

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

магістра

на тему «Особливості проєктування виробничих корпусів  
тваринницького комплексу з урахуванням рішень цивільного  
захисту»

Виконав: студент 2 курсу, групи 2мБП

напряму підготовки (спеціальності)

8.06010101 Будівництво та цивільна інженерія

Таранушич Олександр Васильович

Керівник: Галінська Т.А.

Полтава – 2025 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ТА ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ.....	8
1.1. Нормативні та проєктні особливості проєктування виробничих корпусів тваринницьких комплексів.....	9
1.1.1. Загальні положення та нормативна спрямованість.....	9
1.1.2. Нормативно-правова база проєктування тваринницьких будівель.....	9
1.1.3. Об'ємно-планувальні та конструктивні особливості виробничих корпусів. ...	11
1.2. Загальні підходи до конструктивного вирішення тваринницьких будівель.....	14
1.2.1 Конструктивні рішення, що застосовуються в Україні.....	14
1.2.2. Конструктивні рішення, поширені в країнах Європи.....	16
1.2.3. Порівняльний аналіз та узагальнення.....	17
1.3. Укриття на тваринницьких та агропромислових комплексах: сучасний стан в Україні, історичний досвід СРСР та зарубіжні підходи.....	18
1.3.1. Сучасний стан укриттів на агропідприємствах України.....	18
1.3.2. Історичний досвід Радянського Союзу у створенні укриттів на агропідприємствах.....	19
1.3.3. Зарубіжний досвід організації укриттів на аграрних і тваринницьких комплексах.....	20
1.3.4. Порівняльний аналіз та узагальнення.....	21
1.4. Аналіз конструктивних рішень існуючих надземних первинних (мобільних) укриттів.....	22
1.4.1. Загальні положення та актуальність застосування надземних мобільних укриттів.....	22
1.4.2. Загальний вигляд та типологія надземних мобільних укриттів.....	24
1.4.3. Планувальні рішення та місткість укриттів.....	27
1.4.4. Конструктивні особливості надземних мобільних укриттів.....	29

					2мБП. 12176611.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	«Особливості проєктування виробничих корпусів тваринницького комплексу з урахуванням рішень цивільного захисту»	Стадія	Арк.	Аркцілів
Розроб.		Таранушич О.В.					3	99
Перевір.		Галінська Т.А.						
Консульт.		Галінська Т.А.						
Н. Контр.		Галінська Т.А.						
Затверд.		Семко О.В.				НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		

1.4.5. Сертифікація та відповідність нормативним вимогам .....	31
1.4.6. Вартість та економічна ефективність.....	32
1.4.7. Особливості зведення та експлуатації надземних мобільних укриттів .....	33
<b>РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ ТВАРИННИХ КОМПЛЕКСІВ ТА УКРИТТІВ.....</b>	<b>36</b>
2.1 Характеристика об'єкта.....	37
2.2. Розрахунок класу наслідків (відповідальності) по об'єкту будівництва .....	37
2.2.1. Загальні відомості про об'єкт.....	37
2.2.2. Нормативні підстави визначення класу наслідків.....	38
2.2.3. Оцінка можливих людських втрат .....	38
2.2.4. Оцінка можливих матеріальних збитків.....	38
2.2.5. Соціальні та екологічні наслідки .....	39
2.2.6. Висновок щодо визначення класу наслідків.....	40
2.3. Планування комплексів з типових корпусів та благоустрій території.....	40
2.4. Об'ємно - планувальні рішення.....	41
2.5. Техніко-економічні показники .....	43
2.6. Конструктивні рішення.....	43
2.7. Інженерні мережі.....	45
2.7.1. Водопостачання та водовідведення .....	45
2.7.2. Опалення та вентиляція. Енергоефективність.....	46
2.7.3. Електропостачання. Електрообладнання .....	48
2.7.4. Пожежна безпека .....	49
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ КОРПУСІВ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ.....</b>	<b>51</b>
3.1. Характеристика основних екологічних ризиків тваринницьких об'єктів. ....	52
3.2. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами тваринного походження при проєктуванні та експлуатації тваринницьких комплексів .....	54

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

3.3. Світовий досвід екологічно орієнтованого проєктування тваринницьких комплексів.....	56
3.4. Вплив тваринницьких об'єктів на атмосферне повітря.....	59
3.5. Поводження з відходами тваринництва та гноєсховища .....	61
3.6. Вплив на водні об'єкти.....	63
3.7. Вплив на ґрунти .....	64
3.8. Вплив на навколишнє середовище .....	66
3.9. Використання відходів тваринницького комплексу для виробництва біогазу ....	68
3.10. Обґрунтування вибору технології метанового бродіння.....	71
<b>РОЗДІЛ 4. ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ ЯДЕРНИХ ТА НЕЯДЕРНИХ ЗАГРОЗ .....</b>	<b>75</b>
4.1. Загальні положення та принципи інженерно-технічного захисту.....	76
4.2. Організаційні та підготовчі заходи цивільної оборони .....	78
4.3. Заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози.....	80
4.4. Розрахунок нормативного ступіню послаблення радіаційного впливу.....	83
4.5. Заходи цивільного захисту в умовах неядерних загроз.....	85
4.5.1 Хімічні загрози .....	85
4.5.2 Біологічні загрози.....	86
4.5.3. Заходи цивільного захисту в умовах пожеж і вибухів .....	86
4.5.4 Природні та техногенні загрози.....	87
4.6. Заходи цивільного захисту в умовах неядерної воєнної загрози .....	87
4.7. Захисні споруди та приміщення подвійного призначення.....	88
4.8. Світломаскування та інженерні рішення зменшення демаскувальних ознак .....	90
4.9. Евакуація, медичне та життєзабезпечення.....	92
4.10. Аварійно-рятувальні та відновлювальні роботи .....	93
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>96</b>

## ВСТУП

### Актуальність теми.

Тваринницькі комплекси є важливою складовою агропромислового сектору та одним із ключових елементів продовольчої безпеки держави. Ефективність їх функціонування визначається не лише технологічним рівнем виробництва, а й якістю проєктних рішень, що забезпечують санітарно-гігієнічні вимоги, добробут тварин, енергоефективність, довговічність будівель, а також безпеку працівників і безперервність виробничих процесів.

В умовах воєнного стану та підвищених ризиків надзвичайних ситуацій (пожежі, аварії інженерних мереж, руйнування, небезпеки техногенного характеру) вимагають передбачення дієвих рішень цивільного захисту безпосередньо на об'єктах аграрного виробництва. Тваринницькі комплекси мають специфіку: наявність значної кількості людей і тварин, високі пожежні навантаження (підстилка, корми), аміак та інші шкідливі виділення, потреба у безперервному енергозабезпеченні та водопостачанні. Відтак інтеграція заходів цивільного захисту в проєктування таких об'єктів є необхідною умовою зниження ризиків, мінімізації можливих втрат та забезпечення стійкості функціонування підприємства.

**Мета роботи** — дослідження особливостей проєктування виробничих корпусів тваринницьких комплексів з урахуванням нормативних вимог, конструктивних рішень, та інтеграцією заходів цивільного захисту для персоналу і тварин.

### Задачі дослідження:

- проаналізувати чинні нормативно-правові та нормативно-технічні документи, що регламентують проєктування, будівництво та експлуатацію тваринницьких комплексів;
- розглянути та обґрунтувати конструктивні рішення будівель тваринницьких комплексів з урахуванням умов експлуатації, навантажень і довговічності конструкцій.
- визначити заходи з підвищення безпеки персоналу та тварин, забезпечення евакуації та життєзабезпечення в умовах надзвичайних ситуацій.

**Об'єкт дослідження:** виробничі корпуси тваринницького комплексу

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

**Наукова новизна** полягає у комплексному підході до проектування виробничих корпусів тваринницького комплексу, з урахуванням вимог цивільного захисту

Обсяг та структура роботи. Робота складається з 9 аркушів креслень, пояснювальної записки на 99 сторінках, списку з 38 використаних літературних джерел. Основний текст роботи містить вступ, 5 розділів, висновки.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ТА ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

## **1.1. Нормативні та проєктні особливості проєктування виробничих корпусів тваринницьких комплексів**

### **1.1.1. Загальні положення та нормативна спрямованість**

Проєктування виробничих корпусів тваринницьких комплексів здійснюється в умовах жорсткого нормативного регулювання, що охоплює будівельні, санітарно-гігієнічні, ветеринарні, екологічні та технологічні вимоги. Особливістю таких об'єктів є те, що їх архітектурно-планувальні та конструктивні рішення безпосередньо залежать від установлених нормативами параметрів утримання поголів'я, зокрема мінімальних площ на одну тварину, габаритів станків і боксів, необхідних об'ємів повітря, параметрів мікроклімату та умов природного й штучного освітлення.

### **1.1.2. Нормативно-правова база проєктування тваринницьких будівель**

#### **• Будівельні та санітарні норми України**

В Україні проєктування виробничих корпусів тваринницьких комплексів здійснюється відповідно до чинних державних будівельних норм, зокрема ДБН В.2.2-1:2024 «Будівлі і споруди для тваринництва. Основні положення» [1]. Даним нормативом визначено загальні вимоги до складу тваринницьких підприємств, функціонального зонування території, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, інженерного обладнання, а також пожежної та техногенної безпеки.

