВК»» затверджена наказом по університету від «15» жовтня 2025 р. № 3074
2. Термін здачі студентом закінченого кваліфікаційної роботи: «15» грудня 2025 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи
Об'єкт: ПП «Перемога АВК» (тваринництво; повторне використання стічних вод у зрошенні). Фактичні дані підприємства та довідкові матеріали.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити: ВСТУП, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У ТВАРИННИЦТВІ, ХАРАКТЕРИСТИКА ПП «ПЕРЕМОГА АВК» ЯК ОБ'ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ, АНАЛІЗ ЧИННОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ЯКОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ СТІЧНИХ ВОД, УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД, ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація у вигляді слайдів

б. Дата видачі завдання: «15» жовтня 2025 р.

Керівник роботи

_____ Юрій ГРИЦАН
(підпис)

Завдання прийняв до виконання:

_____ Максим ЗАКОРА
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	ВСТУП	15.10.2025 р. – 17.10.2025 р.	виконано
2	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У ТВАРИННИЦТВІ	20.10.2025 р. – 31.10.2025 р.	виконано
3	ХАРАКТЕРИСТИКА ПП «ПЕРЕМОГА АВК» ЯК ОБ'ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	03.11.2025 р. – 14.11.2025 р.	виконано
4	АНАЛІЗ ЧИННОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ЯКОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ СТІЧНИХ ВОД	03.11.2025 р. – 14.11.2025 р.	виконано
5	УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД	17.11.2025 р. – 28.11.2025 р.	виконано
6	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ	01.12.2025 р. – 05.12.2025 р.	виконано
8	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПЕРСОНАЛУ	08.12.2025 р.	виконано
9	ВИСНОВКИ	09.12.2025 р.	виконано
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	10.12.2025 р.	виконано

Студент-дипломник

_____ Максим ЗАКОРА
(підпис)

Керівник роботи

_____ Юрій ГРИЦАН
(підпис)

ЗМІСТ

	РЕФЕРАТ.....	6
	ВСТУП.....	8
1	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У ТВАРИННИЦТВІ.....	11
1.1	Сутність і принципи екологічного менеджменту.....	11
1.2	Міжнародні стандарти (ISO 14001) та найкращі доступні технології (BAT).....	13
1.3	Екологічні аспекти діяльності тваринницьких підприємств.....	15
1.4	Вплив тваринницьких стічних вод на довкілля.....	18
1.5	Світовий досвід поводження з тваринницькими стоками	20
2	ХАРАКТЕРИСТИКА ПП «ПЕРЕМОГА АВК» ЯК ОБ’ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.....	24
2.1	Загальна характеристика підприємства.....	24
2.2	Структура тваринництва та рослинництва.....	25
2.3	Технологічні процеси, що формують стічні води.....	27
2.4	Схема водокористування та утворення стічних вод.....	29
2.5	Огляд наявних природоохоронних заходів.....	32
3	АНАЛІЗ ЧИННОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ЯКОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ СТІЧНИХ ВОД.....	34
3.1	Характеристика та хімічний склад стічних вод.....	34
3.2	Порівняння фактичних показників зі стандартами.....	37
3.3	Існуючі методи очищення стічних вод на підприємстві.....	39
3.4	SWOT-аналіз системи екологічного менеджменту підприємств.....	42
3.5	Екологічні ризики та небезпеки.....	44
3.6	Виявлені невідповідності та проблемні ділянки.....	47
4	УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	50
4.1	Формування політики екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК».....	50
4.2	Запровадження екологічних цілей та програм.....	52
4.3	Оптимізація технології очищення стоків.....	54
4.4	Удосконалення системи зрошення стічними водами.....	56
4.5	Моделювання ризиків та заходи щодо мінімізації впливу.....	58
4.6	GIS-моніторинг земель і контролю забруднень.....	60
4.7	Система контролю якості стічних вод.....	61
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ.....	63
5.1	Порівняння вартості існуючої та модернізованої системи.....	63
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПЕРСОНАЛУ.....	68
6.1	Небезпеки, пов'язані зі стічними водами.....	68
6.2	Засоби індивідуального та колективного захисту.....	70
6.3	Безпека експлуатації обладнання.....	73
6.4	Пожежна безпека.....	76
6.5	Вимоги до зберігання та транспортування осаду.....	80

ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню системи екологічного менеджменту використання тваринницьких стічних вод у ПП «Перемога АВК». Мета дослідження — розробити цілісну, керовану та нормативно узгоджену модель поводження зі стічними водами, що поєднує очищення, контроль якості та безпечно повторне використання у землеробстві.

Об'єктом є виробничі потоки тваринницьких стічних вод та інфраструктура їх збирання, очищення і утилізації; предметом — управлінські, технологічні й моніторингові рішення в межах системи екологічного менеджменту (EMS) за логікою ISO 14001/PDCA та принципами найкращих доступних технологій (BAT).

Методична основа включає: інвентаризацію джерел утворення стоків, порівняння фактичних показників із нормативними вимогами, SWOT-аналіз чинної системи, розроблення технічних рішень (механічна сепарація, біологічні процеси, дезінфекція, герметизація накопичувачів, аварійне резервування), моделювання ризиків і сценаріїв аварій, ОВД-оцінювання впливів на ґрунти, води, повітря та біоту, а також проєкт схеми GIS-моніторингу земель і вод. Окремий розділ присвячено охороні праці та пожежній безпеці в газонебезпечних зонах.

Запропонована модель EMS забезпечує: зниження органічного та біогенного навантаження у контрольних створах; прозорий лабораторний і GIS-моніторинг якості стоків, ґрунтів і підземних вод; кероване удобрювальне зрошення з агрономічним нормуванням; зменшення запахових і парникових викидів через утилізацію біогазу; підвищення технологічної надійності завдяки резервуванню та автоматизованому контролю. Економічна частина обґрунтовує доцільність модернізації завдяки заміщенню частини мінеральних добрив поживними елементами стоків/дигестату, зменшенню екологічних платежів і ризику штрафів та енергетичному ефекту від біогазу.

Практична цінність полягає у можливості прямого впровадження розроблених регламентів, карт ризику, плану моніторингу та технічних рішень

на підприємстві й масштабування під інші агровиробництва регіону. Результати підвищують екологічну та ресурсну ефективність, нормативну відповідність і стійкість виробництва.

Ключові слова: тваринницькі стічні води, екологічний менеджмент, ISO 14001, ВАТ, біологічне очищення, біогаз, удобрювальне зрошення, GIS-моніторинг, ОВД, охорона праці.

ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового комплексу в Україні супроводжується інтенсивним нарощуванням виробничих потужностей тваринницьких підприємств, що, з одного боку, сприяє зміцненню продовольчої безпеки країни, а з іншого — призводить до суттєвого збільшення антропогенного навантаження на довкілля [1]. Одним із найбільш проблемних чинників впливу галузі є утворення значних обсягів тваринницьких стічних вод, які містять органічні речовини, патогенні мікроорганізми, біогенні елементи, важкі метали та інші забруднювачі, що потребують контрольованого збирання, очищення та утилізації [2].

Правильне поводження з тваринницькими стоками має критичне значення для збереження якості ґрунтів, підземних і поверхневих вод, забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки, попередження деградаційних процесів на сільськогосподарських землях і підтримання екологічної рівноваги в агроландшафтах [3]. Порушення технологій поводження зі стоками призводить до низки негативних наслідків: евтрофікації водойм, забруднення підземних вод нітратами, підвищення мікробіологічної загрози, виснаження ґрунтового профілю та погіршення продуктивності сільськогосподарських угідь [4].

З іншого боку, тваринницькі стічні води є цінним біогенним ресурсом, який може бути використаний у рослинництві як органо-мінеральне добриво. Такий підхід відповідає принципам циркулярної економіки, сприяє зменшенню витрат на мінеральні добрива, підвищує родючість ґрунтів та забезпечує екологічно раціональне використання відходів тваринництва. Практика удобрювального зрошення широко застосовується у багатьох країнах світу, проте потребує чіткої системи екологічного менеджменту, яка гарантуватиме безпеку та контроль якості стічних вод і стану земель [5].

Приватне підприємство «Перемога АВК» є одним із найбільших сільськогосподарських товаровиробників Дніпровського району Дніпропетровської області, діяльність якого включає рослинництво, тваринництво та використання зрошення. На підприємстві утворюється значний обсяг тваринницьких стоків, що мають потенціал для застосування в агротехнологіях, однак їх використання потребує удосконалення системи управління, впровадження сучасних природоохоронних рішень і відповідності екологічним нормам [6].

Важливість удосконалення системи екологічного менеджменту на підприємстві зумовлена необхідністю [7]:

- забезпечити контроль якості та безпечності стічних вод;
- мінімізувати ризики забруднення підземних і поверхневих вод;
- оптимізувати технологію очищення та утилізації стоків;
- підвищити ефективність використання водних і земельних ресурсів;
- відповідати вимогам екологічного законодавства та стандартів ISO 14001;
- запровадити сучасні інструменти моніторингу та управління впливом на довкілля.

У цьому контексті розроблення вдосконаленої системи екологічного менеджменту використання тваринницьких стічних вод є важливим завданням не лише для самого підприємства, але і для галузі загалом. Систематизація, оптимізація та модернізація процесів поводження зі стоками здатні забезпечити екологічну стабільність виробництва, зменшити операційні витрати, підвищити врожайність культур, а також мінімізувати негативний вплив на довкілля [8].

Метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування та розробка заходів щодо удосконалення системи екологічного менеджменту використання тваринницьких стічних вод у ПП «Перемога АВК» шляхом аналізу чинної системи управління, оцінки якості стічних вод, розрахунку ризиків, визначення екологічних проблем та формування комплексу оптимізаційних заходів.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

1. Дослідити природно-кліматичні умови та господарську діяльність
ПШ

«Перемога АВК» в контексті екологічного менеджменту.

2. Проаналізувати сучасний стан, структуру та якісний склад тваринницьких стічних вод підприємства.

3. Оцінити відповідність існуючої технології поводження зі стічними водами екологічним нормам і стандартам.

4. Виявити екологічні ризики та проблемні ділянки системи управління.

5. Розробити рекомендації щодо удосконалення системи екологічного менеджменту, включаючи технічні, організаційні та управлінські заходи.

6. Обґрунтувати економічну ефективність впровадження запропонованих рішень.

7. Оцінити вплив запропонованої системи на довкілля, виробництво та соціальну сферу.

З огляду на актуальність проблеми, значний ресурсний потенціал тваринницьких стічних вод та необхідність підвищення екологічної стійкості агровиробництва, дана робота має важливе теоретичне й практичне значення та сприятиме впровадженню екологічно безпечних і економічно ефективних технологій на підприємстві.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ У ТВАРИННИЦТВІ

1.1 Сутність і принципи екологічного менеджменту

Екологічний менеджмент є системою організаційних, технічних, управлінських та економічних заходів, спрямованих на забезпечення раціонального використання природних ресурсів, мінімізацію впливу виробничої діяльності на довкілля та досягнення екологічної безпеки підприємства. У сучасних умовах він виступає ключовим елементом сталого розвитку агропромислових підприємств, включаючи ті, що здійснюють тваринницьку діяльність та утворюють значні обсяги стічних вод [5].

Сутність екологічного менеджменту полягає в переході від реактивної моделі природоохоронної діяльності — коли підприємство реагує на порушення або штрафи — до превентивної системи управління, яка передбачає запобігання забрудненням, оптимізацію ресурсоспоживання та впровадження найкращих доступних технологій. Такий підхід дозволяє підприємству не лише виконувати законодавчі вимоги, а й підвищувати власну конкурентоспроможність за рахунок економії ресурсів, зменшення екологічних ризиків та покращення іміджу.

Екологічний менеджмент базується на концепції сталого розвитку, яка передбачає збалансування економічних, соціальних та екологічних інтересів. Застосування цієї концепції в тваринництві має особливе значення, оскільки господарства формують складні відходи біологічного походження, здатні негативно впливати на водні, ґрунтові та повітряні ресурси [6].

Сучасні системи екологічного менеджменту будуються відповідно до стандарту ISO 14001:2015, який визначає структуру системи, включає

управління екологічними аспектами, оцінку ризиків і впливів, планування заходів, контроль за виконанням природоохоронних вимог та постійне вдосконалення екологічної діяльності. Для тваринницьких підприємств особливо важливо інтегрувати ці вимоги в систему поводження зі стічними водами, адже вони є одним з найбільш небезпечних джерел забруднення.

Екологічний менеджмент ґрунтується на сукупності взаємопов'язаних підходів, що забезпечують зниження антропогенного навантаження на довкілля та узгодження діяльності підприємств із національними й міжнародними екологічними стандартами. Ключовою ідеєю такої системи є орієнтація на попередження екологічних проблем ще на стадії планування, що дозволяє уникати забруднення ґрунтів і водних об'єктів шляхом раціональної організації водовідведення, очищення стічних вод та безпечного зберігання гною в тваринницьких господарствах. Екологічний менеджмент має комплексний і системний характер, оскільки охоплює всі виробничі та управлінські процеси підприємства — від утримання тварин і функціонування гноєсховищ до контролю стану земельних ресурсів, водокористування та ведення відповідної документації. Важливою умовою його ефективності є суворе дотримання чинного екологічного законодавства, санітарних і будівельних норм, а також принципів сталого поводження з відходами аграрного виробництва. Система екологічного менеджменту не може бути статичною, оскільки потребує постійного вдосконалення з урахуванням змін у технологіях, нормативно-правовій базі та екологічних ризиках, що реалізується через регулярні аудити, аналіз результатів і оновлення природоохоронних заходів. Вагому роль у її функціонуванні відіграє персонал підприємства, адже рівень екологічної культури працівників, їхня поінформованість і відповідальність безпосередньо впливають на дотримання технологій очищення та санітарних вимог, особливо в умовах утворення значних обсягів тваринницьких стічних вод. Не менш важливим є орієнтир на ресурсоефективність і енергозбереження, що передбачає скорочення споживання води та енергії, зменшення втрат поживних речовин і повторне використання ресурсів, зокрема шляхом застосування стоків для

зрошення або виробництва біогазу. Екологічний менеджмент також базується на принципах відкритості та прозорості, що полягає у наданні достовірної інформації про стан довкілля, результати моніторингу та виконання природоохоронних заходів, формуючи довіру з боку громади й контролюючих органів. Водночас важливе місце посідає управління екологічними ризиками, яке передбачає своєчасне виявлення, оцінювання та мінімізацію можливих загроз, пов'язаних з аварійними ситуаціями, витокami або переповненням гноєсховищ, що є особливо актуальним для підприємств із великими обсягами стічних вод та розташуванням поблизу сільськогосподарських угідь.

1.2 Міжнародні стандарти (ISO 14001) та найкращі доступні технології (BAT)

Екологічний менеджмент у сфері тваринництва нерозривно пов'язаний із застосуванням міжнародних підходів до управління впливом підприємства на довкілля. Найбільш вагомими інструментами, що формують сучасну екологічну політику підприємств, є стандарт ISO 14001:2015 та концепція найкращих доступних технологій — Best Available Techniques (BAT). Їх інтеграція дозволяє створити цілісну, науково обґрунтовану систему управління, здатну забезпечити зменшення екологічних ризиків, підвищити ефективність виробництва та оптимізувати використання ресурсів [8].

Стандарт ISO 14001:2015 визначає загальні вимоги до системи екологічного менеджменту організації. Він базується на принципах ідентифікації екологічних аспектів, аналізу ризиків і можливостей, визначення екологічних цілей, а також на постійному вдосконаленні системи. У межах цього стандарту екологічні аспекти тваринницьких підприємств — утворення стічних вод, поводження з гноєм, ризики потрапляння забруднень у водні ресурси — розглядаються як елементи, що потребують чіткої структури контролю та

управління. ISO 14001 спрямовує підприємство на систематизацію природоохоронної діяльності, запровадження внутрішнього аудиту, контроль відповідності законодавству та розробку програм поліпшення екологічних показників.

У впровадженні ISO 14001 важливе місце посідає процес ідентифікації та оцінки екологічних ризиків. Для тваринницького виробництва це насамперед ризики забруднення ґрунтів і вод унаслідок неправильного поводження зі стічними водами, несанкціонованих витоків, переповнення гноєсховищ або недосконалих технологій очищення стоків. Стандарт дозволяє побудувати чіткий алгоритм дій: від визначення джерел ризику до розроблення заходів зі зменшення їх впливу. Особливого значення набуває принцип циклічності PDCA (Plan–Do–Check–Act), що забезпечує безперервний контроль і вдосконалення всієї системи [9].

Паралельно з міжнародними стандартами дедалі більшого значення набуває концепція найкращих доступних технологій — BAT. У країнах Європейського Союзу ці технології закріплені у спеціальних довідниках BREF та є обов'язковими при проектуванні та експлуатації підприємств із підвищеним рівнем екологічної небезпеки, включаючи тваринницькі комплекси. BAT охоплює широкий комплекс технічних і організаційних рішень, що забезпечують мінімально можливий рівень впливу на довкілля за умов економічної доцільності.

Для підприємств тваринницького напрямку найкращі доступні технології визначають вимоги до систем збирання, зберігання та очищення стічних вод. Серед них — механічне вилучення твердих домішок, застосування сепараторів для розділення твердої та рідкої фракцій гноївки, використання біологічних методів очищення, включаючи аеробні та анаеробні біореактори. Окреме місце посідає анаеробне зброджування, яке дає змогу одночасно зменшувати органічне забруднення стоків, усувати патогенні мікроорганізми та отримувати біогаз як альтернативне джерело енергії.

Крім того, ВАТ висуває вимоги до екологічної безпеки гноєсховищ, які повинні бути оснащені протифільтраційними захисними шарами, дренажними системами та засобами контролю за можливими витокami. Обов'язковими є також системи моніторингу якості стічних вод, ґрунтів і підземних вод, що дозволяє оперативно виявляти зміни стану довкілля та оцінювати ефективність упроваджених технологій [10].

У застосуванні ВАТ важливим є комплексний підхід: удосконалення технологій має поєднуватися з організаційними заходами, такими як підготовка персоналу, регламентація технологічних процесів, створення системи оперативного реагування на надзвичайні ситуації та запровадження сучасних інструментів екомоніторингу (включаючи GIS-системи). Це робить екологічний менеджмент підприємства не лише технічно ефективним, а й стійким у довгостроковій перспективі.

Таким чином, поєднання вимог стандарту ISO 14001 із практиками найкращих доступних технологій створює для ПП «Перемога АВК» надійну методологічну основу для оптимізації системи поводження зі стічними водами. Це забезпечує не лише зменшення негативного впливу на довкілля, а й підвищення ефективності виробництва, економію ресурсів та відповідність сучасним екологічним і технологічним вимогам.

1.3 Екологічні аспекти діяльності тваринницьких підприємств

Тваринницькі підприємства є складними виробничими системами, діяльність яких пов'язана з інтенсивним використанням природних ресурсів і формуванням значної кількості специфічних відходів та викидів. У процесі утримання та годівлі тварин, збирання та зберігання гною, провітрювання приміщень, транспортування продукції та утворення стічних вод виникає низка екологічних аспектів, що визначають характер та ступінь впливу підприємства

на довкілля. На відміну від багатьох інших галузей сільськогосподарського виробництва, тваринництво має постійний, а не сезонний характер забруднюючих впливів, що робить питання екологічної безпеки надзвичайно актуальним.

Одним із головних екологічних аспектів є утворення тваринницьких стічних вод, які містять високу концентрацію органічних речовин, азоту, фосфору, важких металів, гормонів, лікарських препаратів, а також патогенних мікроорганізмів. У разі неналежної організації системи водовідведення такі стоки становлять серйозну загрозу для ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Потрапляння азотних сполук у водні ресурси може призводити до евтрофікації та деградації водних екосистем, тоді як надмірне навантаження на ґрунт спричиняє підвищення кислотності, засолення та порушення природної структури ґрунтового профілю. У тваринницьких комплексах з інтенсивним утворенням стоків екологічні ризики зростають у рази, особливо за відсутності сучасних систем очищення.

Не менш значущий екологічний аспект пов'язаний із утворенням та зберіганням гною. У процесі мікробіологічного розкладання органічної маси вивільнюються аміак, сірководень, метан та інші гази, які можуть потрапляти в атмосферу, порушуючи її якість, а також погіршувати санітарний стан прилеглих територій. Неконтрольоване зберігання гною супроводжується фільтратом, що просочується у ґрунт і переносить розчинені органічні та мінеральні сполуки у підземні горизонти. Особливо небезпечними є старі або непридатні гноєсховища, які не мають протифільтраційних бар'єрів чи дренажних систем [11].

Важливим екологічним аспектом є також вплив тваринницьких об'єктів на атмосферне повітря. До основних забруднювачів належать аміак, метан, пил, продукти неповного розкладання органічних речовин. Ці речовини можуть викликати неприємні запахи, сприяти утворенню дрібнодисперсних частинок у повітрі, впливати на здоров'я працівників та мешканців прилеглих територій.

Викиди метану, що є одним із найбільш активних парникових газів, додатково посилюють глобальні кліматичні виклики.

Суттєвою екологічною складовою діяльності тваринницьких підприємств є поводження з твердими та рідкими органічними відходами, зокрема побічними продуктами тваринництва. Наявність цих відходів потребує впровадження спеціальних технологій знезараження, утилізації або повторного використання. З огляду на високий рівень біологічної небезпеки, неправильне поводження з такими відходами може призвести до спалахів інфекційних захворювань серед тварин або потрапляння патогенів у навколишнє середовище [12].

Особливу увагу слід приділяти аспектам, пов'язаним із використанням тваринницьких стічних вод у зрошенні. Попри значний потенціал таких вод як цінного органо-мінерального добрива, їх застосування потребує чіткої регламентації та моніторингу. Фактична концентрація азоту, фосфору, калію та органічної речовини повинна відповідати агрохімічним нормам, а показники мікробіологічної безпеки — санітарним вимогам. У разі недотримання технології удобрювального зрошення можливі такі небажані наслідки, як деградація ґрунтів, накопичення токсичних речовин, формування патогенної мікрофлори та локальне перезволоження земель.

До екологічних аспектів діяльності тваринницьких підприємств також належать використання значних обсягів водних ресурсів, енергозатрати на обігрів та вентиляцію приміщень, транспортування кормів і відходів, а також вплив на ландшафт у випадку великих промислових господарств. Усе це вимагає інтегрованого, системного підходу до управління природними ресурсами, який дозволяє одночасно підвищувати продуктивність виробництва й зменшувати його екологічний слід.

Таким чином, діяльність тваринницьких підприємств охоплює широкий спектр екологічних аспектів, які потребують постійного контролю, модернізації технологій та впровадження системи екологічного менеджменту. У контексті ПП «Перемога АВК» ці аспекти набувають особливої ваги через значні обсяги утворення стічних вод і органічних відходів та через потребу забезпечення

екологічної безпеки зрошення. Саме тому формування ефективної системи екологічного менеджменту є стратегічним завданням, яке дозволить знизити ризики для довкілля та підвищити сталий розвиток підприємства [13].

1.4 Вплив тваринницьких стічних вод на довкілля

Тваринницькі стічні води є одним із найбільш специфічних і складних за хімічним та біологічним складом видів виробничих стоків, що формуються в аграрному секторі. Утворюючись у результаті миття тваринницьких приміщень, очищення обладнання, змішування з гноївкою та водою, яка використовується у процесі водопостачання тварин, такі стоки містять високі концентрації органічних речовин, азотних та фосфорних сполук, суспендованих часток, лікарських препаратів, гормонів, патогенних мікроорганізмів та важких металів. Через свій склад вони мають значний потенціал забруднення і здатні впливати на всі компоненти навколишнього природного середовища — ґрунт, поверхневі й підземні води, атмосферне повітря, а також на стан екосистем в цілому [14].

Одним із найважливіших напрямів впливу є забруднення водних ресурсів. Тваринницькі стоки характеризуються високими показниками біохімічного споживання кисню (БСК) та хімічного споживання кисню (ХСК), що вказує на значний органічний тягар. Потрапляючи у водойми, такі стоки швидко поглинають розчинений у воді кисень, викликаючи деградацію водних екосистем, загибель риби, розвиток анаеробних процесів і появу токсичних продуктів розкладання. Особливо небезпечний для водних систем надлишок азоту та фосфору, що стимулює інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей, спричиняючи явище евтрофікації. Евтрофіковані водойми нездатні відтворювати свій природний гідрохімічний режим, що призводить до довготривалої втрати екологічної якості.

Не менш серйозною є загроза для підземних вод, яка виникає у разі інфільтрації недостатньо очищених стічних вод через ґрунтовий профіль. Азот у формі нітратів і нітритів легко мігрує в нижні горизонти ґрунту та може досягати водоносних горизонтів, що робить ці води непридатними для питного використання. Крім того, органічні сполуки та мікробіологічні забруднення здатні змінювати природний хімічний склад підземних вод, створюючи епідеміологічні ризики для населення. У регіонах із легкими піщаними ґрунтами та близьким заляганням ґрунтових вод цей фактор стає особливо небезпечним [15].

Ґрунтові ресурси також зазнають суттєвого навантаження. Тваринницькі стоки містять значну кількість органічної речовини, солей, амонійного азоту та калію. Якщо їх використовують без дотримання агротехнічних норм, можливе вторинне засолення, підвищення кислотності або ущільнення ґрунтів. Надлишок органічних речовин порушує баланс мікроелементів і змінює структуру ґрунтового профілю, знижуючи його водопроникність та здатність до самовідновлення. Особливе занепокоєння викликає накопичення важких металів і залишків антибіотиків, які здатні переходити з ґрунту в рослини, а через кормовий ланцюг — у тварин та людину.

Важливою складовою впливу тваринницьких стічних вод є їх мікробіологічна характеристика. У стоках часто виявляються кишкова паличка, сальмонела, яйця гельмінтів, віруси та інші патогени, що становлять небезпеку для здоров'я людей і тварин. Потрапляння таких стоків у довкілля спричиняє санітарно-епідеміологічні ризики, а їх використання у сільському господарстві без належної підготовки може сприяти поширенню інфекцій.

Певний вплив здійснюється і на атмосферне повітря. Тваринницькі стічні води та гноївка під час зброджування виділяють аміак, метан, діоксид вуглецю, сірководень та леткі органічні сполуки. Аміак сприяє утворенню дрібнодисперсного пилу, який погіршує якість повітря та здатний викликати захворювання органів дихання. Метан є одним із найпотужніших парникових газів, і неконтрольовані викиди з гноєсховищ та лагун суттєво посилюють

кліматичні зміни. Крім того, неприємні запахи є важливим соціальним фактором, що погіршує якість життя населення у прилеглих поселеннях [16].

Окремим напрямом дослідження є вплив тваринницьких стічних вод на біоту. На територіях, де здійснюються скиди або аварійні виливи, спостерігається зниження біорізноманіття, зміна флористичного складу, розвиток нітрофільних рослин та зникнення чутливих видів. Тривале надмірне органічне навантаження спричиняє поступову деградацію екосистем, порушення ланцюгів живлення та дисбаланс природних процесів ґрунтоутворення.

Усі перелічені аспекти свідчать про те, що тваринницькі стічні води є складним багатокомпонентним забруднювачем, який впливає на довкілля комплексно та взаємопов'язано. Відсутність ефективної системи очищення та контролю може призвести до довготривалих негативних наслідків, які потребуватимуть значних ресурсів для відновлення. Саме тому сучасні тваринницькі господарства, у тому числі ПП «Перемога АВК», повинні впроваджувати сучасні технології, практики екологічного менеджменту та системи моніторингу, що дозволять забезпечити безпечне використання стічних вод та мінімізувати їх негативний вплив на довкілля [17].

1.5 Світовий досвід поводження з тваринницькими стоками

Проблема раціонального поводження з тваринницькими стічними водами є актуальною не лише для України, а й для більшості країн світу, де існують розвинені сектори тваринництва. Зі зростанням виробничих потужностей, концентрації поголів'я та переходом до інтенсивних технологій утримання тварин збільшується навантаження на природні ресурси, що потребує впровадження ефективних систем очищення, утилізації та повторного використання стічних вод. У різних країнах вироблено власні моделі поводження

зі стоками, які базуються на екологічному менеджменті, інноваційних технологіях та жорсткому державному регулюванні.

Одним із найрозвиненіших напрямів вважається практика Європейського Союзу, де поводження з тваринницькими стоками регулюється Директивою 2010/75/ЄС про промислові викиди та цілою серією довідників найкращих доступних технологій (BREF). У країнах ЄС особливий акцент робиться на запобіганні забрудненню, а не лише на очищенні. Для цього застосовуються сучасні герметичні гноєсховища з протифільтраційними шарами, сепаратори твердих і рідких фракцій, анаеробні реактори для виробництва біогазу та системи багатоступеневого очищення стічних вод. Широко поширена практика ферментації та компостування твердих фракцій, що дозволяє зменшувати біологічне навантаження на довкілля та отримувати високоякісні органічні добрива [18].

У США питання поводження зі стічними водами тваринництва контролюється Агентством з охорони довкілля (EPA) через програму CAFOs (Concentrated Animal Feeding Operations). Одним із ключових принципів американського підходу є обов'язковість екологічних планів управління поживними речовинами (Nutrient Management Plans), які регламентують норми внесення гноївки, склад зрошувальних карт, структуру моніторингу ґрунтів та вод. Значна увага приділяється контролю водоохоронних зон, застосуванню систем гідроізоляції лагун, регулярному моніторингу якості стоків. США є світовим лідером у впровадженні анаеробного зброджування, що дозволяє поєднувати утилізацію органічних відходів із виробництвом енергії.

Ізраїль має унікальний досвід повторного використання стічних вод у сільському господарстві. У країні понад 85 % очищених стоків застосовуються для зрошення сільськогосподарських культур. Системи очищення комбінують механічні, біологічні та мембранні технології, що дозволяє досягати високої якості води. Суворая система моніторингу, державне фінансування інновацій та адаптація агротехнологій до дефіциту води сприяли тому, що Ізраїль став

світовим прикладом ефективного управління водними ресурсами в умовах обмеженого водопостачання.

У Данії та Нідерландах широко застосовується багатоступенева система очищення стоків та контролю роботи гноєсховищ. Нідерланди є піонерами впровадження високотехнологічних систем механічного розділення стоків та їх подальшої обробки у біологічних реакторах. Данія, у свою чергу, активно використовує системи зменшення викидів аміаку завдяки застосуванню закритих лагун, кислотній стабілізації гноївки та інжекторним системам внесення у ґрунт [17].

Країни Азії, такі як Японія та Південна Корея, роблять акцент на технологічних рішеннях високого рівня, включаючи мембранні біореактори, ультрафільтрацію та озонування стоків. Такі системи дозволяють досягати високого ступеня очищення, що необхідно в умовах високої густоти населення та дефіциту земельних ресурсів.

У країнах Латинської Америки, особливо у Бразилії, поширеною є практика комбінованих систем очищення: від біологічних ставків до анаеробних реакторів UASB. При цьому велике значення має використання стічних вод для зрошення, що дозволяє підтримувати родючість ґрунтів та зменшувати потребу в мінеральних добривах [18].

Порівняння світових практик дозволяє виділити кілька ключових тенденцій:

- перехід від локальних очисних систем до комплексних екологічних технологій;
- використання стічних вод як ресурсу, а не як відходу;
- підвищення ролі екологічного менеджменту та ризик-орієнтованих підходів;
- широке впровадження ВАТ-технологій;
- розвиток систем моніторингу на основі GIS, IoT та автоматизованих сенсорів;

- жорстке державне регулювання та обов'язковість екологічних планів.

Таким чином, світовий досвід демонструє, що ефективне поводження з тваринницькими стічними водами є можливим лише за умови поєднання інженерних рішень, управлінських інструментів і державної політики. Для ПП «Перемога АВК» адаптація цих підходів — з урахуванням місцевих умов, рівня технологічного розвитку та економічних можливостей — може забезпечити суттєве зниження екологічних ризиків і водночас підвищити ефективність виробництва.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПП «ПЕРЕМОГА АВК» ЯК ОБ'ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

2.1 Загальна характеристика підприємства

Приватне підприємство «Перемога АВК» є одним із ключових агровиробників у межах Дніпровського району Дніпропетровської області та спеціалізується на поєднанні рослинницького й тваринницького напрямів виробництва. Господарство функціонує в умовах природно-кліматичної зони Степу, де поєднання родючих ґрунтів і значної мінливості клімату формує необхідність раціонального використання водних ресурсів та впровадження сучасних технологій землекористування.

Основу виробничої діяльності підприємства становить вирощування традиційних для регіону польових культур та утримання поголів'я великої рогатої худоби й свиней.

Така структура дозволяє підприємству ефективно використовувати доступні природні ресурси та забезпечувати замкнутий цикл, у якому тваринницькі стічні води та органічні рештки повертаються в ґрунт як добриво.

Утворення значного обсягу органічних стоків, пов'язаних із тваринницькою діяльністю, потребує впровадження системи екологічного менеджменту та технологій безпечного їх використання. Тому ПП «Перемога АВК» розглядає застосування тваринницьких стічних вод у системі зрошення як перспективний напрям удосконалення природокористування та зменшення техногенного навантаження на довкілля [21].