Важливу роль у виборі майданчика та розміщенні виробничих корпусів відіграють санітарні норми, зокрема ДСП 173-96 [2], які регламентують санітарно-захисні зони між тваринницькими об'єктами та житловою забудовою, вимоги до інсоляції, рози вітрів, водоохоронних зон і джерел водопостачання.

Безпосередні параметри утримання поголів'я (площа на одну голову, розміри станків і боксів, ширина проходів, параметри мікроклімату) визначаються відомчими нормами технологічного проєктування агропромислового комплексу (ВНТП-АПК), зокрема для скотарських і свинарських підприємств. Саме ці документи формують вихідні дані для архітектурно-будівельних рішень виробничих корпусів.

#### **• Нормативи СРСР як історична база проєктування**

Норми проєктування тваринницьких будівель, розроблені в період СРСР (СНиП 2.10.03-84 та галузеві ОНТП), тривалий час залишалися основою для формування

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

типових проєктів ферм і комплексів. Для цих нормативів характерне жорстке нормування геометричних параметрів будівель: висоти приміщень, довжини та ширини станків, проходів, об'ємів повітря на одну голову.

Хоча більшість радянських норм втратили чинність, їх принципи досі простежуються у сучасних підходах до проєктування, особливо в частині типізації конструктивних рішень, застосування збірного залізобетону та уніфікації прольотів виробничих корпусів.

#### • Європейські підходи до регулювання утримання тварин

У країнах Європейського Союзу регулювання утримання сільськогосподарських тварин здійснюється переважно через систему директив і регламентів, спрямованих на забезпечення мінімальних стандартів добробуту тварин. На відміну від національних будівельних норм України, європейські нормативні документи, як правило, не містять детального регламентування об'ємно-планувальних або конструктивних параметрів тваринницьких будівель. Основна увага в них приділяється умовам утримання тварин, їх фізіологічним та поведінковим потребам, що опосередковано визначає вимоги до архітектурних і планувальних рішень.

Європейські нормативи встановлюють мінімально допустимі площі утримання, вимоги до групування тварин, освітлення, вентиляції, типів підлог і можливості вільного руху. Так, директивою 2008/120/ЕС [3] чітко визначено мінімальні площі на одну тварину залежно від її живої маси, а також обмежено застосування індивідуальних станків для свиноматок. Для великої рогатої худоби детально регламентуються умови утримання телят, зокрема вимоги до розмірів індивідуальних станків, заборона суцільних перегородок і необхідність групового утримання після певного віку.

Особливістю європейського підходу є те, що забезпечення добробуту тварин розглядається як обов'язкова умова функціонування тваринницького підприємства, а не як рекомендаційний аспект. Це зумовлює необхідність формування таких об'ємно-планувальних рішень виробничих корпусів, які дозволяють забезпечити достатні площі, належний повітрообмін, природне або регульоване штучне освітлення, а також можливість адаптації будівель до різних технологічних схем утримання.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

Крім того, у країнах Європейського Союзу значна увага приділяється екологічним аспектам функціонування тваринницьких комплексів, зокрема обмеженню негативного впливу на навколишнє середовище. Це впливає на вимоги до розміщення будівель на території комплексу, організації гноєвидалення, вентиляційних викидів і водовідведення, що повинно враховуватися вже на стадії архітектурно-будівельного проектування.

Таким чином, європейські підходи до регулювання утримання тварин формують більш гнучку, але водночас жорстку за кінцевими вимогами систему нормування. Архітектурні та конструктивні рішення виробничих корпусів у цій системі не задаються безпосередньо, але повинні забезпечувати виконання встановлених нормативами умов утримання, що робить їх важливим орієнтиром для вдосконалення національної практики проектування тваринницьких будівель.

### **1.1.3. Об'ємно-планувальні та конструктивні особливості виробничих корпусів.**

Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення виробничих корпусів тваринницьких комплексів формуються з урахуванням виду сільськогосподарських тварин, їх фізіологічних особливостей та нормативно встановлених параметрів утримання. Мінімальні площі на одну голову, габарити станків і боксів, ширина технологічних проходів та необхідні об'єми повітря безпосередньо визначають геометричні параметри будівель, вибір конструктивної схеми та систему інженерного забезпечення.

#### **• Виробничі корпуси для утримання великої рогатої худоби**

Проектування виробничих корпусів для утримання великої рогатої худоби здійснюється з урахуванням системи утримання (прив'язної або безприв'язної), яка визначає планувальну структуру будівлі. При безприв'язному утриманні застосовуються секційні корівники з індивідуальними боксами, розміщеними вздовж кормових проходів. Нормативні вимоги до площі на одну тварину та габаритів боксів зумовлюють значну ширину корпусів і необхідність використання великопрольотних конструкцій.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.1 – Нормативні параметри, що впливають на проектування корівників

Параметр	Нормативне значення	Проектний вплив
Мінімальна площа на корову	6,0–8,0 м <sup>2</sup> /гол	Визначає площу секцій
Розмір боксу	1,2 × 2,0–2,2 м	Формує ширину корпусу
Ширина кормового проходу	3,0–3,5 м	Габарити будівлі
Висота приміщення	≥ 2,7–3,0 м	Об'єм повітря, вентиляція
Мін. об'єм повітря	≥ 20–25 м <sup>3</sup> /гол	Тип покриття
Тип підлоги	Суцільна/комбінована	Система гноєвидалення

Висота приміщень корівників та форма покриття повинні забезпечувати ефективну роботу систем природної або комбінованої вентиляції. Це зумовлює застосування двосхилих або аркових покриттів з аераційними ліхтарями. Конструктивна схема зазвичай базується на залізобетонному каркасі з уніфікованим кроком колон, що дозволяє механізувати основні виробничі процеси.

- Виробничі корпуси для утримання свиней

Проектування свинарників характеризується чітким функціональним зонуванням внутрішнього простору відповідно до технологічних груп тварин. Нормативно встановлені мінімальні площі на одну голову та обмеження щодо індивідуального утримання свиноматок безпосередньо визначають конфігурацію секцій, довжину корпусів і організацію проходів.

Таблиця 1.2 – Нормативні параметри для проектування свинарників

Категорія тварин	Мінімальна площа, м <sup>2</sup> /гол	Проектний наслідок
Поросята до 20 кг	0,30	Компактні секції
Відгодівля 20–60 кг	0,65	Збільшення довжини корпусу
Відгодівля 60–100 кг	1,0	Менша щільність
Свиноматка холоста	1,9–2,2	Групові секції
Свиноматка з приплодом	5,5–6,0	Індивідуальні бокси
Кнур	6,0–8,0	Окремі приміщення

Висота приміщень у свинарниках є меншою порівняно з корівниками, проте підвищені вимоги до температурно-вологісного режиму зумовлюють необхідність застосування механічної вентиляції. Конструктивні рішення повинні враховувати використання щілинних або комбінованих підлог, що впливає на конструкцію перекриттів та систем гноєвидалення.

- Виробничі корпуси для утримання інших видів тварин

Для утримання овець і кіз застосовуються спрощені об'ємно-планувальні рішення, що зумовлено меншою площею на одну голову та менш жорсткими вимогами до мікроклімату. Такі будівлі, як правило, мають менші габарити й допускають використання полегшених конструктивних схем.

Таблиця 1.3 – Нормативні параметри для інших видів тварин

Вид тварин	Мінімальна площа, м <sup>2</sup> /гол	Висота приміщення, м	Особливості проектування
Вівці	0,8–1,0	≥ 2,2	Природна вентиляція
Кози	0,9–1,2	≥ 2,2	Секційне планування
Птиця (бройлери)	33–39 кг/м <sup>2</sup>	≥ 2,5	Регульований мікроклімат

При проектуванні птахівничих корпусів визначальним фактором є нормативна щільність посадки, яка впливає на площу приміщень, висоту будівель та параметри вентиляції. Такі корпуси потребують інтеграції систем керування освітленням і мікрокліматом у загальну конструктивну схему будівлі.

Наведені нормативні параметри свідчать про прямий зв'язок між вимогами до утримання різних видів тварин і формуванням об'ємно-планувальних та конструктивних рішень виробничих корпусів. Нормативи площ, габаритів, висот і параметрів мікроклімату визначають геометрію будівель, тип конструктивної схеми та склад інженерних систем, що обумовлює необхідність їх комплексного врахування на всіх етапах проектування тваринницьких комплексів.

## 1.2. Загальні підходи до конструктивного вирішення тваринницьких будівель

Сучасне проектування корівників і телятників базується на поєднанні індустріальних методів будівництва, вимог технології утримання тварин та забезпечення довговічності конструкцій в умовах агресивного експлуатаційного середовища. Відповідно до положень ДБН В.2.2-1:2024 «Будівлі і споруди для тваринництва» [1], конструктивні рішення таких будівель повинні забезпечувати надійність, довговічність, безпеку експлуатації та можливість ефективного санітарного обслуговування приміщень.