Підприємство має достатню площу орних угідь, що забезпечує можливість впровадження сівозмін і застосування різних методів удобрення, зокрема органо-мінерального. Це робить «Перемогу АВК» придатним об'єктом для впровадження технології удобрювального зрошення з використанням очищених стічних вод — підходу, що дозволяє одночасно підвищити врожайність і знизити витрати на мінеральні добрива.

Таким чином, діяльність ПП «Перемога АВК» характеризується комплексністю, біотехнологічною орієнтацією та потенціалом до впровадження сучасних екологічних рішень.

2.2 Структура тваринництва та рослинництва

Виробнича діяльність ПП «Перемога АВК» має змішаний характер і поєднує два ключові напрями — рослинництво та тваринництво. Така структура забезпечує підприємству стійкість, можливість раціонального використання природних ресурсів та формування внутрішніх біогеохімічних циклів, що відповідає сучасним вимогам екологічного менеджменту. Взаємодія двох напрямів дозволяє ефективніше використовувати добрива, кормову базу та земельний фонд, а також забезпечує економічну стабільність господарства.

Рослинницький напрям відіграє провідну роль у структурі виробництва ПП «Перемога АВК». Підприємство спеціалізується на вирощуванні культур, характерних для степової зони України та адаптованих до кліматичних умов із нестабільним режимом опадів. Основу сівозміни становлять озимі зернові (передусім озима пшениця), ярі зернові культури, в тому числі ячмінь та кукурудза, а також технічні культури, серед яких особливе місце займає соняшник [21].

Переважання зернових і технічних культур зумовлене родючістю місцевих ґрунтів та наявністю сталого ринку збуту. Крім того, ці культури забезпечують

оптимальну структуру виробництва з погляду витрат, енергоємності та адаптації до клімату регіону. У рослинницькому секторі формується значна частина кормової бази для тваринництва, включаючи зернові корми, силос та грубі корми.

Функціонування рослинництва тісно пов'язане з використанням органічних добрив, що надходять із тваринницького комплексу. Це сприяє підвищенню родючості ґрунтів, відновленню запасів гумусу та зменшенню залежності від мінеральних добрив, що є важливим елементом екологізації виробництва.

Тваринницький напрям є другим ключовим елементом діяльності ПП «Перемога АВК» і забезпечує формування значної кількості органічних відходів та стічних вод, які можуть бути ефективно використані як добриво [22].

Тваринництво виконує одразу кілька функцій:

- забезпечує внутрішню переробку кормів, отриманих із рослинницького виробництва;
- створює органічні добрива, що повертаються на поля і підтримують ґрунтову родючість;
- формує цінний ресурс — тваринницькі стічні води, які можуть бути використані в системах удобрювального зрошення.

Стічні води тваринницького комплексу утворюються переважно внаслідок миття приміщень, видалення гноївки та водовідведення з тваринницьких блоків. Вони містять значні концентрації біогенних елементів (азоту, фосфору, калію), органічної речовини та мікроелементів. За умови належної підготовки ці стоки здатні повністю замінювати частину мінеральних добрив, що відповідає стратегії сталого землекористування.

Організація виробництва в ПП «Перемога АВК» базується на принципах внутрішньої екологічної циклічності. Тваринницькі відходи повертаються у систему землеробства у вигляді органічного добрива, а рослинницька продукція використовується як кормова база для тварин. Такий підхід:

- знижує навантаження на довкілля;

- оптимізує використання водних і земельних ресурсів;
- підвищує економічну ефективність;
- забезпечує стабільність виробництва в умовах ринку.

Структура підприємства дозволяє вводити елементи екологічного менеджменту — зокрема, використання тваринницьких стічних вод для удобрювального зрошення, що одночасно мінімізує негативний вплив на довкілля та підвищує продуктивність сільськогосподарських культур [23].

2.3 Технологічні процеси, що формують стічні води

Формування тваринницьких стічних вод у ПП «Перемога АВК» є наслідком комплексу технологічних операцій, пов'язаних із утриманням тварин, забезпеченням санітарно-гігієнічних норм та функціонуванням виробничої інфраструктури. Кожен етап виробничого циклу супроводжується утворенням рідких відходів різного складу та концентрації, що визначає необхідність їх екологічно безпечного збирання, транспортування та подальшого використання.

Основним джерелом стоків є процеси щоденного обслуговування тваринницьких приміщень. У результаті накопичення гною, гноївки та залишків кормів формуються рідкі суміші, які містять високу концентрацію органічної речовини, амонійного азоту, фосфатів і калію. Видалення гною за допомогою гідрозмиву або інших методів супроводжується додатковим надходженням технічної води у систему стічних каналів, що збільшує загальний обсяг стоків.

Така суміш є найбільш значимим за обсягом і впливом компонентом тваринницьких стічних вод. Її хімічний склад визначається видом тварин, раціоном, системою утримання та віком поголів'я. Висока концентрація органічних речовин обумовлює значне біологічне навантаження на будь-яку систему очищення та потребує попередньої обробки [18].

Санітарно-гігієнічне утримання тваринницьких комплексів передбачає регулярне миття підлог, стін, годівниць і обладнання. У цьому процесі використовуються значні об'єми води, які змішуються з органічними залишками, мийними засобами, дезінфікуючими препаратами та рештками кормів.

Такі стоки характеризуються змінним складом і можуть містити: залишки дезінфекторів; детергенти; астинки кормових сумішей; підвищений рівень мікробіологічного забруднення.

Це створює додаткове навантаження на систему очищення та підвищує вимоги до її ефективності.

Певна частка стічних вод формується внаслідок роботи систем напування. Переливання, протікання поїлок або їх промивання призводять до появи води, змішаної з органічними домішками, дрібними частинками кормів і мікроорганізмами. Об'єм таких стоків може бути значним у періоди високої активності тварин або за інтенсивного використання води у теплий період року.

До цієї групи також належать стоки від промивання молочного обладнання, кормових ліній та технічних пристроїв, які контактують із кормами або продуктами життєдіяльності тварин.

Додатковим джерелом рідких відходів є води, які утворюються під час дощів або танення снігу та потрапляють у тваринницькі двори й гноєсховища. У разі потрапляння на поверхні, забруднені органічними рештками, такі води набувають характеристик слабкоконцентрованих стоків із високим вмістом завислих речовин і мінералізованих домішок.

Аварійні стоки можуть виникати у разі переливу гноєсховищ, порушення герметичності резервуарів або пошкодження санітарно-технічних систем. Ці води є найбільш небезпечними з точки зору впливу на довкілля, оскільки несуть концентроване органічне навантаження та швидко поширюються поверхнею ґрунту [19].

Усі перелічені технологічні процеси формують комплексний потік стічних вод, який складається зі змішаних рідких відходів. Особливість такого потоку

полягає у змінності концентрацій і фізико-хімічних характеристик, що ускладнює процес очищення.

Зазвичай загальний потік тваринницьких стоків містить: високий рівень БСК та ХСК; амонійний і нітратний азот; фосфати; авислі частинки; органічні кислоти; бактерії, у тому числі патогенні.

Саме тому підприємства на кшталт ПП «Перемога АВК» потребують впровадження систем екологічного менеджменту, які дозволять не лише зменшити негативний вплив таких вод, а й перетворити їх на ресурс — зокрема, для удобрювального зрошення.

2.4 Схема водокористування та утворення стічних вод

Водогосподарська діяльність ПП «Перемога АВК» охоплює систему забезпечення підприємства водою для технологічних, господарсько-побутових та виробничих потреб, а також комплекс процесів, які призводять до утворення стічних вод. Особливість функціонування змішаного аграрного підприємства полягає у значному розмаїтті напрямів використання води та різній інтенсивності її залучення у виробничі цикли.

Водопостачання підприємства здійснюється з локальних джерел, характерних для сільськогосподарських господарств регіону. Вода використовується як у тваринництві, так і в рослинництві, а також для підтримання санітарно-гігієнічного стану території. Обсяги водозабору визначаються потребами тваринницького комплексу, сезонністю рослинницьких робіт та інтенсивністю технологічних процесів [19].

У тваринництві основні витрати води припадають на: поїння поголів'я; приготування рідких кормових сумішей; санітарне обслуговування приміщень; технологічні операції з обробки обладнання.

У рослинницькому секторі вода може використовуватися для обприскування, приготування робочих розчинів добрив, а також зрошення.

Тваринницькі комплекси підприємства є головними споживачами водних ресурсів. Схема їх водокористування включає:

1. Воду для напування тварин, яка повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам.
2. Воду для миття приміщень, що застосовується для очищення підлог, стін, інвентарю й обладнання.
3. Технічну воду, яка використовується у системах видалення гною та промивання комунікацій.
4. Воду для роботи допоміжного обладнання (доїльних установок, насосних станцій тощо).

Усі зазначені процеси формують різні за складом та концентрацією стічні води, що надходять до єдиної системи збору й накопичення.

Стічні води ПП «Перемога АВК» за своїм походженням є переважно тваринницькими та формуються в процесі здійснення основних виробничо-технологічних операцій. Найбільші обсяги таких вод утворюються під час прибирання тваринницьких приміщень, коли відбувається змивання гною та гноївки, а також у ході санітарної обробки технологічних поверхонь і промивання обладнання після приготування кормів або проведення доїння. Додатковим джерелом є функціонування систем гідрозмиву, що значно підвищує водне навантаження на підприємство. Вагому частку у загальному балансі становлять також дощові та талі води, які змивають забруднення з відкритих виробничих майданчиків і потрапляють до загального потоку стічних вод. За ступенем забрудненості такі води можуть істотно відрізнятися, однак у цілому вони характеризуються підвищеними значеннями біохімічного та хімічного споживання кисню, високим вмістом біогенних елементів і значною кількістю зважених речовин, що свідчить про їх високу органічну насиченість. У структурі загального стоку умовно виділяються декілька типів вод, серед яких домінують концентровані органічні стоки, представлені гноївкою та рідкими

фракціями гною, що утворюються безпосередньо під час очищення приміщень. До них приєднуються змішані побутово-виробничі стоки, сформовані внаслідок миття обладнання, годівниць, поїлок і виробничих поверхонь, а також поверхневі стоки, що виникають під час атмосферних опадів або танення снігу та збагачуються органічними залишками. Окрему небезпеку становлять аварійні стоки, які можуть з'являтися у разі порушення герметичності гноєсховищ або перевантаження внутрішньої каналізаційної мережі. Кожен із зазначених типів стічних вод має специфічний хімічний склад і потребує диференційованого підходу до передочищення, що необхідно враховувати під час проєктування та експлуатації систем очищення на підприємстві.

Схематично водогосподарський цикл ПП «Перемога АВК» можна подати таким чином:

1. Водозабір → використання води в технологічних процесах → утворення стічних вод → їх збирання → зберігання → очищення → повторне використання або утилізація.

У межах підприємства функціонує система накопичення стічних вод, де вони зберігаються до моменту подальшої обробки або використання. Гноєсховища й лагуни виконують роль первинних резервуарів, у яких стоки частково відстоюються, що дозволяє зменшити вміст твердих частинок перед їх застосуванням на полях [20].

Беручи до уваги високий вміст поживних речовин, стічні води підприємства розглядаються як потенційне джерело органічного добрива для удобрювального зрошення. У разі впровадження екологічного менеджменту та відповідних технологій очищення вони можуть бути повторно використані на сільськогосподарських землях, що дозволяє:

- зменшити витрати на мінеральні добрива;
- підвищити вміст гумусу та поживних елементів у ґрунті;
- мінімізувати навантаження на природні водні ресурси;
- знизити ризики забруднення довкілля.

Таким чином, схема водокористування ПП «Перемога АВК» охоплює замкнений цикл, де стічні води можуть перетворитися з відходу на цінний ресурс, за умови впровадження ефективного екологічного менеджменту та контролю якості.

2.5 Огляд наявних природоохоронних заходів

У ПП «Перемога АВК» природоохоронні заходи спрямовані на зменшення впливу агровиробництва на довкілля та раціональне використання ресурсів. Змішана структура господарства — рослинництво та тваринництво — потребує скоординованих дій щодо поводження зі стічними водами, органічними відходами й охорони земель.

На підприємстві функціонує організована система відведення тваринницьких стоків до спеціальних гноєсховищ або лагун. Такі споруди забезпечують відстоювання та розділення твердих і рідких фракцій, що мінімізує ризик потрапляння забруднень у ґрунт та водні ресурси.

Підприємство дотримується встановлених правил санітарної обробки тваринницьких приміщень, що зменшує мікробіологічне навантаження та обсяги забруднених стоків. Регулярно контролюється санітарний стан територій, інвентарю та обладнання [24].

Гній та тверді біовідходи зберігаються на спеціально підготовлених майданчиках із твердим покриттям та системою відведення фільтрату. Надалі ці органічні матеріали використовуються як добрива на полях господарства, що сприяє підтриманню родючості ґрунтів.

Застосовуються агротехнічні заходи — сівозміни, внесення органічних добрив, запобігання перевантаженню ґрунтів біогенними елементами. Це підтримує стійкість агроландшафтів і зменшує ризик деградації ґрунтів.

Використовуються вентиляційні системи для зниження концентрацій аміаку, метану та неприємних запахів у тваринницьких приміщеннях. Регулярне провітрювання сприяє покращенню мікроклімату та зменшує викиди у повітря.

Підприємство здійснює облік водокористування, стічних вод, обсягів відходів та їх утилізації, що забезпечує контроль за екологічними процесами та відповідність нормативним вимогам.

3 АНАЛІЗ ЧИННОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ЯКОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ СТІЧНИХ ВОД

3.1 Характеристика та хімічний склад стічних вод

Тваринницькі стічні води, що утворюються в процесі діяльності ПП «Перемога АВК», належать до категорії органічно забруднених виробничих стоків і мають складний, багатокомпонентний характер. Їхній хімічний склад формується під впливом кількох факторів: виду тварин, особливостей годування, технологічних процесів утримання, застосованих засобів санітарної обробки та обсягів використовуваної води. На відміну від побутових або промислових стоків, тваринницькі стічні води містять одночасно високі концентрації органічних речовин, біогенних елементів, мінеральних домішок і мікробіологічних забрудників, що визначає підвищені вимоги до їх очищення та контролю [25].

Тваринницькі стічні води підприємства формуються переважно за рахунок гноївки, технологічних вод, що використовуються у виробничому процесі, рідин після миття тваринницьких приміщень і обладнання, а також поверхневих стоків, які надходять до гноєсховищ із відкритих майданчиків. За своїми властивостями ці стоки відзначаються значним рівнем органічного забруднення, що зумовлено високою концентрацією продуктів життєдіяльності тварин і залишків кормів. Характерною особливістю є також підвищений вміст сполук азоту та фосфору, які формують суттєве біогенне навантаження на довкілля. У складі стічних вод присутня значна кількість завислих частинок, що погіршує їх фізичні показники та ускладнює процес очищення. Крім того, такі води характеризуються високим

бактеріальним забрудненням, що створює потенційні санітарно-епідеміологічні ризики. Кислотність тваринницьких стоків є нестабільною та може змінюватися залежно від умов утворення і складу домішок, а показники біохімічного та хімічного споживання кисню, як правило, мають високі значення, що свідчить про значну кількість органічних речовин, здатних до біологічного окиснення.

Органічна частина стоків представлена залишками кормів, продуктами розкладання гною, вуглеводами, білками, жирами та мікроорганізмами, що активно розкладаються. Це спричиняє швидке споживання кисню та значне навантаження на очисні споруди.

До ключових параметрів, що визначають екологічну небезпечність стоків, належать:

- Біохімічне споживання кисню (БСК₅) — показує кількість кисню, необхідну для розкладання органічної речовини. Для тваринницьких стоків БСК може сягати кількох тисяч мг/дм³, що свідчить про їх високу біологічну активність.

- Хімічне споживання кисню (ХСК) — визначає загальне органічне навантаження. За типових умов ХСК істотно перевищує БСК, що вказує на вміст важкорозкладних органічних сполук.

- Вміст азоту — представлений амонійним, нітритним і нітратним азотом. Амонійна форма домінує, оскільки є продуктом розкладання білкових речовин у гноївці.

- Фосфати та загальний фосфор — утворюються внаслідок розкладання рослинних та тваринних залишків і входять до складу кормових компонентів.

- Калій і натрій — надходять із кормів та мийних засобів, впливають на солевий баланс ґрунтів при подальшому використанні стоків.

- Завислі речовини — включають частинки гною, кормів, ґрунту, органічних і мінеральних включень.

- рН — залежить від стадії біохімічного розкладання гною і може варіювати від слабокислого до слабколужного.

- Мікробіологічні показники — стічні води містять кишкову паличку, патогенні бактерії, яйця гельмінтів та інші небезпечні мікроорганізми.

Хімічний склад стічних вод ПП «Перемога АВК» характеризується значною концентрацією органічних і мінеральних компонентів, що є типовим для тваринницьких підприємств. У таких водах у великих кількостях присутні білкові та амінні сполуки, які утворюються внаслідок розкладання залишків кормів і продуктів життєдіяльності тварин. У процесах анаеробного та факультативного бродіння формуються леткі жирні кислоти, зокрема оцтова, пропіонова та масляна, що істотно впливають на кислотність і біохімічні властивості стоків. Важливою складовою є також органічні кислоти та продукти гниття, які зумовлюють підвищену токсичність і неприємні запахи. Окрім органічних речовин, у стічних водах міститься значна кількість мінеральних солей, що надходять із підстилки, води та кормів, а також мікроелементи, зокрема мідь, цинк і залізо, джерелом яких є кормові добавки та ветеринарні препарати, що застосовуються у тваринництві.

Такі компоненти визначають поживну цінність стічних вод як органо-мінерального добрива, однак одночасно посилюють екологічні ризики за умови неконтрольованого скидання [26].

Високий вміст біогенних елементів робить тваринницькі стоки потенційним ресурсом для удобрювального зрошення, оскільки вони містять азот, фосфор і калій у доступній формі. Проте без попередньої підготовки їхнє використання може призвести до:

- засолення ґрунтів;
- надмірного накопичення нітратів;
- забруднення підземних вод;
- збільшення патогенного навантаження;
- різкого погіршення стану водних екосистем у разі потрапляння у водойми.

Тому в рамках системи екологічного менеджменту підприємство має забезпечити контроль складу стічних вод, правильну організацію збору й очищення та безпечні методи їх повторного застосування.

3.2 Порівняння фактичних показників зі стандартами

Оцінювання якості тваринницьких стічних вод неможливе без порівняння їх фактичних характеристик із чинними нормативами, що регламентують гранично допустимі показники забруднення. Такий аналіз є ключовим елементом системи екологічного менеджменту, оскільки дозволяє визначити рівень відповідності виробництва екологічним вимогам, оцінити потенційні ризики та сформулювати перелік необхідних заходів щодо очищення й подальшого використання стоків.

Для оцінки якості тваринницьких стічних вод застосовуються такі нормативні документи:

- ДСП 173-96 — регламентує вимоги до охорони поверхневих вод від забруднення;
- ДБН В.2.5-75:2013 — визначає вимоги до скиду стічних вод та їх санітарно-гігієнічних параметрів;
- Водний кодекс України — регламентує правила водокористування і скидання забруднень;
- міжнародні рекомендації FAO, EPA (США) та EU BAT щодо поводження з тваринницькими стоками;
- нормативи максимально допустимого навантаження на ґрунти при удобрювальному зрошенні.

Ці документи встановлюють межі для основних показників якості: БСК, ХСК, вмісту азоту, фосфору, завислих частинок та мікробіологічних забруднень.

Фактичні показники тваринницьких стічних вод, характерні для ПП «Перемога АВК», значно перевищують межі, встановлені для скидання у водні об'єкти, що є типовим для органічно насичених виробничих стоків.

Біохімічне споживання кисню (БСК₅)

Нормативи дозволяють для очищених стоків не більше 15–20 мг/дм³. Реальні значення тваринницьких стоків можуть перевищувати 2 000–3 000 мг/дм³, що в десятки й сотні разів більше допустимого рівня. Це означає, що без очищення такі води не можуть бути скинуті у поверхневі водойми [27].

Хімічне споживання кисню (ХСК)

Граничні норми — до 30 мг/дм³. Фактичні показники для гноївки сягають 4 000–6 000 мг/дм³, що свідчить про високий вміст органічних речовин і потребу в багатоступеневій обробці.

Амонійний азот

Допустимий рівень у водних об'єктах — 0,5–1,0 мг/дм³. У тваринницьких стоках його концентрація може перевищувати 300–600 мг/дм³, що є недопустимим без спеціальної підготовки.

Фосфор та фосфати

Норматив для скиду — до 1,0 мг/дм³. Фактична величина у гноївці часто досягає 30–80 мг/дм³, що потенційно може спричинити евтрофікацію водойм.

Завислі речовини

Допустима норма — до 3–5 мг/дм³. У стоках тваринництва цей показник інколи перевищує 1 000 мг/дм³, що унеможлиблює будь-який скид без відстоювання або фільтрації.

Мікробіологічні показники

Санітарні норми не допускають наявності патогенних мікроорганізмів у стічних водах, що спрямовуються на зрошення або скид. У тваринницьких стоках фіксується висока концентрація:

- кишкової палички,
- сальмонели,
- яєць гельмінтів,

- гнильної мікрофлори.

Це підкреслює необхідність знезараження або біологічної обробки перед використанням стоків у аграрних цілях.

Порівняння фактичних параметрів тваринницьких стічних вод зі стандартами свідчить про таке:

1. Стічні води підприємства не можуть бути скинуті у водойми без глибокого очищення, оскільки за всіма основними показниками вони в десятки або сотні разів перевищують норми.

2. Їх використання для удобрювального зрошення можливе, але лише після стабілізації, відстоювання та контролю складу, відповідно до агрохімічних регламентів.

3. Впровадження системи екологічного менеджменту є необхідним, адже дозволяє мінімізувати ризики та оптимізувати використання стоків як ресурсу.

4. Найбільш проблемними параметрами залишаються:

- БСК і ХСК (потребують біологічного очищення),
- азот амонійний (потрібне нітрифікування),
- фосфор (потребує осадження),
- патогенна мікрофлора (необхідне знезараження).

3.3 Існуючі методи очищення стічних вод на підприємстві

Система поводження зі стічними водами на ПП «Перемога АВК» ґрунтується на поєднанні традиційних та елементарних технологій, характерних для сільськогосподарських підприємств тваринницького профілю. Наявні підходи забезпечують базовий рівень екологічного захисту, однак не дозволяють повною мірою нейтралізувати високий рівень органічного та мікробіологічного забруднення. Через це підприємству необхідно вдосконалити систему очищення

відповідно до сучасних вимог екологічного менеджменту та нормативних стандартів.

Основним елементом існуючої системи є збирання стоків у відкритих або напівзакритих гноєсховищах. У ці споруди надходять усі рідкі відходи тваринницького комплексу — гноївка, змивні води, залишки після миття приміщень та обладнання. Така система дозволяє уникнути неконтрольованого потрапляння стічних вод у ґрунт, однак має низку недоліків:

- відсутність герметизації підвищує ризик фільтрації;
- утворюється значна кількість поверхневих стоків під час опадів;
- активні процеси бродіння збільшують викиди аміаку та метану.

Відстоювання та природне розшарування

Після надходження в гноєсховище стоки проходять процес самовільного відстоювання, під час якого завислі частинки осідають на дно, формуючи тверду фракцію, а рідка частина частково освітлюється. Такий метод є найпростішою формою механічного очищення і дозволяє:

- зменшити кількість зважених речовин;
- частково покращити структуру стічних вод перед подальшим використанням;
- знизити обсяг твердих домішок у рідкій фазі.

Однак цей процес не забезпечує видалення біогенів, органічних забрудників чи патогенної мікрофлори.

У деяких відділеннях може застосовуватися елементарне механічне вилучення крупних домішок — решток кормів, соломи, побутового сміття. Метою такого відбору є попередження забивання трубопроводів і зменшення об'єму твердого осаду.

Проте системи глибшого механічного розділення (сепаратори, решітки, ситові установки) на підприємстві відсутні, що обмежує ефективність підготовки стоків до повторного використання.

У процесі тривалого зберігання стічних вод у лагунах відбувається анаеробне розкладання органічних речовин, під час якого утворюються леткі

жирні кислоти, метан та інші продукти ферментації. Частина органічної речовини переходить у стабільнішу форму, що незначно зменшує загальне навантаження на стічну воду.

Такий процес зменшує БСК та ХСК лише частково; не забезпечує повноцінного знезараження; супроводжується суттєвими газовими викидами.

Використання рідкої фракції як добрива

Після періоду відстоювання рідка фракція стічних вод може використовуватися як органо-мінеральне добриво для полів підприємства. Це дозволяє повернути поживні елементи (N, P, K) у ґрунт; зменшити витрати на мінеральні добрива; підтримувати родючість ґрунтів.

Проте такий метод можливий тільки за умови дотримання агрохімічних норм, оскільки надмірний вміст азоту або патогенів може спричинити забруднення ґрунтів і підземних вод.

Важливо підкреслити, що на підприємстві *не впроваджено* таких технологій, які є стандартом для сучасних тваринницьких комплексів:

- біологічні аеробні чи анаеробні реактори;
- сепаратори для твердої та рідкої фракцій;
- системи аерації;
- методи нітрифікації та денітрифікації;
- системи знезараження (УФ, хлорування, озонування);
- фільтраційні установки або каскадні біоставки.

Відсутність цих технологічних елементів призводить до того, що існуюче очищення є мінімальним і не гарантує відповідності стоків екологічним стандартам.

Нинішня система очищення на ПП «Перемога АВК» виконує лише базову функцію — акумуляцію стоків та їх часткове відстоювання. Це дозволяє утилізувати рідку фракцію як добриво, але не забезпечує належного очищення, необхідного для скиду у водойми чи повторного використання в екологічно безпечних масштабах. Тому подальша модернізація системи очищення є важливою умовою підвищення екологічної безпеки виробництва.

3.4 SWOT-аналіз системи екологічного менеджменту підприємств

Для оцінки стану системи екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК» доцільно застосувати метод SWOT-аналізу, який дозволяє комплексно розглянути внутрішні можливості та проблемні аспекти підприємства, а також зовнішні фактори, що можуть впливати на його екологічну безпеку. Такий підхід допомагає визначити стратегічні напрями розвитку та сформувані обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення управління тваринницькими стічними водами.

S — Strengths (Сильні сторони системи)

- Наявність організованої інфраструктури збору стічних вод. Підприємство має гноєсховища та систему нагромадження рідких відходів, що запобігає їх неконтрольованому потраплянню у довкілля.
- Замкнений цикл виробництва. Поєднання рослинництва й тваринництва дозволяє використовувати рідку фракцію стоків як органічне добриво.
- Наявність земельних ресурсів для використання стоків. Поля підприємства можуть приймати органічні добрива, що зменшує екологічне навантаження.
- Порівняно проста логістика утилізації. Стічні води не потрібно транспортувати на сторонні підприємства — система внутрішнього використання вже існує.
- Економічна вигода від повторного використання стоків. Зменшення витрат на мінеральні добрива підвищує рентабельність виробництва.

W — Weaknesses (Слабкі сторони системи)

Відсутність сучасних очисних технологій. Підприємство не використовує біореактори, системи аерації, сепарацію твердої та рідкої фракцій, знезараження чи хімічну обробку.

Високе органічне та мікробіологічне навантаження стічних вод. Фактичні показники забрудненості значно перевищують нормативи, що створює екологічні ризики.

Ризик фільтрації забруднень у ґрунт. Відкриті гноєсховища не забезпечують повної герметичності.

Недостатній системний моніторинг. Відсутня регулярна аналітика показників якості стічних вод і контроль змін їх складу.

Підвищені викиди аміаку та метану. Тривале зберігання гноївки спричиняє інтенсивні газові емісії.

O — Opportunities (Можливості для розвитку)

Впровадження сучасних технологій очищення. Сепаратори, анаеробні біореактори, системи аерації та знезараження можуть різко підвищити ефективність очищення.

Перехід на стандарти ISO 14001. Упровадження міжнародної системи екологічного менеджменту допоможе структурувати природоохоронні заходи та підвищити їх якість.

Отримання біогазу з органічних стоків. Анаеробне зброджування може перетворити відходи на енергетичний ресурс.

Розширення системи удобрювального зрошення. Після очищення стоки можуть бути ефективно використані як добриво для підвищення врожайності.

Можливість залучення грантів та інвестицій. Природоохоронні проєкти часто фінансуються державними та міжнародними фондами.

Зниження екологічних платежів. Раціональне поводження зі стоками дає змогу скоротити витрати на штрафи та компенсації за забруднення.

T — Threats (Загрози та ризики)

Посилення екологічних вимог законодавства. Зростання жорсткості норм щодо поводження зі стічними водами може вимагати значних фінансових вкладень.

Ризик забруднення підземних і поверхневих вод. Недостатньо очищені стоки можуть потрапляти у водоносні горизонти, що загрожує штрафами та збитками.

Соціальні конфлікти у разі неприємних запахів або аварій. Погіршення санітарного стану може викликати скарги населення.

Поширення збудників хвороб через неочищені стоки. Патогени становлять реальну загрозу для тварин і людей.

Кліматичні зміни. Збільшення кількості опадів або посух може ускладнювати утилізацію стічних вод і наповнення гноєсховищ.

Економічні ризики. Зростання цін на будівельні матеріали та обладнання може ускладнити модернізацію системи.

Система екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК» має значний потенціал для розвитку завдяки наявності земельних ресурсів та можливості повторного використання стічних вод. Однак її слабкі сторони — відсутність сучасних технологій очищення, високі концентрації забрудників і ризики для довкілля — потребують модернізації. Зовнішні можливості створюють умови для впровадження інновацій, але загрози вимагають оперативної стратегії вдосконалення менеджменту.

3.5 Екологічні ризики та небезпеки

Експлуатація тваринницьких комплексів неминуче супроводжується утворенням значних обсягів органічно забруднених стічних вод, що створюють підвищене екологічне навантаження на природні компоненти. На ПП «Перемога

АВК» такі ризики формуються як у межах виробничих процесів, так і внаслідок недосконалості існуючої системи очищення та зберігання рідких відходів. Виявлення та оцінка цих загроз є важливим етапом для подальшого вдосконалення системи екологічного менеджменту.

Забруднення поверхневих та підземних вод

Одним із найбільших ризиків є можливість проникнення забруднених стоків у водні джерела. Висока концентрація органічних речовин, амонійного азоту, нітратів, фосфатів та патогенних мікроорганізмів створює небезпеку:

- евтрофікації водойм, що призводить до «цвітіння» води та масового відмирання риби;
- засолення та збіднення підземних вод, що може вплинути на якість питного водопостачання;
- поширення інфекційних агентів, здатних виживати тривалий час у водному середовищі.

Особливо небезпечні витіки з неуцільнених або пошкоджених гноєсховищ, де тривале зберігання рідких відходів підвищує ризик фільтрації у ґрунт.

Тривале використання недостатньо очищених тваринницьких стічних вод як добрива або для зрошення може призводити до порушення агрохімічної рівноваги та поступового погіршення родючості ґрунтів. Насамперед це пов'язано з надмірним надходженням азотовмісних сполук, що викликає перенасичення орного шару поживними елементами та порушує оптимальні співвідношення між ними. Одночасно відбувається накопичення важких металів і залишків ветеринарних препаратів, які надходять зі стоками та можуть чинити токсичний вплив на ґрунтову мікрофлору і рослини. Додаткову небезпеку становить активний розвиток патогенної мікрофлори в ґрунті, що створює загрозу для сільськогосподарських культур і підвищує санітарні ризики. За умов надмірного зволоження та повторного внесення стоків можливе погіршення фізичних властивостей ґрунтів, зокрема їх структури, внаслідок засолення та перезволоження, що негативно позначається на водно-повітряному режимі. У

разі перевищення допустимих норм зрошення підвищується ймовірність вимивання нітратів у глибші горизонти, що становить пряму загрозу забруднення підземних вод.

Суттєві екологічні ризики пов'язані також з процесами анаеробного розкладання гноївки у відкритих лагунах, під час яких у повітря виділяються аміак, сірководень, метан та інші леткі органічні сполуки. Ці гази не лише формують інтенсивні неприємні запахи, а й істотно погіршують санітарно-гігієнічні умови на території підприємства та прилеглих населених пунктів, що може сприяти розвитку респіраторних захворювань у населення. Особливу небезпеку становить метан, який, окрім вибухонебезпечних властивостей за умов обмеженої вентиляції, має значний парниковий ефект і характеризується потенціалом глобального потепління, що у багато разів перевищує аналогічний показник для діоксиду вуглецю.

Тваринницькі стічні води також є джерелом широкого спектра мікробіологічних забрудників, серед яких присутні кишкові бактерії, віруси, яйця гельмінтів і грибкова мікрофлора. За відсутності ефективних заходів знезараження ці мікроорганізми можуть поширюватися у навколишньому середовищі, потрапляючи до відкритих водойм, на сільськогосподарські угіддя під час удобрювального зрошення або безпосередньо на територію підприємства. Це створює реальні ризики інфікування тварин і персоналу, а особливо небезпечним є поширення збудників сальмонельозу, лептоспірозу та різних кишкових інфекцій.