Для нових тваринницьких комплексів як в Україні, так і в країнах Європи характерним є застосування каркасних конструктивних систем з чітким функціональним розподілом несучих і огорожувальних елементів. При цьому враховуються вимоги ДБН В.1.2-2:2006 [4] щодо навантажень і впливів, а також ДБН В.1.1-7:2016 [5] щодо забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд. Особлива увага приділяється можливості швидкого зведення будівель, адаптивності конструктивних схем до різних систем утримання худоби (прив'язного та безприв'язного) та мінімізації експлуатаційних витрат протягом життєвого циклу споруди.

Збірний залізобетон відіграє ключову роль у формуванні конструктивної основи тваринницьких будівель, особливо в зонах, що зазнають підвищених механічних навантажень, дії вологи, аміаку та продуктів життєдіяльності тварин. У поєднанні з легкими огорожувальними системами та сучасними покриттями такі рішення забезпечують оптимальний баланс між міцністю, економічністю та технологічною гнучкістю.

### 1.2.1 Конструктивні рішення, що застосовуються в Україні

- Каркасні системи на основі збірного залізобетону

В Україні при новому будівництві корівників і телятників традиційно використовуються каркасні системи зі збірного залізобетону, що відповідають вимогам ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [6]. Несучий каркас, як правило, формується зі збірних або збірно-монолітних фундаментів під

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

колони, залізобетонних колон прямокутного або квадратного перерізу, ригелів і кроквяних елементів.

Такі конструкції забезпечують просторову жорсткість будівлі, стійкість до вітрових і снігових навантажень згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [4], а також високу межу вогнестійкості, що є важливою перевагою при проектуванні сільськогосподарських будівель великої площі. Збірні залізобетонні колони застосовуються як крайні та середні елементи каркаса і розраховуються з урахуванням висоти будівлі, габаритів технологічних проходів, а також можливості кріплення інженерного обладнання та огорожувальних конструкцій.

Покриття будівель може виконуватися як зі збірних залізобетонних балок і плит, так і в комбінованому варіанті із застосуванням металевих ферм по залізобетонних колонах, що допускається чинними нормами за умови забезпечення сумісної роботи конструкцій.

- Огороджувальні конструкції

Огороджувальні конструкції в українських тваринницьких будівлях виконуються у двох основних варіантах. Перший передбачає застосування збірних залізобетонних стінових панелей, які характеризуються високою механічною міцністю, довговічністю та стійкістю до агресивного середовища. Такі рішення відповідають вимогам ДБН В.2.6-98:2009 [6] щодо захисного шару бетону та класів бетону за міцністю і довговічністю.

Другий, більш поширений у сучасних проєктах, варіант полягає у використанні легких огорожувальних конструкцій (сендвіч-панелей, вентильованих фасадів) у поєднанні зі збірним залізобетонним цоколем. Залізобетонний цоколь виконує захисну функцію, запобігаючи механічним пошкодженням і впливу вологи та продуктів життєдіяльності тварин, тоді як верхня частина огорожень забезпечує необхідні теплотехнічні показники відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [7].

- Підлоги та внутрішні конструкції

Підлоги в корівниках і телятниках виконуються з монолітного або збірного залізобетону з підвищеними вимогами до зносостійкості та хімічної стійкості, що

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

відповідає умовам агресивного середовища, визначеним у ДБН В.2.2-1:2024. [1] У будівлях із безприв'язним утриманням худоби широко застосовуються щільні залізобетонні настили заводського виготовлення, які поєднуються з піднастильними гнойовими каналами.

Внутрішні перегородки, кормові столи, відбійні стінки та конструкції зон інтенсивного руху техніки також виконуються переважно зі збірного або монолітного залізобетону, що забезпечує їх довговічність, стійкість до ударних навантажень і простоту санітарного обслуговування.

### **1.2.2. Конструктивні рішення, поширені в країнах Європи**

- Загальні тенденції європейського проектування

Європейська практика проектування тваринницьких будівель характеризується широким застосуванням комбінованих та гібридних конструктивних систем. Основним принципом є використання кожного матеріалу відповідно до його експлуатаційних переваг та вимог нормативних документів Європейського Союзу. Проектування залізобетонних конструкцій здійснюється відповідно до вимог EN 1992-1-1 (Eurocode 2) [8], а сталевих — згідно з EN 1993 (Eurocode 3) [9].

Особлива увага приділяється врахуванню агресивності середовища експлуатації, що реалізується через застосування класів експозиції бетону (XC, XD, XA тощо) відповідно до EN 206. Це дозволяє забезпечити тривалий термін служби конструкцій у зонах контакту з гноєм, вологою та мийними розчинами.

- Збірний залізобетон у європейських тваринницьких будівлях

У країнах Європейського Союзу збірний залізобетон широко застосовується для влаштування фундаментів, колон, цоколів, стін гнойових каналів, щільних підлог і спеціальних конструкцій під технологічне обладнання. Важливою особливістю є високий рівень заводської готовності елементів, що забезпечує точність геометричних параметрів і скорочення тривалості монтажних робіт на будівельному майданчику.

Проектні рішення з використанням префаб-бетону узгоджуються з вимогами EN 1991 (навантаження і впливи) [10] та EN 1990 (основи проектування конструкцій) [11], що забезпечує комплексний підхід до безпеки і надійності будівель.

- Комбіновані та гібридні системи

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Найбільш поширеною схемою в Європі є поєднання залізобетонного «низу» будівлі з легкими несучими системами покриття. Такі рішення дозволяють отримати великі чисті прольоти без внутрішніх колон, що є принципово важливим для безприв'язного утримання худоби та використання сучасних засобів механізації й автоматизації.

Дерев'яні клеєні ферми або сталеві порталні рами забезпечують зменшення власної ваги конструкцій і навантаження на фундаменти, тоді як бетонні елементи гарантують довговічність і надійність у найбільш навантажених та агресивних зонах будівлі.

### **1.2.3. Порівняльний аналіз та узагальнення**

Порівняння українських і європейських підходів до конструктивного вирішення тваринницьких будівель показує спільність базових принципів і водночас відмінності у ступені комбінування матеріалів. В Україні збірний залізобетон часто використовується як основний матеріал несучого каркаса, тоді як у Європі він переважно зосереджений у функціонально найбільш відповідальних зонах.

Для нового будівництва тваринницьких комплексів доцільним є застосування гібридних конструктивних систем, що поєднують переваги збірного залізобетону та легких каркасів. Такий підхід забезпечує високу довговічність будівель, адаптивність до сучасних технологій утримання тварин і відповідність актуальним вимогам енергоефективності та сталого розвитку.

Аналіз конструктивних рішень тваринницьких будівель в Україні та країнах Європи свідчить, що збірний залізобетон залишається базовим матеріалом для формування надійної та довговічної конструктивної основи корівників і телятників. Найбільш ефективними для нового будівництва є комбіновані системи, у яких залізобетон використовується в зонах підвищеного навантаження та агресивного середовища, а легкі конструкції — для покриття та огорожень. Такий підхід дозволяє оптимізувати конструктивну схему, підвищити експлуатаційні характеристики будівель і забезпечити їх відповідність сучасним вимогам тваринницького виробництва.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

### **1.3. Укриття на тваринницьких та агропромислових комплексах: сучасний стан в Україні, історичний досвід СРСР та зарубіжні підходи**

Питання забезпечення укриттями об'єктів агропромислового комплексу, зокрема тваринницьких комплексів, у сучасних умовах набуло особливої актуальності у зв'язку з воєнними загрозами та необхідністю гарантування безперервності виробництва продовольства. На відміну від житлової та громадської забудови, аграрні підприємства мають специфічну структуру, що поєднує виробничі будівлі для утримання тварин, допоміжні споруди та адміністративно-побутові приміщення, що безпосередньо впливає на підходи до організації укриттів і заходів цивільного захисту.

#### **1.3.1. Сучасний стан укриттів на агропідприємствах України**

Станом на 2022–2025 роки система цивільного захисту України базується на загальнодержавному фонді захисних споруд, до якого входять сховища, протирадіаційні укриття, споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. За офіційними узагальненими оцінками, в Україні обліковується понад шістьдесят тисяч об'єктів укриття різних типів, з яких лише відносно невелика частка належить до повноцінних сховищ і протирадіаційних укриттів. Загальна місткість захисних споруд і споруд подвійного призначення оцінюється приблизно на рівні 17–20 % від чисельності населення, що свідчить про системний дефіцит захищених місць навіть без урахування галузевої специфіки.

Водночас принциповою особливістю української ситуації є відсутність публічної статистики щодо забезпеченості укриттями за видами економічної діяльності. У відкритих звітах не здійснюється розподіл укриттів між промисловими, аграрними, транспортними чи іншими об'єктами, а інформація про наявність захисних споруд на тваринницьких і агропромислових комплексах фіксується лише на локальному рівні — у переліках захисних споруд громад, документах балансоутримувачів або в матеріалах судової практики.