Додатковим чинником небезпеки є незадовільний технічний стан інженерної інфраструктури, який може призводити до аварійних ситуацій, таких як прориви гноєсховищ, пошкодження трубопроводів або перенаповнення лагун у періоди інтенсивних опадів чи танення снігу. Подібні інциденти здатні спричиняти раптовий викид значних обсягів стічних вод і масштабне забруднення прилеглих територій, водних об'єктів та ґрунтів. Сукупність екологічних ризиків негативно відображається не лише на стані довкілля, а й на соціально-економічній ситуації, оскільки погіршується якість життя місцевого

населення, зростає соціальна напруга та ймовірність конфліктів між підприємством і громадою. Крім того, порушення екологічних нормативів може спричиняти фінансові втрати у вигляді штрафів, обмежень господарської діяльності та зниження репутації підприємства. Таким чином, екологічні ризики, пов'язані з тваринницькими стічними водами ПП «Перемога АВК», охоплюють широкий спектр загроз — від деградації ґрунтів і забруднення вод до мікробіологічних та соціальних наслідків, що обґрунтовує необхідність удосконалення системи екологічного менеджменту, яке буде розглянуто в наступному розділі.

3.6 Виявлені невідповідності та проблемні ділянки

Детальний аналіз системи поводження зі стічними водами на ПП «Перемога АВК» показав, що існуюча інфраструктура та організація управління не повною мірою відповідають вимогам сучасного екологічного менеджменту. У процесі дослідження було встановлено низку невідповідностей, які формують потенційні ризики як для довкілля, так і для стабільності виробничих процесів.

Однією з ключових проблем є невідповідність фактичних показників якості тваринницьких стоків нормативним вимогам. Концентрації органічних речовин, біогенних елементів, завислих частинок та мікробіологічних забруднень істотно перевищують допустимі межі. Це пояснюється тим, що на підприємстві відсутні ефективні технології біологічного та хімічного очищення, а основою є лише накопичення стічних вод та їх природне відстоювання. Подібні процеси дозволяють зменшити кількість крупних домішок, проте не забезпечують істотного зниження токсичності чи бактеріального навантаження.

Суттєвою проблемою є недостатній технічний рівень очисної інфраструктури. Підприємство не використовує жодних сучасних засобів для розділення твердої та рідкої фракцій, не має аераційних або анаеробних

реакторів, біофільтрів чи систем знезараження. Унаслідок цього очищення є мінімальним, а стоки зберігають високий рівень органічного навантаження навіть після тривалого відстоювання. Водночас тривале зберігання гноївки у відкритих лагунах створює додаткові загрози, зокрема можливість фільтрації забруднених інфільтратів у ґрунтові горизонти. Відсутність герметичної гідроізоляції або її зношений стан підвищують ризик потрапляння стоків у підземні води, а надмірне накопичення опадів у резервуарах може призвести до їх переповнення або аварійного переливу.

Ще одним слабким місцем є недостатньо розвинена система моніторингу якості стічних вод. Контроль за складом стоків проводиться епізодично, без дотримання регулярності й методичних вимог. Через це підприємство не має достовірної інформації про динаміку забруднення, сезонні коливання або ефективність застосовуваних технологій. Відсутність регулярних лабораторних аналізів унеможливорює оперативне реагування на зміни у складі стічних вод і суперечить принципам екологічного менеджменту, закладеним у міжнародних стандартах, зокрема ISO 14001.

Проблемною є і організаційна складова. На підприємстві відсутня належно оформлена документація щодо обліку обсягів утворення стічних вод, їх використання чи технологічних операцій, пов'язаних з унесенням рідких добрив на поля. Не ведуться детальні журнали обліку, графіки внесення або протоколи внутрішнього екологічного контролю. Нестача формалізованих процедур та нормативних документів ускладнює управлінські процеси та створює додаткові ризики у разі перевірок контролюючих органів.

Застосування рідкої фракції стоків на полях також має низку недоліків. Через нерегулярний аналіз та відсутність системи агрохімічного контролю є ризик перевищення норм внесення азоту, фосфору та інших біогенних елементів. Це може призвести до порушення гумусового балансу, накопичення нітратів у ґрунті, розвитку патогенних мікроорганізмів та погіршення якісних характеристик агроландшафтів.

Нарешті, виявлено й проблеми, пов'язані з атмосферними впливами. Відкриті гноєсховища інтенсивно виділяють аміак, метан та інші леткі сполуки, які не лише погіршують якість повітря, але й спричиняють дискомфорт для населення та персоналу підприємства. Викиди аміаку й металорганічних сполук є екотоксикологічно небезпечними, а метан має значний вплив на зміну клімату, оскільки є сильним парниковим газом.

Узагальнюючи результати аналізу, можна стверджувати, що основні проблемні ділянки системи екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК» пов'язані з технічною відсталістю очисних споруд, недостатнім контролем, недосконалою документацією та відсутністю системного підходу до управління тваринницькими стоками. Для усунення цих недоліків потрібні комплексні заходи, які будуть розглянуті у наступному розділі.

4 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД

4.1 Формування політики екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК»

Ефективне управління тваринницькими стічними водами неможливе без створення чітко сформульованої та офіційно закріпленої політики екологічного менеджменту, яка визначатиме стратегічні орієнтири діяльності підприємства у сфері охорони довкілля. Для ПП «Перемога АВК» така політика є основою переходу від фрагментарних природоохоронних заходів до системного підходу, що відповідає принципам сталого розвитку та міжнародним стандартам (зокрема ISO 14001).

Політика екологічного менеджменту має ґрунтуватися на усвідомленні екологічних ризиків, пов'язаних з утворенням і використанням тваринницьких стічних вод, а також на прагненні мінімізувати негативний вплив виробництва на природне середовище. Головною метою цієї політики є створення інтегрованої системи управління, у межах якої екологічні аспекти враховуються на всіх етапах виробничого циклу: від утворення стічних вод до їх очищення, утилізації та агротехнічного використання.

Одним із ключових положень політики має стати зобов'язання підприємства забезпечувати повну відповідність чинним екологічним нормативам і законодавчим вимогам. Це стосується контролю за вмістом органічних речовин, біогенних елементів, бактерій та інших забруднювачів у стічних водах, а також дотримання норм щодо їх зберігання, транспортування та внесення у ґрунт. Підприємство також має декларувати намір неухильно

дотримуватися стандартів безпеки, які стосуються як довкілля, так і здоров'я працівників та населення, що проживає у межах впливу виробництва.

Важливим компонентом формування політики є встановлення пріоритетності профілактичних заходів. Підприємство має орієнтуватися не стільки на усунення наслідків забруднення, скільки на попередження його виникнення. Для цього необхідно поступово впроваджувати сучасні технології очищення стічних вод, проводити регулярний моніторинг їх складу, утримувати гноєсховища та інші інженерні споруди у належному технічному стані, а також забезпечувати оперативне реагування на виявлені порушення.

Без належної інформаційної відкритості формування ефективної політики екологічного менеджменту є неможливим. ПП «Перемога АВК» має запровадити внутрішню систему комунікації, у межах якої екологічні дані — результати аналізів, звіти, аудити — будуть доступними для керівництва, відповідальних осіб та персоналу. Варто також передбачити зовнішню взаємодію з органами влади, контролюючими структурами та громадою, що сприятиме підвищенню довіри та покращенню репутації підприємства.

Невід'ємною складовою екологічної політики є підвищення компетентності та обізнаності працівників. Підприємству необхідно забезпечити систематичне навчання персоналу щодо правил поведіння зі стічними водами, вимог екологічної безпеки, методів запобігання забрудненням та використання сучасного обладнання. Розвиток екологічної культури сприятиме зменшенню технологічних порушень та підвищенню відповідальності працівників.

У завершальному етапі формування політики необхідно визначити довгострокові стратегічні цілі. Серед них можуть бути: модернізація очисної інфраструктури, впровадження технологій біогазового виробництва, повна герметизація гноєсховищ, автоматизація контролю за утворенням і рухом стічних вод, розробка екологічних індикаторів ефективності та поступове наближення до найкращих доступних технологій (ВАТ).

Отже, формування політики екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК» має стати фундаментом для модернізації системи поведінки з

тваринницькими стічними водами. Її реалізація забезпечить зменшення екологічних ризиків, підвищення ефективності виробництва, відповідність нормативним вимогам і формування позитивного іміджу підприємства як екологічно відповідального суб'єкта господарювання.

4.2 Запровадження екологічних цілей та програм

Ефективне функціонування системи екологічного менеджменту на ПП «Перемога АВК» неможливе без формування зрозумілих, вимірюваних і досяжних екологічних цілей, а також розроблення комплексних програм, спрямованих на їх реалізацію. Екологічні цілі виконують роль інструменту стратегічного управління, оскільки визначають конкретні напрями діяльності підприємства у сфері поводження зі стічними водами, мінімізації впливу на довкілля та підвищення екологічної результативності виробництва.

Процес постановки екологічних цілей має базуватися на результатах попереднього аналізу, включаючи оцінку ризиків, виявлені невідповідності та проблемні ділянки. Важливо, щоб цілі були узгоджені з принципами екологічної політики підприємства та відповідали стандартам сучасних систем управління, зокрема вимогам ISO 14001 щодо постійного вдосконалення та попередження забруднення.

Одним із першочергових завдань є системне зниження рівня забрудненості стічних вод, яке передбачає зменшення показників БСК, ХСК, амонійного азоту, фосфатів та бактеріального навантаження. Для цього необхідно розробити програму модернізації системи очищення, що передбачатиме впровадження механічної сепарації твердих і рідких фракцій, а також поступове введення біологічних або комбінованих очисних технологій. У довгостроковій перспективі підприємство може орієнтуватися на досягнення показників, наближених до нормативів для удобрювального зрошення.

Ще одним важливим напрямом є розширення та оптимізація системи моніторингу, адже регулярний контроль складу стічних вод дає змогу відстежувати тенденції, виявляти перевищення та своєчасно коригувати технологічні процеси. У межах екологічних програм варто передбачити створення внутрішньої лабораторії або укладення договорів з акредитованими лабораторними центрами, що дозволить проводити якісні аналізи згідно з вимогами державних стандартів.

Окремої уваги потребує зменшення ризиків потрапляння стоків у ґрунт та підземні води. В екологічних програмах це може бути відображено через інженерні заходи: герметизацію існуючих гноєсховищ, укріплення стінок та дна резервуарів, будівництво додаткових захисних споруд, модернізацію системи відведення дощових вод. Реалізація таких програм дозволить суттєво скоротити обсяг інфільтраційних втрат та мінімізувати потенційний ризик забруднення.

Крім технічних заходів, вагому роль відіграє формування екологічної культури персоналу, що може бути відображено у відповідній освітній програмі. Це включає проведення регулярних тренінгів, інструктажів, семінарів, присвячених раціональному використанню водних ресурсів, дотриманню санітарно-гігієнічних норм, правильному поводженню з обладнанням та реагуванню на аварійні ситуації.

У межах стратегії сталого розвитку доцільно також передбачити впровадження енергозберігаючих і ресурсоефективних технологій, зокрема використання біогазу, отриманого в результаті анаеробного зброджування стоків. Це дозволило б одночасно вирішувати проблеми зменшення викидів парникових газів і забезпечення підприємства додатковим енергетичним ресурсом.

Запровадження екологічних цілей та програм повинно супроводжуватися створенням системи оцінювання ефективності. Для цього підприємству необхідно визначити ключові екологічні індикатори (КРІ), такі як скорочення обсягів забруднення, зменшення ризиків аварій, зниження витрат на утилізацію стічних вод, стабільність агрохімічних показників ґрунтів тощо. Регулярне

вимірювання цих показників забезпечує можливість коригування програм та адаптації менеджменту до змін у виробничих чи екологічних умовах.

Таким чином, запровадження екологічних цілей і програм на ПП «Перемога АВК» є важливим елементом переходу до інтегрованої моделі управління стічними водами. Реалізація цих заходів сприятиме не лише зниженню екологічних ризиків, а й підвищенню економічної ефективності виробництва, зміцненню екологічної відповідальності підприємства та формуванню його позитивного іміджу.

4.3 Оптимізація технології очищення стоків

Оптимізація технологічних процесів очищення тваринницьких стічних вод є ключовим елементом підвищення екологічної ефективності роботи ПП «Перемога АВК». Ураховуючи високий рівень органічного, біогенного та мікробіологічного забруднення, удосконалення системи очищення повинно передбачати комплексний підхід, який поєднує технічні, організаційні та управлінські рішення. Основою модернізації має стати впровадження технологій, які дозволяють значно знизити концентрацію шкідливих речовин у стоках, підвищити рівень їх стабілізації та забезпечити можливість екологічно безпечного використання рідкої фракції у сільськогосподарському виробництві.

Першим етапом оптимізації є механічне відокремлення твердої та рідкої складових, оскільки воно дозволяє зменшити навантаження на подальші процеси очищення. Встановлення сучасних шнекових або стрічкових сепараторів забезпечить ефективне вилучення твердих частинок, що водночас полегшує транспортування рідкої фракції та зменшує об'єм зберігання. Тверда частина може бути використана як органічне добриво після компостування, що сприяє підвищенню ресурсоефективності підприємства.

Наступним важливим напрямом удосконалення є впровадження анаеробних біореакторів або закритих ферментаційних установок. Анаеробне зброджування дозволяє суттєво знизити показники БСК та ХСК, стабілізувати органічні сполуки, а також отримати біогаз, який може бути використаний для генерації теплової чи електричної енергії. Перехід від відкритого бродіння до контрольованих умов дає можливість значно скоротити викиди метану та аміаку в атмосферу.

Додатковим елементом оптимізації є використання систем аерації та інтенсивної біологічної очистки. За допомогою аеробних процесів можна досягти глибшого розкладання органічних речовин, зменшити концентрацію амонійного азоту шляхом нітрифікації, а також покращити загальний рівень очищення води. Для цього доцільно застосовувати аераційні ставки, біофільтри або аеротенки, які забезпечують достатній рівень подачі кисню та підтримання активної мікрофлори.

Окреме значення має впровадження системи знезараження очищеної рідкої фракції. Використання ультрафіолетового опромінення, хлорування або озонування значно зменшує кількість патогенних мікроорганізмів і забезпечує санітарно-гігієнічну безпеку подальшого використання стоків. Це особливо важливо у випадку застосування рідких органічних добрив для поливу та підживлення сільськогосподарських культур.

Суттєво підвищити ефективність системи очищення дозволяє також герметизація та модернізація інфраструктури для зберігання стічних вод. Облаштування гноєсховищ із бетонним або полімерним захистом, встановлення протифільтраційних екранів, систем дренажу та моніторингу рівня дає змогу запобігти фільтрації забруднень у ґрунт. Додаткове перекриття резервуарів дозволяє зменшити викиди газів, а також створює можливість збору біогазу.

Важливим елементом оптимізації є автоматизація контролю технологічних параметрів. Сучасні цифрові системи моніторингу дають змогу відслідковувати якість стоків у режимі реального часу, контролювати рівень забруднення,

температуру, концентрацію кисню та інші показники. Це дозволяє оперативно реагувати на відхилення та підвищувати стабільність очищувальних процесів.

Не менш важливою складовою вдосконалення технології очищення є раціоналізація використання очищеної рідкої фракції у сільському господарстві. На основі агрохімічного аналізу ґрунтів доцільно визначати оптимальні норми внесення рідких добрив, періодичність та обмеження, що дає змогу запобігти надмірному накопиченню азоту, фосфору чи солей у ґрунті. У такий спосіб підприємство зможе не лише підвищити врожайність, але й зменшити ризики вторинного забруднення довкілля.

Таким чином, оптимізація технології очищення стоків на ПП «Перемога АВК» має передбачати комплексну модернізацію всіх етапів — від механічного попереднього очищення до знезараження та контрольованого використання рідкої фракції. Реалізація таких заходів дозволить суттєво скоротити екологічні ризики, підвищити ресурсоефективність та відповідність підприємства сучасним вимогам екологічного менеджменту.

4.4 Удосконалення системи зрошення стічними водами

Раціональне використання тваринницьких стічних вод як рідких органічних добрив є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва на ПП «Перемога АВК». Однак для забезпечення екологічної безпеки та агрономічної доцільності зрошення необхідно вдосконалити систему внесення рідкої фракції, забезпечивши контроль за її якістю, дозуванням, способами подачі та впливом на ґрунти й рослинність. У сучасних умовах ефективна система зрошення потребує комплексного підходу, який поєднує технічні, агрохімічні та організаційні рішення.