Фактично це означає, що оцінка рівня забезпечення аграрних підприємств укриттями можлива лише опосередковано. Аналіз локальних переліків захисних споруд показує, що на територіях сільських громад та промислово-аграрних районів укриття, балансоутримувачами яких є агрофірми, тваринницькі комплекси,

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

птахофабрики або елеватори, становлять відносно незначну частку загального фонду. У більшості випадків мова йде не про сховища чи ПРУ, а про найпростіші укриття, облаштовані в підвальних або цокольних приміщеннях адміністративно-побутових будівель.

Слід наголосити, що чинна нормативна база України не передбачає створення спеціалізованих укриттів для тварин.

Захисні споруди розглядаються виключно як місця укриття персоналу, тоді як безпека тварин забезпечується іншими шляхами — підвищенням конструктивної стійкості виробничих будівель, наявністю резервних джерел електропостачання та води, забезпеченням безперервної роботи вентиляційних систем, а також організацією планів реагування на надзвичайні ситуації.

### **1.3.2. Історичний досвід Радянського Союзу у створенні укриттів на агропідприємствах**

Для глибшого розуміння сучасної ситуації доцільно звернутися до радянського періоду, коли система цивільної оборони формувалася за принципом обов'язкового охоплення виробничих об'єктів незалежно від галузі. У структурі великих радгоспів, міжгосподарських об'єднань і тваринницьких комплексів передбачалося створення протирадіаційних укриттів, а в окремих випадках — повноцінних сховищ.

Радянські ПРУ, як правило, розміщувалися не безпосередньо в корівниках чи свинарниках, а в зоні адміністративно-побутової інфраструктури — поблизу контор, їдалень, санпропускників або ремонтних майстерень. Вони проєктувалися з розрахунку укриття працюючого персоналу та мали визначені нормативами показники площі, місткості й автономності. Типова місткість таких споруд коливалася від кількох десятків до кількох сотень осіб, а розрахункова площа становила близько 0,5–0,6 м<sup>2</sup> на одну людину.

Водночас навіть у радянський період питання захисту тварин шляхом розміщення їх у захисних спорудах не розглядалося. Основна увага приділялася безпеці персоналу та збереженню керованості виробничого процесу. Тваринницькі будівлі проєктувалися як масивні, переважно одноповерхові споруди, що мали певний рівень пасивної

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

стійкості до зовнішніх впливів, але не виконували функцій захисних споруд цивільної оборони.

Після розпаду СРСР більшість таких ПРУ втратили своє цільове призначення, були перепрофільовані під склади або допоміжні приміщення, а системи вентиляції та герметизації — демонтовані або зруйновані. Станом на сьогодні радянські ПРУ на агропідприємствах є поодинокими об'єктами, однак вони становлять інтерес з точки зору можливості відновлення і пристосування до сучасних вимог цивільного захисту з меншими капіталовкладеннями, ніж будівництво нових споруд.

### **1.3.3. Зарубіжний досвід організації укриттів на аграрних і тваринницьких комплексах**

Міжнародна практика демонструє відсутність уніфікованого підходу до організації укриттів у сільському господарстві. У межах Європейського Союзу питання укриттів регулюється на національному рівні, і лише в окремих країнах укриття є обов'язковим елементом будівельної інфраструктури.

Найбільш розвинену систему укриттів мають країни Північної Європи та Швейцарія. Так, у Фінляндії рівень забезпеченості населення укриттями перевищує 80 %, а обов'язок створення укриттів поширюється також на виробничі та складські будівлі певної площі. Укриття інтегруються в будівлі або влаштовуються як спільні для групи об'єктів, у тому числі аграрних. Аналогічний підхід простежується у Швеції, де власник будівлі несе повну відповідальність за утримання укриття і забезпечення його готовності у встановлений термін. Швейцарія є унікальним прикладом, де кількість місць в укриттях перевищує чисельність населення, однак і в цій країні укриття призначені виключно для людей, а не для тварин.

У більшості інших країн Європи спеціалізовані укриття на фермах не є обов'язковими. Основний акцент робиться на плануванні дій у надзвичайних ситуаціях, пожежній безпеці, резервному електропостачанні та водозабезпеченні. Захист тварин у кризових умовах розглядається як частина системи забезпечення життєздатності ферми, що включає евакуацію, розосередження поголів'я, створення запасів кормів і ветеринарні заходи, а не як будівництво захисних споруд у класичному розумінні.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

### 1.3.4. Порівняльний аналіз та узагальнення

Для узагальнення відмінностей між сучасною українською практикою, історичним досвідом радянського періоду та зарубіжними підходами до організації укриттів на агропромислових і тваринницьких комплексах доцільно здійснити порівняльний аналіз за ключовими критеріями, що визначають рівень захищеності персоналу та стійкість виробничої інфраструктури. Результати такого аналізу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Порівняльний аналіз системи укриттів на тваринницьких та агропромислових комплексах

Критерій порівняння	Україна (2022–2025 рр.)	Радянський Союз (історичний період)	Зарубіжні країни (ЄС, Швейцарія)
Наявність галузевої статистики по агросектору	Відсутня; облік ведеться загалом по фонду укриттів	Відсутня; облік у межах системи цивільної оборони без публічної деталізації	Відсутня; статистика формується за населенням або типами будівель
Рівень забезпеченості укриттями	Орієнтовно 17–20 % населення (захисні споруди та СПП)	Високий для працюючого персоналу великих підприємств	Від 60 % до понад 100 % у країнах Північної Європи та Швейцарії
Типові укриття на агропідприємствах	Найпростіші укриття, СПП; поодинокі ПРУ	ПРУ, рідше повноцінні сховища	Інтегровані або спільні укриття
Роль ПРУ у системі укриттів	Обмежена, переважно застарілі об'єкти	Ключовий елемент захисту персоналу	Практично не використовується як окремий тип
Розміщення укриттів	Адміністративно-побутові будівлі	Адмінкорпуси, санпропускники, майстерні	У складі будівель або окремо на території
Укриття для тварин	Не передбачені нормативно	Не передбачалися	Не передбачені
Основний об'єкт захисту	Персонал підприємства	Персонал підприємства	Персонал підприємства

Підхід до безпеки тварин	Стійкість будівель, резерви ресурсів, плани реагування	Пасивна міцність будівель	Безперервність інженерних систем, евакуація, резерви
Перспективи розвитку	Потребує систематизації та нарощування фонду	Переважно втрачена система	Стабільно функціонуючі моделі

Наведене порівняння свідчить, що сучасна система укриттів на агропромислових об'єктах України перебуває на етапі формування та суттєво поступається як історичній радянській моделі за рівнем охоплення працюючого персоналу, так і практикам окремих європейських країн із розвиненою системою цивільного захисту. Водночас спільною рисою для всіх розглянутих підходів є відсутність спеціалізованих укриттів для тварин, що підтверджує домінування концепції захисту персоналу та забезпечення функціональної стійкості виробничої інфраструктури.

#### **1.4. Аналіз конструктивних рішень існуючих надземних первинних (мобільних) укриттів.**

##### **1.4.1. Загальні положення та актуальність застосування надземних мобільних укриттів**

В умовах зростання рівня воєнних загроз та підвищеної імовірності ураження об'єктів цивільної і виробничої інфраструктури актуалізується потреба у створенні ефективної системи захисних споруд цивільного захисту, здатної забезпечити швидке укриття людей без значних капітальних і часових витрат. Традиційні підземні сховища, що характеризуються високим рівнем захищеності, у більшості випадків потребують складних інженерно-геологічних умов, значних обсягів земляних робіт, тривалого періоду проєктування та будівництва, а також істотних фінансових ресурсів. Це суттєво обмежує можливість їх оперативного впровадження, особливо на діючих виробничих майданчиках та у сільській місцевості.

У зазначених умовах надземні первинні (мобільні) укриття розглядаються як інженерно обґрунтована альтернатива капітальним заглибленим спорудам цивільного захисту. Такі укриття являють собою заводські виготовлені модульні конструкції, призначені для швидкого розміщення на підготовленій основі без виконання

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

масштабних земляних робіт. Основною функцією надземних мобільних укриттів є зниження уражаючої дії уламків, вторинних елементів руйнування, вибухової хвилі малої та середньої інтенсивності, а також забезпечення тимчасового захисту людей під час повітряної тривоги.

З конструктивної точки зору мобільні надземні укриття виконуються у вигляді уніфікованих модулів з металу, залізобетону або комбінованих матеріалів, що дозволяє серійне виробництво, стандартизацію габаритів і спрощення логістики. Модульний принцип забезпечує можливість блокування окремих елементів у більшій за площею та місткістю захисні споруди, а також адаптацію конфігурації укриття до умов конкретного об'єкта. Такий підхід особливо важливий при необхідності швидкого нарощування захисних потужностей або зміні функціонального призначення території.

Актуальність застосування надземних мобільних укриттів підтверджується також чинною нормативною базою. Вимоги до захисних споруд цивільного захисту, зокрема щодо їх функціонального призначення, мінімального рівня захищеності, інженерного обладнання та умов експлуатації, визначені положеннями ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [12]. Поряд із цим, ДСТУ 9195:2022 [13] регламентує основні принципи проектування та виготовлення швидкосторуджуваних модульних захисних споруд, що безпосередньо стосується надземних мобільних укриттів. Наявність зазначених нормативів створює правове та технічне підґрунтя для впровадження таких споруд на об'єктах різного функціонального призначення.