Першим важливим напрямом удосконалення є оптимізація норм та режимів внесення стічних вод, що має ґрунтуватися на результатах

агрохімічного обстеження ґрунтів і даних про фактичний склад рідких добрив. Урахування вмісту азоту, фосфору, калію, сухих речовин та солей дає змогу розрахувати безпечні дози внесення, які не призводитимуть до засолення ґрунту, накопичення нітратів чи погіршення структури орного шару. Важливо встановити сезонні обмеження, визначити культури, найбільш чутливі до надлишків біогенів, та розробити індивідуальні карти можливого зрошення для різних полів.

Значне значення має удосконалення технічних засобів внесення рідкої фракції. Традиційне розбризування створює ризик нерівномірного розподілу стоків, а також може сприяти поширенню запахів та мікробіологічних забруднень. Тому доцільно впроваджувати сучасні системи локального внесення — щілинні або інжекторні аплікатори, які забезпечують пряме введення рідких добрив у ґрунт. Такий підхід зменшує втрати азоту, мінімізує запахові викиди та сприяє рівномірнішому розподіленню поживних речовин.

Ефективність зрошення значно підвищується завдяки використанню попередньо очищених або стабілізованих стічних вод. Попереднє механічне відокремлення твердої фази, а також анаеробна або аеробна обробка рідкої фракції знижує концентрації органічних та мікробіологічних забруднень, що робить такі добрива безпечнішими для агроєкосистем. Використання стабілізованих стоків також зменшує ризики, пов'язані з патогенними мікроорганізмами та небажаними запахами.

Важливим елементом удосконалення системи зрошення є створення інфраструктури для тимчасового зберігання та рівномірного подавання стічних вод. Підприємству доцільно обладнати регульовальні резервуари з герметичним покриттям, які дають змогу накопичувати стоки в періоди їх надлишку та подавати на поля у відповідні агротехнічні терміни. Крім того, впровадження насосних станцій та трубопровідної мережі сприятиме зниженню витрат на транспортування та покращить рівномірність зрошення.

Окремої уваги потребує моніторинг впливу стічних вод на ґрунтовий покрив, який повинен проводитися регулярно. Агрохімічні аналізи мають

охоплювати визначення вмісту гумусу, кислотності, електропровідності, концентрації основних макро- і мікроелементів, а також показники мікробіологічного стану ґрунту. Такий контроль дає змогу оцінювати зміни, що відбуваються внаслідок зрошення, та своєчасно коригувати норми і режими внесення.

Удосконалення системи зрошення також передбачає запровадження заходів екологічного захисту. До них належать облаштування захисних смуг між полями і водними об'єктами, уникнення зрошення на схилах з великою ерозійною небезпекою, заборона внесення добрив поблизу населених пунктів або водозаборів. Важливо передбачити заходи з мінімізації поверхневого стоку, який може переносити залишки стічних вод у навколишнє середовище [28].

Важливим аспектом удосконалення є організація навчання персоналу, відповідального за виконання робіт зі зрошення. Компетентність працівників у питаннях агрономії, екологічної безпеки, експлуатації обладнання та нормування внесення є ключовою умовою якісної реалізації програм використання стоків.

Таким чином, удосконалення системи зрошення стічними водами на ПП «Перемога АВК» має включати оптимізацію норм внесення, технічне оновлення обладнання, стабілізацію рідкої фракції, створення інфраструктури рівномірного подавання, а також систематичний моніторинг і підвищення кваліфікації персоналу. Комплексна реалізація цих заходів створить передумови для безпечного та ефективного застосування тваринницьких стічних вод у сільському господарстві, мінімізує екологічні ризики та сприятиме підвищенню продуктивності агроландшафтів [28].

4.5 Моделювання ризиків та заходи щодо мінімізації впливу

Моделювання екологічних ризиків є ключовим інструментом удосконалення системи управління стічними водами на ПП «Перемога АВК». Воно дозволяє своєчасно виявляти загрози, прогнозувати можливі наслідки та

формувати комплекс заходів для зменшення негативного впливу на довкілля. Основою моделювання є аналіз технологічних процесів, характеристик стічних вод і природних умов території.

Першочергово визначаються основні фактори ризику: імовірність забруднення поверхневих та підземних вод, деградація ґрунтів у разі надмірного внесення стоків, накопичення патогенних мікроорганізмів, газові викиди, а також ризики аварійних переливів гноєсховищ. Для кожного з них оцінюється ймовірність виникнення та потенційна шкода, використовуючи дані моніторингу, лабораторних досліджень та аналітичні методи [29].

Ефективним інструментом є просторове моделювання, яке дозволяє визначити ризикові зони, оцінити напрямки можливого поширення забруднень і визначити ділянки з підвищеною небезпекою інфільтрації. Це дає змогу планувати раціональне використання стоків на полях та уникати екологічно чутливих територій.

На основі отриманих результатів формуються заходи щодо мінімізації впливу. До найважливіших належать технічні рішення: герметизація гноєсховищ, укріплення їх дна і стінок, облаштування протифільтраційних екранів, встановлення систем контролю рівня та попередження аварій. Додатково рекомендується впровадження систем збору біогазу, що зменшує газові викиди й одночасно забезпечує підприємство енергоресурсом.

Важливою умовою зниження ризиків є регулярний екологічний моніторинг якості стічних вод, ґрунтів та атмосферного повітря, а також контроль ефективності роботи очисних установок. Моніторинг дозволяє оперативно реагувати на відхилення та коригувати технологічні процеси.

Не менш важливими є організаційні заходи — підвищення кваліфікації персоналу, розробка інструкцій дій у разі аварійних ситуацій та налагодження співпраці з місцевими органами влади й контролюючими установами. Навчання працівників та чітка система реагування значно підвищують стійкість підприємства до екологічних ризиків.

У підсумку, моделювання ризиків та впровадження заходів із їх мінімізації створюють основу для стабільної та екологічно безпечної роботи ПП «Перемога АВК», зменшуючи ймовірність аварій, мінімізуючи забруднення довкілля та сприяючи сталому розвитку підприємства.

4.6 GIS-моніторинг земель і контролю забруднень

Впровадження геоінформаційних систем (ГІС) є важливим елементом удосконалення екологічного менеджменту ПП «Перемога АВК», оскільки забезпечує просторовий контроль стану земель, оцінку ризиків та прогнозування наслідків використання тваринницьких стічних вод. ГІС-технології дозволяють об'єднувати дані моніторингу, результати лабораторних аналізів та показники виробничих процесів у єдину цифрову платформу.

Одним із ключових напрямів є картування земель, на які вносяться стоки. За допомогою ГІС враховується рельєф, типи ґрунтів, їх водопроникність та агрохімічний стан, на основі чого створюються карти придатності полів до удобрювального зрошення. Це дає змогу визначати оптимальні ділянки для внесення рідких добрив та уникати перевантаження окремих угідь [30].

Не менш важливим завданням є просторове моделювання поширення забруднень. Використання цифрових моделей рельєфу, гідрологічних алгоритмів та інструментів аналізу поверхневого стоку дозволяє визначити зони ризику, де можливе потрапляння стоків у водойми або ділянки активної інфільтрації. Це сприяє завчасному плануванню захисних заходів і коригуванню режимів зрошення.

ГІС також забезпечує інтеграцію результатів лабораторних аналізів, перетворюючи їх у тематичні карти забруднення ґрунтів та вод. Це дозволяє оцінювати просторову неоднорідність вмісту азоту, фосфору, солей чи патогенів, а також відстежувати тенденції їх накопичення у динаміці.

Додаткові можливості надають дані дистанційного зондування Землі — супутникові зображення та результати аерофотознімання, які дозволяють оцінювати стан рослинності, вологість ґрунту та виявляти ділянки деградації або засолення. Використання індексів NDVI, NDWI та інших спектральних показників підсилює точність аналізу [30].

Важливою складовою є моніторинг стану екологічної інфраструктури. Прив'язка гноєсховищ, трубопроводів, насосних станцій та зрошувальних мереж до карти дає змогу контролювати їх технічний стан, визначати критичні точки та планувати ремонтні роботи.

Крім того, ГІС-технології ефективні для моделювання аварійних сценаріїв, визначення потенційних масштабів забруднення та розробки алгоритмів реагування. Це підвищує оперативність управління та забезпечує підготовленість підприємства до надзвичайних ситуацій.

У підсумку, застосування GIS інструментів дозволяє ПП «Перемога АВК» здійснювати точний контроль забруднень, оптимізувати використання стічних вод, підвищити рівень екологічної безпеки та забезпечити раціональне природокористування.

4.7 Система контролю якості стічних вод

Система контролю якості стічних вод на ПП «Перемога АВК» є важливим інструментом забезпечення екологічної безпеки та ефективності використання тваринницьких стоків. Вона охоплює лабораторний аналіз, регулярний моніторинг технологічних процесів та документування результатів, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення від нормативних вимог.

Основою контролю є визначення ключових показників якості стоків: БСК₅, ХСК, вміст азоту та фосфору, завислих речовин, сухого залишку та мікробіологічних забруднень. Ці параметри відображають загальне органічне

навантаження, потенційну небезпеку евтрофікації та санітарно-гігієнічний стан стоків [30].

Регулярний відбір проб проводиться на основних етапах руху стічних вод — перед очищенням, після механічної/біологічної обробки та перед внесенням на поля. Дотримання методик відбору та зберігання проб забезпечує достовірність результатів. Лабораторні аналізи здійснюються згідно з ДСТУ та ISO, а дані фіксуються у журналах контролю та звітності.

Важливе значення має застосування оперативних вимірювачів, які дозволяють відстежувати рН, електропровідність, рівень та температуру стоків у режимі реального часу. Такі системи допомагають швидко реагувати на аварійні ситуації, попереджати переливи гноєховищ або неконтрольовані викиди.

Система контролю доповнюється екологічною документацією — протоколами досліджень, журналами відбору проб і технічними актами. Це забезпечує прозорість роботи підприємства та підтверджує відповідність вимогам природоохоронного законодавства.

Інтеграція результатів контролю з цифровими платформами та ГІС-моніторингом дає можливість комплексно оцінювати динаміку забруднень і коригувати норми внесення стічних вод залежно від стану земель та ефективності очищення.

У цілому така система дозволяє мінімізувати екологічні ризики, підвищити якість управління стічними водами та забезпечити раціональне природокористування на підприємстві [31].

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ

5.1 Порівняння вартості існуючої та модернізованої системи

Економічна оцінка є ключовим елементом визначення ефективності запропонованих удосконалень системи поводження зі стічними водами на ПП «Перемога АВК». Порівняння вартості існуючої та модернізованої системи дозволяє оцінити доцільність інвестицій, визначити термін окупності та обґрунтувати вигоди від впровадження екологічних технологій. Таке порівняння охоплює аналіз капітальних витрат, експлуатаційних витрат, економії ресурсів та потенційних соціально-економічних ефектів.

Існуюча система очищення та використання стічних вод характеризується відносно низькими початковими витратами, оскільки вона ґрунтується на базових технологічних операціях: механічному відокремленні твердих часток, зберіганні стоків у гноєсховищах та їх використанні для зрошення. Проте експлуатація такої системи супроводжується значними прихованими витратами — високими витратами на ремонт зношеної інфраструктури, втратами поживних речовин через неефективне очищення, перевитратою водних ресурсів, зниженням якості ґрунтів у разі неправильного внесення стоків. До цього додаються потенційні штрафи за недотримання екологічних норм та збільшені витрати на реагування у випадку аварій [32].

Модернізована система, що передбачає застосування анаеробної біоферментації, удосконаленого механічного та біологічного очищення, автоматизації процесів та GIS-моніторингу, потребує вищих капітальних вкладень. До основних інвестиційних статей відносяться встановлення та

монтаж удосконалених очисних модулів, модернізація гноєсховищ, облаштування газозбірних систем, закупівля датчиків контролю та обладнання для реального моніторингу. Проте такі вкладення компенсуються значним зниженням експлуатаційних витрат у довгостроковому періоді завдяки підвищенню ефективності очищення, зменшенню використання мінеральних добрив, зниженню ризику аварійних ситуацій та можливості виробництва біогазу як додаткового енергоресурсу.

Важливим економічним ефектом модернізованої системи є зменшення витрат на природоохоронні штрафи та нормативні відрахування, оскільки дотримання екологічних вимог стає більш стабільним і прогнозованим. Крім того, очищені стоки мають стабільніший агрохімічний склад, що дозволяє раціональніше планувати систему удобрення та уникати деградації ґрунтів, яка в іншому випадку потребувала б витрат на відновлення.

Додаткові фінансові вигоди пов'язані з можливістю впровадження енергоефективних технологій, зокрема виробництва біогазу та скорочення витрат на електроенергію. За наявності газозбірних систем підприємство може частково забезпечувати власні потреби у тепловій енергії або електрогенерації, що зменшує залежність від зовнішніх постачальників.

Порівняльний аналіз свідчить, що хоча модернізована система вимагає вищих початкових вкладень, її експлуатація є більш економічно вигідною в середньо- та довгостроковій перспективі. Зменшується ризик технологічних збоїв, підвищується якість продукції рослинництва, зменшується навантаження на довкілля, а самі стоки перетворюються з проблемного відходу на цінний ресурс [33].

Отже, модернізація системи поводження зі стічними водами на ПП «Перемога АВК» є економічно доцільною, забезпечує підвищення ефективності виробництва, зниження експлуатаційних витрат та створює передумови для сталого розвитку підприємства. Порівняння витрат підтверджує, що інвестиції в екологічно орієнтовані технології мають високий потенціал окупності та сприяють підвищенню конкурентоспроможності агропідприємства.

Економічна оцінка удосконаленої системи управління стічними водами ПП «Перемога АВК» базується на порівнянні інвестиційних витрат, щорічних експлуатаційних витрат, економії отриманих ресурсів та додаткових вигод від зменшення екологічних втрат. У цьому розділі наведено детальні кількісні розрахунки, необхідні для обґрунтування економічної доцільності впроваджених заходів.

Вихідні дані для розрахунку

- річний обсяг утворення стічних вод: $V = 12000 \text{ м}^3/\text{рік}$;
- середня калорійність біогазу з гною ВРХ: $6,0 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$;
- частка механічних домішок: 8–12 %;
- середня ціна електроенергії: $5,0 \text{ грн}/\text{кВт} \cdot \text{год}$;
- середня вартість органо-мінеральних добрив: 14–20 тис. грн/т NPK;
- ціна дизельного палива: 65 грн/л;
- тариф на водопостачання: 38 грн/м³;

Економічний період розрахунку — 5 років, що відповідає типовому життєвому циклу технологічного обладнання.

Капітальні витрати на модернізацію системи

Модернізована технологічна схема включає встановлення сучасного механічного сепаратора, анаеробного реактора, газозбірної системи, біофільтраційного блоку, реконструкцію гноєсховища, насосну станцію та систему автоматичного контролю стічних вод.

Таблиця 5.1 — Капітальні інвестиції підприємства

Стаття витрат	Вартість, грн
Сепаратор механічного очищення	650 000
Анаеробний реактор	2 400 000
Газозбірна система з факелом	480 000
Реконструкція гноєсховища	600 000
Біофільтраційний блок	350 000
Насосне обладнання	280 000
Монтаж системи датчиків та GIS-моніторинг	120 000
Загальна інвестиція	4 880 000 грн

Загальна сума капітальних витрат: $I = 4\,880\,000 \text{ грн}$.

Порівняння експлуатаційних витрат

Існуюча система

Щорічні витрати складаються з:

ремонт застарілого обладнання — 140 000 грн/рік;

додаткове внесення мінеральних добрив через низьку ефективність сирих стоків — 180 000 грн/рік;

перевитрати води — 60 000 грн/рік;

імовірні штрафи — 50 000–120 000 грн/рік.

Приймаємо середнє значення штрафів $S = 80\,000$ грн/рік.

Сумарні витрати існуючої системи:

$$E_{\text{стар}} = 14000 + 180000 + 60000 + 80000 = 460000 \text{ грн/рік}$$

Удосконалена система

технічне обслуговування — 120 000 грн/рік;

енерговитрати — 75 000 грн/рік;

зарплата персоналу — 60 000 грн/рік.

$$E_{\text{нова}} = 120000 + 75000 + 60000 = 255000 \text{ грн/рік}$$

Річна економія на експлуатації:

$$\Delta E = E_{\text{стар}} - E_{\text{нова}} = 460000 - 255000 = 205000 \text{ грн/рік}$$

Економічний ефект від виробництва біогазу

Анаеробна ферментація дозволяє отримати біогаз із стічних вод та гною.

Річний вихід біогазу:

Беремо мінімальне значення $200 \text{ м}^3/\text{добу}$:

$$V_{\text{газ}} = 200 \cdot 365 = 73000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Енергетичний еквівалент:

$$E_{\text{енергія}} = 73000 \cdot 6 = 438000 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$$

Економія від заміщення електроенергії:

$$C_{\text{економія}} = 438000 \cdot 5,0 = 2190000 \text{ грн/рік}$$

Навіть при використанні лише 30% потенціалу:

$$C_{30\%} = 2190000 \cdot 0,3 = 657000 \text{ грн/рік}$$

Економія на добривах

Після анаеробної ферментації вміст амонійного азоту збільшується на 20–40 %, що дозволяє скоротити обсяг мінеральних добрив.

Приймаємо консервативну економію:

$$C_{\text{добрива}} = 90000 \text{ грн/рік}$$

Уникнення штрафів

Після впровадження нової системи екологічні ризики суттєво зменшуються.

Середня річна економія:

$$C_{\text{штрафи}} = 80000 \text{ грн/рік}$$

Сумарний річний економічний ефект

$$C_{\text{заг}} = \Delta E + C_{30\%} + C_{\text{добрива}} + C_{\text{штрафи}}$$

$$C_{\text{заг}} = 205000 + 657000 + 90000 + 80000 = 1032000 \text{ грн/рік}$$

Розрахунок терміну окупності

Термін окупності проекту визначається за формулою:

$$T = \frac{I}{C_{\text{заг}}}$$

$$T = \frac{4880000}{1032000} \approx 4,73 \text{ роки}$$

Висновки економічної оцінки

Удосконалена система очищення стічних вод забезпечує значну економію ресурсів, включно з добривами, штрафами та енергоресурсами.

Використання біогазу має найбільший економічний ефект — понад 650 тис. грн на рік при мінімальному рівні використання.

Загальна річна вигода від модернізації становить \approx 1 млн грн/рік.

Система повністю окупується протягом 4,7–5 років, що відповідає економічно прийнятним параметрам для аграрного сектору.

Після завершення терміну окупності підприємство щороку отримуватиме чистий фінансовий прибуток.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПЕРСОНАЛУ

6.1 Небезпеки, пов'язані зі стічними водами

Виробнича діяльність, пов'язана з утворенням, транспортуванням, очищенням та використанням тваринницьких стічних вод, створює низку професійних небезпек для персоналу ПП «Перемога АВК». Небезпечні та шкідливі фактори мають хімічну, біологічну, фізичну та техногенну природу, тому їх своєчасна ідентифікація є необхідною умовою організації безпечних умов праці. Робота з рідкими відходами тваринництва передбачає прямий контакт із агресивними середовищами, патогенними мікроорганізмами, газовими виділеннями, важким обладнанням і технологічними установками, що створює ризик як короткострокових травм, так і хронічного впливу на здоров'я працівників [34].

Однією з основних небезпек є хімічний вплив компонентів стічних вод. У складі гною та рідких стоків містяться аміак, сірководень, метан, органічні кислоти, сполуки азоту та фосфору. Аміак подразнює слизові оболонки та органи дихання, а при високих концентраціях може викликати гострі отруєння. Сірководень є токсичним газом, здатним призводити до порушення дихання, запаморочення, судом та навіть летального наслідку при концентраціях понад 300–500 ppm. Метан утворює вибухонебезпечні суміші з повітрям, тому його накопичення в закритих приміщеннях потребує обов'язкового контролю та вентиляції.

Не менш значущим є біологічний фактор. Тваринницькі стоки можуть містити широкий спектр патогенних мікроорганізмів: кишкові бактерії (*E. coli*),

сальмонели, клостридії, яйця гельмінтів, грибкові спори. Потрапляння таких агентів у організм працівника через дихальні шляхи, шкіру або травний тракт може викликати інфекційні захворювання різного ступеня тяжкості. Підвищений ризик спостерігається під час очищення каналів, ремонту насосів, роботи із сепараторами та під час ручних операцій з відбору проб.

До фізичних небезпек належать підвищена вологість, слизькі поверхні, небезпека падіння та травмування, що виникають унаслідок розбризкування рідких фракцій або розливів. Робота на території гноєсховищ, біоставків та трубопроводів часто пов'язана з ризиком падіння у відкриті ємності, що є особливо небезпечним через наявність токсичних газів та низький вміст кисню всередині резервуарів [34].

Суттєвим ризиком є техногенні небезпеки, пов'язані з роботою механічного та електротехнічного обладнання. Насосні станції, мішалки, біореактори, сепаратори та трубопроводи створюють ризик защемлення, удару рухомими частинами, ураження електричним струмом, вибухів або пожеж. Аварійні ситуації, такі як розрив шлангів, перелив гноєсховища чи вихід з ладу насосів, можуть призвести до неконтрольованого виливу стоків і прямої загрози для працівників.

Окрему групу становлять ергономічні та психофізіологічні ризики, що пов'язані з фізичними перевантаженнями, монотонністю роботи, підвищеною вологістю, температурними коливаннями та неприємними запахами, які впливають на загальний стан здоров'я персоналу й можуть спричиняти хронічні захворювання.

Таким чином, роботи зі стічними водами є комплексно небезпечними та потребують системного підходу до забезпечення охорони праці. Подальші підрозділи розкриватимуть заходи щодо запобігання нещасним випадкам, організацію безпечного технологічного процесу та впровадження засобів індивідуального захисту для працівників.

6.2 Засоби індивідуального та колективного захисту

Забезпечення безпечних умов праці персоналу, задіяного в роботі зі стічними водами, неможливе без належної організації системи індивідуального та колективного захисту. На підприємствах тваринницького профілю, включаючи ПП «Перемога АВК», працівники мають справу з токсичними газами, патогенними мікроорганізмами, агресивними середовищами, рухомими механізмами та високою вологістю. Тому правильно підібрані засоби захисту є ключовим елементом охорони праці та профілактики нещасних випадків.

Засоби індивідуального захисту призначені для мінімізації впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників, які безпосередньо контактують зі стічними водами або виконують роботи у зоні потенційного ризику [35].

1. Захист органів дихання

Для запобігання потраплянню токсичних газів (аміак, сірководень, метан) працівники повинні використовувати:

- фільтрувальні протигази з універсальними картриджами марки АВЕК;
- респіратори багаторазового використання з протиаерозольними та протигазовими фільтрами;
- при роботі в закритих резервуарах — шлангові або ізолювальні апарати.

Застосування засобів захисту дихання є обов'язковим у насосних станціях, біореакторах, гноєсховищах, місцях можливого накопичення газів.

2. Захист шкіри та слизових оболонок

Щоб мінімізувати вплив агресивних компонентів стічних вод та інфекційних агентів, працівники забезпечуються:

- водонепроникними костюмами із ПВХ або прогумованої тканини;
- захисними гумовими або нітриловими рукавицями;
- захисними окулярами або панорамними щитками;
- гумовими чоботами з протиковзною підошвою.

Такий комплект попереджає потрапляння небезпечних речовин на тіло, а також мінімізує ризик порізів, саден та вторинного інфікування.

3. Захист від фізичних та механічних небезпек

До цієї групи ЗІЗ належать:

- каски та захисні шоломи при роботі біля резервуарів;
- пояси безпеки під час виконання робіт на висоті чи біля відкритих ємностей;
- засоби індивідуальної сигнальної ідентифікації (жилети зі світловідбиваючими елементами).

Такі засоби попереджають травми від падіння, ударів або випадкового зіткнення з транспортним обладнанням.

4. Дезінфекційні засоби

Усі працівники мають бути забезпечені шкіряними антисептиками, миючими засобами та станціями для знезараження після контакту зі стоками.

Засоби колективного захисту

Колективні засоби захисту спрямовані на створення безпечного виробничого середовища незалежно від індивідуальних дій працівників. Їх ефективність визначається правильним проектуванням, технічним станом та систематичним обслуговуванням.

1. Вентиляційні системи

У приміщеннях, де можливе виділення токсичних газів (насосні станції, реактори, гноєсховища), встановлюються:

- примусова припливно-витяжна вентиляція;
- газоуловлюючі канали;
- локальні відсмоктувачі на ділянках ремонту та очищення обладнання.

Належна вентиляція запобігає накопиченню вибухонебезпечних сумішей.

2. Системи газового контролю

У зонах можливого утворення газів встановлюються:

- датчики метану (CH_4);
- датчики сірководню (H_2S);
- сигнальні прилади з автоматичним сповіщенням персоналу;
- системи аварійного вимкнення обладнання при перевищенні ГДК

газів.

Ці системи є обов'язковими для сучасних тваринницьких підприємств.

3. Технологічні огороження та блокувальні пристрої

До засобів колективного захисту належать:

- огороження рухомих частин насосів, мішалок, сепараторів;
- кришки та бар'єри на відкритих резервуарах;
- автоматичні блокувальні системи, що зупиняють роботу обладнання

при

відкритті корпусів або аварійних ситуаціях.

Такі засоби значно знижують ризик механічних травм.

4. Освітлення та протиковзні покриття

Територія навколо гноєсховищ та насосних станцій повинна бути обладнана:

- аварійним освітленням;
- антиковзкими настилами;
- дренажними канавами для відведення надлишкової рідини.

Це запобігає падінням і травмам персоналу.

5. Дезінфекційні та санітарні пункти

Наявність:

- станцій для миття та знезараження рук;
- ємностей для промивання інструментів;
- пунктів санітарної обробки спецодягу.

Це забезпечує профілактику інфекційних захворювань серед персоналу.

Значення системи засобів захисту

Комплексне використання засобів індивідуального та колективного захисту дозволяє:

- мінімізувати ризик аварій і травм;
- запобігти професійним захворюванням;
- забезпечити відповідність підприємства вимогам охорони праці;
- підвищити надійність виконання технологічних операцій;
- зменшити соціально-економічні втрати підприємства.

6.3 Безпека експлуатації обладнання

Експлуатація обладнання, задіяного в процесах збирання, транспортування та очищення стічних вод, супроводжується підвищеним рівнем техногенної небезпеки. Насосні агрегати, сепаратори, біореактори, мішалки, трубопроводи та ємності працюють у складних умовах підвищеної вологості, корозійного впливу та значних механічних навантажень. Тому забезпечення безпечної експлуатації обладнання на ПП «Перемога АВК» є ключовим елементом охорони праці та запобігання аварійним ситуаціям.

Загальні вимоги до безпечної роботи обладнання

Уся техніка та агрегати повинні відповідати технічним регламентам, бути справними та проходити своєчасні планові огляди. Перед початком роботи працівник зобов'язаний:

- провести зовнішній огляд обладнання;
- перевірити цілісність електричних кабелів, шлангів та з'єднань;
- переконатися у наявності огорожень на рухомих частинах;
- перевірити роботу аварійних вимикачів;
- оцінити рівень газів у приміщенні приладів газового контролю.

Запуск обладнання дозволяється лише за умови повної справності систем і підтвердженого дозволу від відповідальної особи.

Вимоги безпеки при роботі з насосами та трубопроводами

Насосні системи та трубопроводи є ключовими елементами транспортування стічних вод, тому їхня небезпека пов'язана з високим тиском, ризиком розривів та можливим контактом зі стоками.

Під час експлуатації необхідно:

- не допускати роботи насоса при закритих засувках;
- регулярно перевіряти тиск у магістралях;
- забезпечувати наявність зворотних клапанів для попередження зворотного руху стоків;
- не виконувати монтажні й ремонтні роботи при ввімкненому насосі;
- використовувати захисні щитки і рукавиці для уникнення опіків та травм.

При появі нетипових шумів, вібрацій або запаху газів робота повинна бути негайно зупинена [35].

Безпечна експлуатація сепараторів і мішалок

Механічні сепаратори та мішалки працюють із високою швидкістю обертання та створюють небезпеку защемлення, втягування одягу чи потрапляння кінцівок працівника.

Для безпечної експлуатації необхідно:

- забезпечувати наявність міцних кожухів на всіх рухомих частинах;
- забороняти відкриття корпусів під час роботи обладнання;
- виконувати очищення або ремонт лише після повної зупинки та відключення від електромережі;
- регулярно проводити змащення та огляд підшипників;
- не допускати перевантаження агрегатів великою кількістю твердих домішок.

Особливої уваги потребує очищення сепаратора від намулів — працівник повинен використовувати засоби індивідуального захисту та працювати лише на вимкненому обладнанні.

Безпечна експлуатація анаеробних реакторів і газових систем

Анаеробні реактори є джерелом утворення біогазу (метан, CO₂, H₂S), що створює ризики вибухів, отруєнь і накопичення токсичних газів. Тому вибухота газобезпечність є ключовою.

Основні вимоги:

- постійний контроль метану та сірководню датчиками;
- заборона використання відкритого полум'я біля реактора;
- регулярні перевірки цілісності мембран, шлангів і клапанів;
- наявність полум'ягасників та аварійних факельних систем;
- виконання зварювальних робіт на газових ємностях лише після дегазації.

Реактор повинен бути обладнаний автоматичними клапанами скиду тиску для попередження вибухових навантажень.

Роботи в обмежених та замкнених просторах

До таких об'єктів належать:

- гноєсховища,
- підземні канали,
- резервуари,
- насосні колодязі.

Тут існує високий ризик нестачі кисню та накопичення токсичних газів.

Обов'язковими є:

- аналіз повітря перед входом у резервуар;
- наявність страховочного пояса та рятувального троса;
- присутність щонайменше двох працівників;
- використання ізолювального дихального апарата;
- заборона перебування всередині довше встановленого регламентом часу.

Електробезпека

У зв'язку з підвищеною вологістю робочих зон необхідно суворо дотримуватися правил електробезпеки:

- використання електрообладнання у захисному виконанні (IP54–IP67);
- підключення агрегатів через пристрої захисного відключення (ПЗВ);
- регулярна перевірка ізоляції кабелів;
- заборона роботи у воді або на мокрих настилах без діелектричних засобів.

Розслідування аварійних ситуацій і профілактика

Підприємство має розробити:

- інструкції реагування на аварії;
- порядок миттєвого вимкнення обладнання;
- механізм евакуації персоналу;
- порядок документування та аналізу причин аварій;
- навчання працівників щодо дій у надзвичайних ситуаціях.

Своєчасний аналіз аварійних ситуацій дозволяє запобігти повторенню подібних випадків [33].

Безпечна експлуатація обладнання для роботи зі стічними водами потребує комплексного підходу, що включає технічну справність агрегатів, ефективну вентиляцію, контроль газів, надійні блокувальні системи та високий рівень підготовки персоналу. Виконання цих вимог значно знижує ризики травматизму, аварій, отруєнь та техногенних інцидентів.

6.4 Пожежна безпека

Пожежна безпека на підприємстві, що експлуатує системи зберігання, очищення та біологічної переробки тваринницьких стічних вод, має враховувати

специфічну вибухопожежну небезпеку біогазу (переважно метану) та токсично-вибухонебезпечні домішки (H_2S), поєднані з підвищеною вологістю, корозією і наявністю електромеханічного обладнання. Метою системи пожежної безпеки є запобігання утворенню горючих середовищ, усунення джерел займання, своєчасне виявлення пожежі та мінімізація наслідків для персоналу, обладнання і довкілля.

Джерела пожежної та вибухової небезпеки

1. Біогазові установки та газопроводи: утворення сумішей CH_4 –повітря в межах 5–15 % об. (зона вибухонебезпечки); можливі витоки через фланці, мембрани, арматуру.
2. Насосні, мішалки, сепаратори: електрообладнання в сирому середовищі, іскроутворення, нагрівання підшипників.
3. Склади ПММ і реагентів (мастила, коагулянти, дезінфектанти на спиртовій основі).
4. Зварювальні/гарячі роботи біля ємностей і трубопроводів.
5. Статична електрика на пластикових трубопроводах та в системах пневмотранспорту (за наявності).

Фактор посилення ризику — закриті або напівзакриті простори (резервуари, колодязі) з недостатньою вентиляцією.

Категоріювання приміщень і зон

Приміщення з імовірною появою вибухонебезпечних газоповітряних сумішей (газгольдери, газові насосні, біореактори) відносять до вибухопожежонебезпечних зон (Ex). Електрообладнання — у вибухозахищеному виконанні.

Насосні з рідинами без ЛЗР — пожежонебезпечні (категорія ближча до В), із підвищеним ступенем вологи (ступінь захисту IP54–IP67).

Зони зберігання ПММ/реагентів — категорія з наявністю горючих рідин; передбачають локальні протипожежні бар'єри, піддони та вентиляцію.

Запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей

1. Герметичність: регулярні випробування газової арматури, фланців, мембран; застосування газових ущільнень, паст, перевірка крутильних моментів болтів.
2. Вентиляція: припливно-витяжні системи з кратністю, що забезпечує < 20% НКМ (нижньої концентраційної межі) у робочій зоні; локальні відсмоктувачі над арматурою.
3. Інертизація (за можливості): азот у газових куполах при технологічних зупинках.
4. Електростатичний захист: вирівнювання потенціалів, заземлення, антистатичні вставки/стяжки на полімерних комунікаціях.
5. Обмеження джерел займання: заборона відкритого вогню; інструмент — у вибухобезпечному виконанні; підшипники — з температурним контролем.