З інженерно-економічної точки зору надземні мобільні укриття характеризуються високою ефективністю за критеріями «вартість – час зведення – рівень захисту». У порівнянні з підземними сховищами, вони потребують значно менших витрат на підготовку основи, не вимагають складних гідроізоляційних рішень та можуть монтуватися у стислі терміни — від кількох годин до кількох діб. Це дозволяє оперативно реагувати на зміну безпекової ситуації та мінімізувати ризики для персоналу і населення.

Особливе значення надземні мобільні укриття мають для об'єктів агропромислового комплексу, зокрема тваринницьких підприємств. Виробничі

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

процеси у тваринництві характеризуються безперервністю та високою чутливістю до зупинки технологічних операцій, таких як годівля, доїння, вентиляція та видалення відходів. У таких умовах організація евакуації персоналу до віддалених або підземних укриттів є технічно ускладненою та може призвести до порушення технологічного режиму утримання тварин. Розміщення надземних мобільних укриттів безпосередньо на території тваринницького комплексу дозволяє забезпечити захист працівників без припинення основних виробничих процесів.

Крім того, при проектуванні та розміщенні мобільних укриттів на території агропромислових об'єктів необхідно враховувати санітарно-ветеринарні та планувальні вимоги: дотримання нормативних відстаней до тваринницьких приміщень, оптимізацію маршрутів руху персоналу, запобігання перехресному забрудненню, а також узгодження систем вентиляції укриття з умовами експлуатації ферми. Це зумовлює доцільність застосування типових модульних рішень, які можуть бути адаптовані до конкретних умов підприємства без суттєвого втручання у виробничу інфраструктуру.

#### **1.4.2. Загальний вигляд та типологія надземних мобільних укриттів**

Надземні мобільні укриття, що застосовуються в системі цивільного захисту, характеризуються різноманітністю конструктивних та планувальних рішень, які формуються залежно від призначення об'єкта, необхідної місткості, рівня захищеності та умов експлуатації. Незважаючи на різні інженерні підходи, більшість сучасних рішень мають спільні архітектурно-конструктивні ознаки, зумовлені вимогами швидкого монтажу, мобільності та серійного виробництва.

Загальний вигляд надземних мобільних укриттів, як правило, є утилітарним і підпорядкованим функціональним та захисним вимогам. Конструкції виконуються у вигляді компактних об'ємних модулів прямокутної, рідше циліндричної або багатогранної форми, з мінімальною кількістю зовнішніх прорізів. Архітектурна виразність таких споруд не є визначальним фактором, оскільки пріоритет надається міцності, стійкості та технологічності виготовлення. Зовнішні поверхні зазвичай не мають декоративного оздоблення та виконуються з розрахунком на вплив атмосферних чинників і механічні навантаження.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Типологія надземних мобільних укриттів формується за кількома основними класифікаційними ознаками, серед яких ключовими є матеріал несучих конструкцій, ступінь мобільності, рівень захищеності та планувально-конструктивна схема.

За матеріалом несучих елементів надземні мобільні укриття умовно поділяються на:

- залізобетонні модульні укриття,
- металеві (сталеві) укриття,
- комбіновані конструкції (метал + бетон, метал + ґрунтове обвалування).

Залізобетонні мобільні укриття, як правило, мають вигляд масивних просторових блоків заводського виготовлення з товстими огорожувальними конструкціями. Їхній зовнішній вигляд підкреслює капітальність і орієнтацію на тривалу експлуатацію. Такі укриття часто сприймаються як «квазікапітальні» споруди, хоча за нормативною класифікацією залишаються надземними та мобільними.

Металеві укриття зазвичай виконуються у формі контейнерів або суцільнозварних оболонок із жорстким каркасом. Їхній загальний вигляд є більш легким і компактним, що забезпечує простоту транспортування та встановлення. У ряді випадків металеві модулі можуть додатково оснащуватися зовнішніми екранами, бетонними плитами або передбачати можливість часткового засипання ґрунтом для підвищення рівня захисту.

Комбіновані укриття займають проміжне положення та поєднують металевий несучий каркас із бетонним або залізобетонним заповненням. Візуально такі конструкції мають більш складну геометрію та збільшену товщину огорожувальних елементів, що свідчить про орієнтацію на підвищений клас захищеності.

За ступенем мобільності надземні укриття поділяються на:

- **повністю мобільні**, призначені для багаторазового переміщення без втрати експлуатаційних властивостей;
- **умовно мобільні**, які допускають демонтаж і повторне встановлення, але з обмеженням кількості циклів;
- **стаціонарно встановлені модульні**, що монтуються на підготовлену основу та експлуатуються тривалий час без переміщення.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25



*Модульне укриття цивільного захисту тип «Фортеця»*



*Первинне (мобільне) укриття та ПРУ (Протирадіаційне укриття)*



*Захисний броньований модуль*



*Вуличний модуль-укриття Dot*

З точки зору планувально-конструктивної схеми більшість надземних мобільних укриттів виконуються як однокамерні або двокамерні об'єми з лінійною організацією внутрішнього простору. Вхід, як правило, розташовується з короткого або довгого боку модуля та обладнується посиленими дверима. Вихідні та вентиляційні елементи мінімізуються з метою зниження вразливості конструкції. У більш містких укриттях допускається застосування тамбурів або шлюзових зон.

Окрему групу становлять укриття, призначені для групового розміщення персоналу підприємств, де загальний вигляд і типологія визначаються можливістю блокування кількох модулів у єдину захисну систему. Такі рішення особливо актуальні

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2МБП. 12176611.ПЗ

Арк.

26

для промислових і агропромислових об'єктів, де чисельність персоналу може змінюватися залежно від виробничого циклу.

Для тваринницьких комплексів характерним є застосування надземних мобільних укриттів компактного типу, які розміщуються поблизу виробничих корпусів і мають чітко виражений функціональний характер. Їхній загальний вигляд повинен забезпечувати інтеграцію в планувальну структуру ферми без перешкод для руху техніки, персоналу та інженерних комунікацій. Типологічно перевага надається простим прямокутним модулям із мінімальними габаритами та можливістю швидкого доступу.

### 1.4.3. Планувальні рішення та місткість укриттів

Найбільш поширеним типом є однокамерне планувальне рішення, яке являє собою єдиний внутрішній простір без стаціонарних перегородок. Типові внутрішні габарити таких укриттів становлять:

- довжина — 4,0–8,0 м;
- ширина — 2,3–3,0 м;
- внутрішня висота — 2,1–2,4 м.

Такі параметри забезпечують можливість розміщення людей у сидячому або комбінованому положенні (сидячи/стоячи) відповідно до тимчасового характеру укриття. Однокамерна схема дозволяє уникнути втрат корисної площі та спрощує процес евакуації після завершення повітряної тривоги.

Для укриттів середньої та підвищеної місткості застосовуються двокамерні або комбіновані планувальні схеми, у яких внутрішній об'єм умовно поділяється на:

- основну зону перебування людей;
- вхідну (тамбурну) зону або шлюз;
- зону розміщення інженерного обладнання.

Тамбурна зона, як правило, має глибину 0,8–1,2 м та слугує для зниження дії вибухової хвилі і уламків при відкриванні дверей. У більшості серійних рішень поділ простору виконується конструктивно (за рахунок геометрії модуля) або легкими перегородками, що не впливають на несучу здатність укриття.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

Вхідні прорізи мають вирішальне значення для функціонування укриття. Типові розміри вхідних дверей становлять 800–900 мм по ширині та 1900–2000 мм по висоті, що забезпечує пропускну здатність для швидкого входу групи людей. Укриття місткістю понад 25–30 осіб часто додатково обладнуються:

- аварійним виходом;
- вентиляційним лазом, що може виконувати функцію запасного виходу.

Місткість надземних мобільних укриттів визначається з урахуванням нормативної площі на одну особу та геометрії внутрішнього простору. Для первинних укриттів допускається щільність розміщення 0,4–0,6 м<sup>2</sup>/особу, що відповідає короткочасному перебуванню. Виходячи з цього, типові показники місткості мають такі значення:

- укриття площею 10–12 м<sup>2</sup> — 6–10 осіб;
- укриття площею 15–20 м<sup>2</sup> — 12–20 осіб;
- укриття площею 25–30 м<sup>2</sup> — 25–40 осіб.

Для забезпечення більшої кількості укритих осіб широко використовується модульний принцип блокування, за якого два або більше укриттів з'єднуються між собою торцевими або боковими стиками. Такі рішення дозволяють формувати захисні споруди місткістю 50–100 осіб і більше без суттєвого ускладнення планувальної структури та без зменшення мобільності окремих модулів.

Особливу увагу при плануванні надземних мобільних укриттів для виробничих і агропромислових об'єктів приділяють доступності та радіусу обслуговування. Для тваринницьких комплексів нормативно доцільним вважається розміщення укриттів на відстані не більше 50–100 м від основних робочих зон, що дозволяє персоналу дістатися укриття протягом 1–2 хвилин. У зв'язку з цим практичним рішенням є розміщення кількох укриттів малої або середньої місткості поблизу різних виробничих корпусів.

Внутрішнє планування укриттів, призначених для експлуатації на тваринницьких підприємствах, повинно враховувати специфічні умови середовища, зокрема підвищену вологість, наявність пилу та агресивних газів. Це зумовлює відмову від складних планувальних елементів, застосування гладких внутрішніх поверхонь та

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

мінімальної кількості вбудованого обладнання, що може ускладнювати санітарне обслуговування.

Таким чином, планувальні рішення надземних мобільних укриттів характеризуються високим ступенем уніфікації, чіткою функціональною спрямованістю та орієнтацією на нормативно обґрунтовану місткість. Конкретні геометричні параметри та схема організації внутрішнього простору визначаються вимогами оперативного укриття людей, що особливо важливо для промислових і тваринницьких комплексів з безперервним виробничим циклом.

#### **1.4.4. Конструктивні особливості надземних мобільних укриттів**

Конструктивні рішення надземних мобільних укриттів визначаються їх функціональним призначенням як первинних захисних споруд цивільного захисту та повинні забезпечувати необхідний рівень стійкості до механічних і динамічних навантажень при мінімальних строках зведення. На відміну від капітальних підземних сховищ, конструкції надземних укриттів орієнтовані на заводське виготовлення, високу уніфікацію елементів та можливість швидкого монтажу на підготовленій основі.

Переважає більшість надземних мобільних укриттів реалізується за схемою просторової замкненої оболонки, у якій стіни та покриття працюють спільно як єдиний жорсткий об'єм. Така схема забезпечує рівномірний розподіл навантажень і підвищену стійкість до локальних пошкоджень.

За конструктивною схемою укриття поділяються на:

- монолітні або збірні залізобетонні просторові блоки;
- металеві оболонки або каркасно-обшивні системи;
- комбіновані конструкції, де несуча функція розподіляється між сталевими та бетонними елементами.

#### *Залізобетонні надземні мобільні укриття*

Залізобетонні укриття є найбільш масивними та стійкими серед надземних рішень. Вони виготовляються з важкого бетону класу, як правило, не нижче С25/30–С30/37, із просторовим армуванням.

Типові конструктивні параметри:

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

- товщина зовнішніх стін — 300–400 мм;
- товщина покриття — 300–450 мм;
- товщина днища або опорної плити — 200–300 мм;
- арматура — періодичного профілю класу А400–А500.

Такі укриття здатні ефективно протистояти дії уламків, локальних ударних навантажень та частково — впливу вибухової хвилі. Висока маса конструкції забезпечує стійкість проти перекидання та зсуву, що є важливим для надземного розміщення. Основним недоліком є значна вага, що потребує застосування вантажопідіймальної техніки при монтажі та посиленої основи.

#### *Металеві мобільні укриття*

Металеві надземні укриття виконуються у вигляді суцільнозварних оболонок або каркасних систем із сталеву обшивкою. Основним матеріалом є конструкційна сталь марок S235–S355, а у броньованих рішеннях — спеціальні сталі підвищеної міцності.

Типові параметри:

- товщина сталевих листів — 8–20 мм;
- крок ребер жорсткості — 400–800 мм;
- посилення зон дверних та вентиляційних прорізів.

Металеві укриття мають меншу масу порівняно із залізобетонними, що забезпечує високу мобільність та спрощений монтаж. Водночас рівень захисту значною мірою залежить від товщини сталі та конструкції ребер жорсткості. Для підвищення захисних властивостей часто застосовуються додаткові екрани, бетонні плити або можливість часткового обвалування ґрунтом.

#### *Комбіновані конструктивні рішення.*

Комбіновані укриття поєднують переваги металевих і бетонних систем. Як правило, вони мають сталевий несучий каркас або оболонку, що додатково заповнюється бетоном або захищається зовнішнім бетонним кожухом.

Такі конструкції характеризуються:

- підвищеною жорсткістю та енергоємністю;
- зменшеними деформаціями при динамічних навантаженнях;
- більш високою вартістю та складністю виготовлення.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Комбіновані рішення доцільні для об'єктів із підвищеними вимогами до безпеки або при розміщенні укриттів у зоні можливого інтенсивного ураження.

#### *Основи та опирання.*

Надземні мобільні укриття, як правило, встановлюються:

- на монолітні або збірні залізобетонні плити;
- на ущільнену основу з піщано-щебеневою підготовкою;
- у деяких випадках — без фундаменту, на вирівняну тверду поверхню (для легких металевих конструкцій).

Основною вимогою є забезпечення рівномірного опирання та запобігання локальним просіданням, особливо на територіях з низькою несучою здатністю ґрунтів.

#### *Вузли та елементи безпеки.*

Критичними конструктивними елементами є:

- вхідні вузли з посиленими або броньованими дверима;
- вентиляційні канали з протиосколковим захистом;
- герметизація стиків між модулями при блокуванні.

Всі отвори конструктивно ослаблюють оболонку укриття, тому їх кількість та розміри мінімізуються, а зони навколо них додатково підсилюються.

### **1.4.5. Сертифікація та відповідність нормативним вимогам**

Надземні мобільні укриття, що застосовуються як первинні захисні споруди цивільного захисту, повинні відповідати чинним нормативно-правовим актам України у сфері безпеки, будівництва та цивільного захисту населення. Основні вимоги до таких споруд регламентуються ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [12], які визначають функціональне призначення укриттів, вимоги до їх місткості, інженерного обладнання, умов експлуатації та безпеки перебування людей.

Для швидкоспоруджуваних і модульних рішень додатково застосовуються положення ДСТУ 9195:2022 [13], що встановлює загальні принципи проектування, виготовлення та монтажу модульних захисних споруд. Зазначений стандарт дозволяє застосування як залізобетонних, так і металевих конструкцій за умови підтвердження їх несучої здатності та захисних властивостей.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Практика показує, що сертифікація надземних мобільних укриттів може мати різний рівень деталізації — від наявності технічних умов і декларацій відповідності до проведення натурних або розрахункових випробувань на міцність. Для виробничих і агропромислових об'єктів доцільним є вибір конструкцій, для яких підтверджено відповідність не лише геометричних і планувальних параметрів, а й конструктивної стійкості до механічних і динамічних впливів.

#### **1.4.6. Вартість та економічна ефективність**

Вартість надземних мобільних укриттів визначається сукупністю конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів, основними з яких є матеріал несучих конструкцій, місткість укриття, клас захищеності, рівень заводської готовності та склад інженерного обладнання. На відміну від капітальних підземних сховищ, вартість яких формується переважно за рахунок земляних робіт і монолітного будівництва, у надземних мобільних укриттях основну частку витрат становить заводське виготовлення модулів.

За результатами аналізу ринкових пропозицій можна виділити такі орієнтовні діапазони вартості:

- металеві мобільні укриття — *0,6–1,5 млн грн* залежно від товщини металу, рівня бронювання та комплектації;
- залізобетонні модульні укриття — *1,2–2,5 млн грн*, що обумовлено масивністю конструкцій, класом бетону та армуванням;
- комбіновані та броньовані укриття підвищеного класу захисту — *від 2,0–3,5 млн грн і більше*.

До зазначеної вартості, як правило, входить виготовлення модуля, доставка на об'єкт та монтаж. Додаткові витрати можуть виникати у разі необхідності улаштування фундаментної плити, підключення інженерних мереж або встановлення додаткового обладнання (фільтрувально-вентиляційні установки, аварійне освітлення, санітарні вузли).

З точки зору економічної ефективності, надземні мобільні укриття мають суттєві переваги порівняно з підземними захисними спорудами. Скорочення термінів реалізації з місяців до днів дозволяє значно зменшити непрямі витрати, пов'язані з

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

простоєм підприємств, обмеженням виробничої діяльності або тимчасовою зупинкою об'єктів. Крім того, мінімізація земляних робіт знижує ризики додаткових витрат, пов'язаних із складними ґрунтовими умовами та високим рівнем ґрунтових вод.

Важливим економічним чинником є модульність і масштабованість таких укриттів. Підприємства мають можливість поетапного встановлення укриттів відповідно до чисельності персоналу та фінансових можливостей, без необхідності одноразових значних капіталовкладень. У разі зміни виробничої структури або розширення підприємства модулі можуть бути переміщені або додатково встановлені без суттєвого впливу на існуючу інфраструктуру.

#### **1.4.7. Особливості зведення та експлуатації надземних мобільних укриттів**

Зведення надземних мобільних укриттів принципово відрізняється від будівництва капітальних підземних сховищ спрощеним технологічним процесом, мінімальними підготовчими роботами та скороченими строками виконання. Основним принципом є максимальна заводська готовність конструкцій, що дозволяє зосередити більшість складних операцій (виготовлення, армування, зварювання) поза будівельним майданчиком.