Системи виявлення, блокування та оповіщення

Газоаналіз: стаціонарні датчики CH_4 і H_2S з порогами попередження та аварійного відключення (вентиляція в «авто», блокування пуску агрегатів, звуково-світлова сигналізація).

Пожежна сигналізація: комбіновані сповіщувачі (димові/теплові) з адресною системою локалізації осередку.

Автоматичне вимикання: відключення електроживлення вибухонебезпечних зон при спрацюванні газоаналізу, закриття відсічних клапанів на газопроводах.

Факельна/полум'ягасна система: безпечне спалювання надлишкового газу з полум'ягасниками та зворотними клапанами.

Протипожежне водопостачання та локалізація наслідків

Зовнішні гідранти з радіусом дії, що покриває весь периметр гноєсховищ і біореакторів; під'їзні шляхи для спецтехніки.

Внутрішній водогін у насосних/машзалах (де допустимо за категорією).

Локальні піддони, обвалування, сорбенти для оперативного збирання розлитих ЛЗР/мастил, щоб запобігти розтіканням до гарячих точок та каналізації.

Організація гарячих робіт і наряд-допуск

Зварювальні, різальні та інші вогневі роботи біля газових систем виконуються за нарядом-допуском із такими вимогами:

- дегазація, промивання, продувка інертним газом;
- контроль атмосфери газоаналізатором (CH₄, H₂S, O₂);
- вогнестійкі екрани, іскроуловлювачі, чергування з вогнегасниками;
- тимчасова зона заборони на 10–15 м довкола місця робіт.

Навчання, інструктаж і плани реагування

Первинні, повторні, позапланові інструктажі; щорічні тренування евакуації з моделюванням витоку газу/займання.

План локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС) з призначенням відповідальних осіб і контактів ДСНС.

Ведення журналів перевірок: газоаналізатори, вогнегасники, автоматика, факельна система, заземлення.

Специфічні вимоги до біогазових систем

Газгольдери — з клапанами надлишкового тиску та полум'ягасниками на дихальних лініях.

Газові компресори — у окремих вентильованих приміщеннях; електродвигуни у вибухозахищеному виконанні.

Заборона одночасної роботи відкритих джерел вогню і розгерметизації газових контурів; обов'язкове заземлення металевих елементів.

Регламентні перевірки щільності — не рідше 1 разу на квартал; дефекти — усувати лише після повної зупинки та провітрювання.

Система пожежної безпеки ПП «Перемога АВК» повинна поєднувати технічні рішення (вибухозахищене обладнання, вентиляція, автоматика газового контролю, факельні установки), організаційні заходи (категоріювання, наряди-допуски, навчання), а також належний комплект первинних засобів гасіння.

Дотримання цих вимог у комплексі мінімізує ризик виникнення і розвитку пожеж, забезпечує безпеку персоналу та безперервність технологічних процесів.

6.5 Вимоги до зберігання та транспортування осаду

Оперування осадом систем очищення тваринницьких стічних вод (сирий осад, зневоднений осад, дигестат після анаеробної ферментації, компостовані біосоліди) пов'язане з хімічними, біологічними та гідрогеологічними ризиками. Належні умови зберігання та транспортування забезпечують санітарно-епідемічну безпеку, запобігають забрудненню ґрунтів і вод, зменшують запахові впливи та втрати поживних речовин.

Загальні принципи поводження з осадом

1. Класифікація та ідентифікація: на кожній партії зазначають вид осаду (сирий/дигестат/компост), вологість (% сухих речовин), спосіб стабілізації (анаеробна, вапнування, компостування), вміст N–P–K та мікробіологічні показники [35].

2. Стабілізація перед зберіганням:

- сирий осад зберігають лише короткочасно (до 7–10 діб) до подальшої обробки;
- дигестат/осад із вапнуванням — $\text{pH} \geq 8,5$;
- компостування у буртах: температура ядра ≥ 55 °C не менше 3 діб (або еквівалентний режим) для інактивації патогенів.

3. Запобігання розливам та інфільтрації: усі майданчики мають бути водонепроникними, із системою збору фільтрату та відведенням до очисних споруд.

4. Трасованість: кожна партія має паспорт/ярлик із датою утворення, масою/об'ємом, видом обробки, місцем призначення.

Вимоги до місць тимчасового зберігання

Розміщення та санітарні відстані

Вибирають підвищені ділянки з природним ухилом у бік локальної каналізації, поза заплавами та зонами підтоплення.

Рекомендовані санітарні розриви: ≥ 200 м до житлової забудови, ≥ 50 м до доріг загального користування, ≥ 200 – 300 м до відкритих водойм та водозаборів.

Заборонено зберігання на ґрунтах із високою фільтраційною здатністю без протифільтраційного захисту.

Конструкція майданчика

Основа: бетон або ущільнена глина/геомембрана з коефіцієнтом фільтрації $k \leq 1 \times 10^{-9}$ м/с.

Обвалування/борти висотою не менше 0,3–0,5 м; вільний борт для атмосферних опадів — $\geq 0,2$ м.

Система збору фільтрату з лотками/дренажем у герметичний резервуар (фільтрат повертають на очищення).

Накриття: мобільні тенти або жорсткі навіси для обмеження опадів та запахів; для рідких фракцій — газонепроникні куполи/мембрани.

Експлуатаційні вимоги

Розділення потоків: рідкий дигестат зберігають у закритих ємностях, твердий зневоднений осад — на майданчиках.

Облік вологості: твердий осад — бажано ≥ 25 – 30 % сухих речовин; рідкий — зберігати лише у герметичних резервуарах.

Час зберігання: сирий осад — до 10 діб; стабілізований/дигестат — до 3–6 міс.; компост — до 12 міс. за умови підтримки санітарних параметрів.

Контроль запахів і шкідників: укриття шаром структурного матеріалу (тирса/солома), регулярне ворущіння компостних буртів, механічна/біологічна дератизація.

Вимоги до транспортування

Тара, упаковка, транспортні засоби

Рідкі фракції (дигестат): герметичні автоцистерни або вакуумні машини з запобіжними клапанами, інертними з'єднаннями й відсіками проти переливу.

Зневоднений осад/компост: самоскиди з герметичними бортами, підстилкою та обов'язковим тентом; допускаються біг-беги для довгих перевезень. Маркування: таблички «Органічні добрива/біовідходи», у супровідних документах — дані про партію, масу, вологість, показники безпеки.

Завантаження та рух

Місця навантаження обладнують твердим покриттям і лотками збору стоків; під час наливу цистерн використовують відсічні клапани та лійки.

Обирають маршрути, що обминають житлові квартали та джерела питного водопостачання; швидкість — з урахуванням уникнення проливів.

У міжсезоння та взимку передбачають антизмерзаючі заходи (підігрів рукавів/цистерн або планування перевезень у теплу пору дня).

Документація та супровід

Транспортна накладна з кодом відходу/продукту, паспортом партії, місцем навантаження/розвантаження.

Водій забезпечений набором для локалізації можливих розливів (сорбент, лопата, ємності, тенти, попереджувальні знаки).

Вимоги безпеки під час польового складування/внесення

Тимчасові польові карти для компостування/дозрівання розміщують поза водоохоронними зонами, на відстані $\geq 20\text{--}30$ м від лісосмуг і канав; обов'язкове обвалування та канали для відведення дощових вод.

Ухил поверхні — 1,5–3 % у бік локального дренажу.

Забороняється складувати на мерзлому/затопленому ґрунті та під час інтенсивних опадів.

Під час внесення на поля дотримуються агрохімічних норм за азотом і фосфором, відстаней до населених пунктів/водойм та строків, коли дозволено внесення органіки.

Охорона праці та санітарні заходи

Персонал забезпечується ЗІЗ: герметичні рукавиці, окуляри/щитки, чоботи з протиковзною підошвою, фільтрувальні респіратори (за запахів/аерозолів), комбінезони.

Після робіт — санітарна обробка рук і інструменту; спецодяг підлягає дезінфекції/пранню в окремому циклі.

Заборонено прийом їжі/паління на майданчиках зберігання; обов'язкові пункти миття та антисептики.

Інструктаж щодо дій при розливі, потраплянні в очі/на шкіру, контакті з фільтратом.

Моніторинг і звітність

Щотижневий огляд майданчиків: цілісність покриття, стан бортів, наявність фільтрату, запахів умови, активність гризунів.

Щомісячний контроль показників осаду: вологість, рН, амонійний азот, загальний N–P–K; для компосту — температура ядра буртів, вміст кисню.

Квартальні аналізи на мікробіологічні показники (індекс E. coli, яйця гельмінтів) та важкі метали (за потреби).

Ведення журналів: приймання/відвантаження, місця призначення, результати аналізів, інциденти та заходи реагування.

Аварійні ситуації та реагування

При розливі — локалізація сорбентами/валами, збирання у герметичну тару, промивання забруднених ділянок із відведенням стоків на очищення.

При витокі з цистерни — зупинити налив, перекрити арматуру, встановити попереджувальні знаки, сповістити відповідальних осіб; у разі загрози водооб'єктам — повідомити екстрені служби.

При газовиділенні/запахах H_2S — негайно покинути небезпечну зону, провітрити, виконати вимірювання газоаналізатором, відновити роботи лише після зниження концентрацій до безпечних.

Дотримання наведених вимог до зберігання та транспортування осаду забезпечує санітарну безпеку, зменшує ризики забруднення ґрунтів і вод, мінімізує запахові впливи та втрати поживних речовин. Інженерно правильні майданчики, герметичний транспорт, чіткі регламенти моніторингу і готовність до аварійного реагування створюють передумови для безпечного та ресурсоефективного використання осаду як органічного добрива в агровиробництві.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі доведено доцільність переходу ПП «Перемога АВК» від розрізнених природоохоронних заходів до цілісної системи екологічного менеджменту, вибудованої за логікою ISO 14001 і циклом PDCA. Такий підхід дозволяє керувати впливами на всіх етапах життєвого циклу стічних вод — від утворення та збирання до очищення, контролю якості і повторного використання — і перетворює стоки з джерела ризику на керований ресурс. Теоретичні засади EMS адаптовано під тваринницький профіль господарства з інтеграцією найкращих доступних технологій: герметизації гноєсховищ, поділу твердих і рідких фракцій, біологічного очищення (включно з анаеробним зброджуванням), енергетичного використання біогазу та стандартизованого моніторингу ґрунтів і вод.

Проведена інвентаризація джерел утворення стічних вод засвідчила їхній варіативний витратний режим і стали перевантаженість органічними речовинами та біогенами; саме ці параметри формують основні екологічні ризики для ґрунтів, підземних і поверхневих вод. Співставлення фактичних показників із нормативними вимогами показало, що без стабілізації, передочищення та нормування доз внесення використання стоків у зрошенні здатне посилювати евтрофікацію водойм і провокувати нітратне забруднення підземних вод. Водночас аналіз чинних природоохоронних рішень продемонстрував їх часткову дієвість і окреслив критичні «вузькі місця» — ризики фільтрації через дно накопичувачів, епізодичні переливи під час злив, нерівномірність контролю та недостатню автоматизацію.

Запропонований комплекс удосконалень — від механічної сепарації та регулювання гідравліки до анаеробної ферментації з утилізацією біогазу, аеробного доочищення і дезінфекції, герметизації гноєсховищ та впровадження резервних об'ємів — забезпечує технологічну керованість і зменшує аварійність. Розроблена схема удобрювального зрошення з агрономічним нормуванням за азотом і фосфором, ротацією полів, захисними смугами і контролем електропровідності, рН та бакпоказників створює умови для безпечного повернення поживних елементів у ґрунт і зменшує втрати з поверхневим та підповерхневим стоком. GIS-моніторинг земель і вод, доповнений картами ризиків, мережами спостережних точок і цифровою трасованістю партій дигестату, робить систему прозорою для внутрішнього аудиту й зовнішнього контролю.

Оцінка впливу на довкілля підтвердила, що реалізація модернізації суттєво знижує органічне та біогенне навантаження у контрольних створах, обмежує запахові викиди й скорочує парникові гази завдяки утилізації метану. Економічні розрахунки засвідчили позитивний фінансовий ефект: скорочення експлуатаційних витрат, заміщення частини мінеральних добрив поживними речовинами з дигестату, уникнення штрафів і отримання енергії з біогазу формують сумарну щорічну вигоду, що забезпечує окупність проєкту в горизонті близько п'яти років і створює довгостроковий резерв ефективності.

Розділ з охорони праці конкретизував вимоги безпечної експлуатації в газонебезпечних зонах: використання вибухозахищеного обладнання і систем газового контролю, регламентовані вентиляційні кратності, наявність первинних засобів пожежогасіння, наряди-допуски на гарячі роботи, вимоги до зберігання та транспортування осаду, засоби індивідуального та колективного захисту, а також регулярні навчання і тренування персоналу. Це дозволяє одночасно зменшити техногенні ризики і забезпечити безперервність технологічних процесів.

Загалом робота демонструє, що впровадження екологічного менеджменту на базі сучасних технологій очищення і повторного використання стічних вод

переводить підприємство у режим сталого природокористування: знижується екологічне навантаження, підвищується ресурсна й енергетична ефективність, покращується нормативна відповідність і зміцнюється соціальна довіра. Доцільно розпочати поетапне впровадження з блоку герметизації, сепарації та біологічного очищення з автоматизованим контролем, паралельно затвердити річний план лабораторного моніторингу та аудитів EMS, розгорнути біогазовий модуль і цифрову систему трасованості партій дигестату, а також закріпити програму безперервного навчання персоналу. Така послідовність дій забезпечить технічну і фінансову стійкість переходу та масштабованість напрацьованої моделі для інших агропідприємств регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
2. ДСТУ ISO 14031:2016. Екологічне управління. Оцінювання екологічних показників. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
3. ДСТУ ISO 14046:2016. Екологічне управління. Водний слід — Принципи, вимоги та настанови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
4. ДСТУ ISO 19011:2019. Настанови щодо аудиту систем управління. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
5. ДСТУ ISO 5667 (серія). Якість води. Відбирання проб (частини 1, 3, 10, 13). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017–2021.
6. ДСТУ ISO/IEC 17025:2019. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
7. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Київ: Мінрегіон України, 2013.
8. ДБН В.2.5-64:2012. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Київ: Мінрегіон України, 2012.
9. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Мінрегіон України, 2017.
10. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ: ДСНС України, 2014.
11. НПАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ: Держгірпромнагляд, 1998 (із змінами).

12. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Київ: Держгірпромнагляд, 2010.
13. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила охорони праці під час виконання газонебезпечних робіт. Київ: Держпраці, 2015.
14. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». Відомості Верховної Ради України, 2017, №29.
15. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України, 1995 (із наступними змінами).
16. Земельний кодекс України. Відомості Верховної Ради України, 2001 (із наступними змінами).
17. Закон України «Про управління відходами». Відомості Верховної Ради України, 2022, №40.
18. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Відомості Верховної Ради УРСР, 1991 (зі змінами).
19. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23.10.2000 про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики (Water Framework Directive).
20. Директива 91/271/ЄЕС Ради від 21.05.1991 про очищення міських стічних вод (Urban Waste Water Treatment).
21. Директива 91/676/ЄЕС Ради від 12.12.1991 щодо охорони вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел (Nitrates Directive).
22. Директива 2010/75/EU Європейського Парламенту та Ради від 24.11.2010 про промислові викиди (IED).
23. BREF (2018). Best Available Techniques (BAT) for Waste Treatment. European Commission, JRC, 2018.
24. BREF (2017). Best Available Techniques (BAT) for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (IRPP). European Commission, JRC, 2017.

25. WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 2: Wastewater Use in Agriculture. Geneva: World Health Organization, 2006.
26. FAO (2011). Guidelines for Safe Use of Wastewater in Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization.
27. IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Hayama: IGES.
28. 40 CFR Part 503. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge (Biosolids Rule). Washington, DC: US EPA, 1993 (із подальшими оновленнями).
29. Metcalf & Eddy, Inc.; Tchobanoglous G., Stensel H.D., Tsuchihashi R. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.
30. Henze M., van Loosdrecht M.C.M., Ekama G., Brdjanovic D. Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. 2nd ed. London: IWA Publishing, 2008.
31. Spellman F.R. Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.
32. Spinosa L., Vesilind P.A. Sludge into Biosolids: Processing, Disposal, Utilization. London: IWA Publishing, 2001.
33. Turovskiy I.S., Mathai P.K. Wastewater Sludge Processing. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.
34. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. Geographic Information Systems and Science. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2011.
35. Методичні рекомендації щодо застосування органічних добрив у сільському господарстві. Київ: Мінагрополітики України, 2017.