Підготовчий етап зведення включає вирівнювання та ущільнення основи, улаштування піщано-щебеневої підготовки або монолітної залізобетонної плити. Вибір типу основи залежить від маси укриття, несучої здатності ґрунтів та тривалості запланованої експлуатації. Для залізобетонних модулів, як правило, передбачається жорстка основа у вигляді плити, тоді як легші металеві укриття допускається встановлювати на підготовлену основу без улаштування фундаменту.

Безпосередній монтаж укриттів здійснюється з використанням вантажопідіймальної техніки (автокрани, маніпулятори). Типові строки встановлення одного модуля становлять від кількох годин до 1–2 діб, включно з вирівнюванням, фіксацією на основі та герметизацією стиків. У разі блокування декількох модулів особливу увагу приділяють якості стикових вузлів, герметизації та узгодженню інженерних отворів.

Важливою особливістю зведення є можливість виконання монтажних робіт без зупинки основної діяльності підприємства. Це має принципове значення для

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

виробничих та агропромислових об'єктів, де тривале обмеження доступу або припинення технологічних процесів є небажаним або неможливим.

*Особливості розміщення на виробничих і тваринницьких об'єктах.*

При розміщенні надземних мобільних укриттів на території підприємств необхідно враховувати планувальну структуру майданчика, шляхи руху персоналу та транспортних засобів, а також інженерні мережі. Для тваринницьких комплексів додатково враховуються санітарно-ветеринарні вимоги, зокрема недопущення перетину маршрутів персоналу з зонами утримання тварин і місцями накопичення відходів.

Раціональним рішенням є розміщення укриттів на відстані не більше 50–100 м від основних робочих зон, що забезпечує досяжність укриття упродовж 1–2 хвилин. При цьому укриття не повинні створювати перешкод для руху сільськогосподарської техніки, під'їзду кормороздавачів або транспорту для вивезення відходів.

Експлуатація надземних мобільних укриттів передбачає підтримання їх у стані постійної готовності до використання. Це включає регулярний візуальний огляд конструкцій, перевірку стану входних дверей, вентиляційних елементів та внутрішнього оснащення. Особливу увагу слід приділяти герметичності стиків і відсутності механічних пошкоджень огорожувальних конструкцій.

У виробничому середовищі, особливо на тваринницьких комплексах, укриття експлуатуються в умовах підвищеної вологості, запиленості та впливу агресивних газів. Це обумовлює необхідність:

- застосування антикорозійного захисту металевих елементів;
- використання матеріалів внутрішнього оздоблення, стійких до вологи та легко очищуваних;
- періодичного провітрювання та санітарної обробки внутрішнього простору.

Інженерні системи укриттів (освітлення, вентиляція) повинні мати автономні елементи або резервні джерела живлення, що забезпечують працездатність у разі відключення зовнішніх мереж. При цьому складність інженерного обладнання зазвичай мінімізується, щоб зменшити потребу в технічному обслуговуванні та знизити ризик відмов.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

З урахуванням особливостей зведення та подальшої експлуатації надземних мобільних укриттів стає очевидним, що такі споруди орієнтовані насамперед на швидке впровадження та практичне використання в умовах обмеженого часу й ресурсів. Поєднання заводської готовності, спрощених монтажних робіт і можливості розміщення без суттєвого втручання в існуючу інфраструктуру робить ці укриття ефективним елементом системи цивільного захисту.

Найбільш збалансованим рішенням за рівнем захищеності, надійності та експлуатаційної стабільності є залізобетонні модульні укриття, які забезпечують достатній ступінь захисту при відносно невисоких вимогах до технічного обслуговування. Для виробничих і агропромислових комплексів доцільним є застосування кількох укриттів малої або середньої місткості, розміщених у безпосередній близькості до робочих зон. Такий підхід дозволяє скоротити час доступу персоналу до укриття, зберегти безперервність технологічних процесів і водночас досягти економічно обґрунтованого рівня безпеки.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

**РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНО-  
КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ  
ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ  
ТВАРИННИХ КОМПЛЕКСІВ ТА  
УКРИТТІВ**

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

## 2.1 Характеристика об'єкта

Об'єкт, що проектується в рамках магістерської роботи, представляє собою виробничий корпус призначений для постійного розміщення великої рогатої худоби (ВРХ) та свійських тварин. Проект можливо використовувати у вигляді типового рішення при зведенні нових тваринницьких комплексів та реконструкції з розширенням існуючих фермових господарств.

По результатам проведеного аналізу в 1-му розділі роботи прийнято конструктивне вирішення будівлі як швидкокомтовану зі збірних залізобетонних елементів з неповним каркасом.

Термін експлуатації споруди – 50 років.

Сейсмостійкість будівлі виробничого корпусу – не більше 6 балів.

Основні геометричні характеристики будівлі:

- габаритні розміри в плані – 120 × 21 м;
- висота приміщення – 2,8 – 3,0 м;

## 2.2. Розрахунок класу наслідків (відповідальності) по об'єкту будівництва

Проектування виробничих корпусів тваринницьких комплексів передбачає обов'язкове визначення класу наслідків будівель як одного з базових параметрів їх надійності та безпеки. Для практичного обґрунтування цього положення у магістерській роботі виконано розрахунок класу наслідків виробничого корпусу на прикладі свинарника-годівельника промислового типу, призначеного для утримання 3000 голів свиней.

### 2.2.1. Загальні відомості про об'єкт

Основні характеристики будівлі :

- габаритні розміри в плані – 120 × 21 м, середня висота приміщення – 2,9 м;
- площа забудови – 2520 м<sup>2</sup>;
- ступінь вогнестійкості – II;
- стіни – збірні тришарові залізобетонні панелі;
- перекриття – ребристі залізобетонні плити по ригелях;
- фундаменти – збірно-монолітні стаканного типу;
- гнойові канали – монолітні залізобетонні;

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

- підлога – щільна залізобетонна;
- покрівля – рулонна з утепленням  $\delta = 150$  мм;
- водовідведення – зовнішнє організоване.

### 2.2.2. Нормативні підстави визначення класу наслідків

Визначення класу наслідків (відповідальності) будівлі виконано відповідно до вимог ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» [14], ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 [15] та Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності». Згідно з зазначеними нормативними документами клас наслідків устанавлюється за найбільш несприятливим показником з урахуванням можливих людських, матеріальних, соціальних та екологічних наслідків у разі аварій або руйнування об'єкта.

### 2.2.3. Оцінка можливих людських втрат

Будівля свинарника не призначена для постійного перебування людей і експлуатується з обмеженою присутністю обслуговуючого персоналу, з максимальною кількістю присутності 8-12 осіб на один корпус. Тому приймаємо, що у разі виникнення аварійної ситуації можливі людські втрати мають локальний характер, тому за цим критерієм об'єкт належить до категорії відповідальності СС1.

### 2.2.4. Оцінка можливих матеріальних збитків

Матеріальні збитки у разі аварії або повного руйнування будівлі свинарника можуть бути значними та включають втрату поголів'я тварин, витрати на їх утилізацію, а також витрати на відновлення або повторне будівництво виробничого корпусу.

*Вартість поголів'я свиней.*

Передбачено максимальну кількість утримання свиней у розмірі 3000 голів, з вирощуванням до живої маси 120–130 кг.

Оціночна вартість:

- середня жива маса –  $\approx 125$  кг;
- усереднена вартість 1 кг живої маси станом на кінець 2025 р. – 70 грн/кг.

Оціночна вартість однієї свині:

$$125 \times 70 = 8750 \text{ грн}$$

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

Загальна вартість поголів'я:

$$8750 \times 3000 = 26\,250\,000 \text{ грн}$$

З урахуванням коливань маси та ринкової ціни приймається  $\approx 27$  млн грн.

*Витрати на утилізацію тварин.*

У разі аварії (пожежа, руйнування, техногенна подія) можливі витрати на:

- збирання та транспортування біологічних відходів;
- санітарну обробку приміщень;
- утилізацію або спалювання трупів тварин;
- дезінфекційні та протиепізоотичні заходи.

Орієнтовна вартість утилізації однієї свині з урахуванням логістики та санітарних заходів станом на кінець 2025 р. становить – 800–1200 грн/голову.

Приймаючи середнє значення 1000 грн/голову, отримаємо:

$$3000 \times 1000 = 3\,000\,000 \text{ грн}$$

*Витрати на відбудову будівлі.*

Значною складовою матеріальних збитків є витрати на відбудову будівлі. З урахуванням площі свинарника, конструктивної схеми зі збірних та монолітних залізобетонних елементів, наявності гнойових каналів і спеціалізованих підлог, орієнтовна вартість нового будівництва свинарників промислового типу зі збірного та монолітного залізобетону становить 18 000–25 000 грн/м<sup>2</sup> (без урахування обладнання).

Площа будівлі – 2520 м<sup>2</sup>.

Оціночна вартість відбудови:

$$2520 \times 20\,000 \approx 50\,400\,000 \text{ грн}$$

З урахуванням демонтажу аварійних конструкцій, відновлення гнойових каналів та інженерних мереж орієнтовні витрати можуть становити 50–60 млн грн.

Таким чином, сумарні матеріальні втрати у разі аварії можуть перевищувати 80 млн грн, що однозначно свідчить про високий рівень відповідальності об'єкта.

### **2.2.5. Соціальні та екологічні наслідки**

Аварійні ситуації або руйнування будівель тваринницьких комплексів супроводжуються не лише економічними, а й суттєвими соціальними та екологічними

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

наслідками. Масова загибель тварин створює ризики погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації, поширення інфекційних захворювань та забруднення навколишнього середовища.

Наявність у будівлі монолітних гнойових каналів у разі їх пошкодження може призвести до витоку гнойових мас та забруднення ґрунтів і ґрунтових вод. Такі наслідки мають тривалий характер і потребують значних ресурсів для ліквідації, рекультивації територій та відновлення екологічної рівноваги. Крім того, зупинка або втрата виробничих потужностей негативно впливає на стабільність агропромислового виробництва та забезпечення продовольчої безпеки.

З огляду на масштаб можливих екологічних та соціальних наслідків, будівля свинарника відноситься до об'єктів із підвищеним рівнем потенційної небезпеки у разі аварійних подій.

#### **2.2.6. Висновок щодо визначення класу наслідків**

Аналіз можливих людських, матеріальних, соціальних та екологічних наслідків у разі аварії або руйнування будівлі свинарника свідчить про те, що визначальним фактором при встановленні класу відповідальності є значні матеріальні збитки та потенційні екологічні ризики. Незважаючи на незначну кількість людей, що перебувають у будівлі, сумарні економічні втрати та вплив на навколишнє середовище мають суттєвий характер.

Відповідно до вимог ДБН В.1.2-14:2018 [14] клас наслідків приймається за найбільш несприятливим показником. З урахуванням наведених оцінок будівля свинарника промислового типу з поголів'ям 3000 голів відноситься до **класу наслідків (відповідальності) СС3**, що обумовлює підвищені вимоги до надійності конструкцій, інженерних систем та заходів цивільного захисту.

#### **2.3. Планування комплексів з типових корпусів та благоустрій території**

Проектування генеральних планів тваринницьких комплексів здійснюється відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [16], ДБН В.2.2-2-2008 [17], санітарних правил ДСП 173-96 [18], а також нормативів з пожежної безпеки, екологічного захисту та інженерного забезпечення. Зазначені документи регламентують функціональне

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

зонування території, санітарно-захисні розриви, взаємне розташування будівель, транспортні зв'язки та інженерні мережі.

Магістерською роботою розроблено варіант типового розпланування виробничих комплексів та варіанту розташування надземного модульного укриття для тимчасового перебування людей (з мінімальним терміном перебування не менше 4-х годин).

Передбачається улаштування одного надземного тимчасового укриття для персоналу 4-х виробничих комплексів.

Внутрішньоконплексні проїзні дороги виконані з асфальтобетону та забезпечують під'їзд виробничого та пожежного транспорту до всіх запроєктованих об'єктів.

З метою спрощення обслуговування виробничих корпусів та забезпечення швидкості евакуації до укриття у випадку небезпеки створено мережу пішохідних доріг з твердим покриттям для персоналу комплексу.

Техніко – економічні показники планування місцевості на один типовий виробничий корпус комплексу

№	Найменування	Од. виміру	Показник
1	Площа земельної ділянки	га	0,504
2	Площа забудови корпусу	м <sup>2</sup>	2520,0
3	Відсоток забудови	%	50,0
4	Площа проїздів з твердим покриттям	м <sup>2</sup>	210,6
5	Площа пішохідних доріг з твердим покриттям	м <sup>2</sup>	212,6
6	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	1588,8

## 2.4. Об'ємно - планувальні рішення

### *Будівля виробничого корпусу*

Виробничий корпус тваринного комплексу запроєктований у вигляді прямокутної в плані будівлі з пласкою покрівлею. У технологічному виконанні як будівлі-

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

вигодовувальника передбачено розміщення 56 модулів для утримання тварин, що розташовуються по обидва боки від центрального коридору для їх обслуговування.

В плані будівля має прямокутну форму з розмірами 21,0× 120,0 м.

Висота будівлі – 3,645 м.

Висота приміщень – змінна: 2,8...3,0 м, висота підземного господарства (гноєзбірника) – 0,69 м.

Просторова стійкість будівлі забезпечується елементами каркасу (ригелі, стінові панелі та плити покриття).

Будівля обладнана двома двостворчатими розпашними воротами розмірами 1,5х2,1 м та п'ятьма дверима розмірами 1,2х2,1 м.

*Будівля надземного тимчасового модульного укриття*

Модульне укриття запроектоване для тимчасового перебування людей на термін не менше 4-х годин та розраховане на 36 осіб, що становить 100% робочого персоналу 4-х виробничих корпусів підприємства тваринного комплексу. Складається з тамбуру обладнаного двома вибухостійкими дверима, загального приміщення, приміщень для зберігання води, продуктів харчування та речей першої необхідності, приміщення туалету, а також технічних приміщень таких як електрощитова та акумуляторна. Оскільки розрахункова кількість людей менше 50 осіб, укриття обладнано одним входом. В протилежній стороні від входу наявний вибухостійкий люк розмірами 0,8х0,8 м.

В плані будівля має складну форму з максимальними розмірами сторін 6,0× 12,0 м.

Висота будівлі – 2,570 м.

Висота приміщень – 2,15 м.

Конструкція будівлі мобільного укриття запроектована з дотриманням вимог ДСТУ 9329: 2025 та забезпечує зменшення впливу небезпечних чинників непрямої дії під час застосування звичайних засобів ураження таких як: дії надмірного тиску повітряної ударної хвилі не менше ніж 100 кПа; на пробиття уламками звичайного ураження, а також утворення вторинної фрагментації.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5. Техніко-економічні показники

*Будівля виробничого корпусу:*

- Поверховість – 1 поверх;
- Площа забудови – 2520,0 м<sup>2</sup>;
- Будівельний об'єм – 8946,0 м<sup>3</sup>;
- Загальна площа – 2432,6 м<sup>2</sup>;
- Об'ємний коефіцієнт доцільності: 3,68.

*Будівля надземного тимчасового модульного укриття:*

- Поверховість – 1 поверх;
- Площа забудови – 66,0 м<sup>2</sup>;
- Будівельний об'єм – 169,6 м<sup>3</sup>;
- Загальна площа – 44,53 м<sup>2</sup>;
- Об'ємний коефіцієнт доцільності: 3,81.

## 2.6. Конструктивні рішення

*Будівля виробничого корпусу.*

Фундаменти – залізобетонні, збірно-монолітні стаканного типу по монолітній залізобетонній стрічці.

Стіни – збірні залізобетонні тришарові панелі розмірами 3,9х2,98х0,49 м.

Колони – збірні залізобетонні  $b \times h = 0,4 \times 0,4$  м,  $l = 3,95$  м.

Перекрыття залізобетонні ребристі плити  $b \times l = 3,0 \times 12,0$  м та  $b \times l = 3,0 \times 6,0$  м, котрі влаштовані по збірним залізобетонним ригелям таврового перерізу висотою  $h = 0,8$  м.

Гноєзбірники(навозні канали)– монолітні залізобетонні, трьох типорозмірів довжини, шириною 2,0 м

Підлога– щілинна залізобетонна зі збірних плит розмірами  $1,2 \times 0,5$  м, бетонна.

Покрівля – рулонна з утепленням  $\delta = 150$  мм, водовідвід – зовнішній організований.

Двері – металопластикові.

Опорядження – водостійке фарбування

Система утримання – секційна, перегородки – ПВХ дошка та оцинковані труби, загальна висота перегородок 0,75 м (дорощування) та 1,0 м (відкорм). Підлога: щілинна ПВХ (дорощування), щілинна залізобетонна (відгодівля).

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Виробнича каналізація – самопливна з гнійними ваннами під щілинною підлогою, магістралями з ПВХ труб, проміжними гноезбірниками, насосами для перекачування; сепараторами для гною. Рідка фракція після сепарації вивозиться автоцистернами в лагуни існуючого комплексу. Тверда фракція також автотранспортом вивозиться на площадку твердої фракції.

Основним елементом будівлі є рядова секція, яка складається з двох стінових панелей. Торцеві секції складаються з чотирьох стінових панелей.

Для запобігання впливу просідання на експлуатаційну придатність будівлі передбачено заходи, які відповідають даному типу ґрунтових умов, в число яких входить:

- ущільнення ґрунту порушеної основи до позначки влаштування піщано-щебеневої основи ведеться до щільності 1,65 т/м<sup>3</sup>. Піщано-щебенева суміш укладається з позначки визначеної проектом пошарово (товщина шару  $\delta = 20$  см). Кожен шар суміші трамбується інвентарними трамбівками до досягнення повного ущільнення;

- під збірні залізобетонні фундаменти запроектована монолітна залізобетонна стрічка, ширина якої забезпечує тиск під подошвою фундаменту, який не перевищує початковий просадочний тиск ґрунту;

- якісна засипка пазух котлованів, впорядкування поверхневого стоку шляхом відповідного планування поверхні землі.

Плити покриття спираються на стінові панелі та ригелі.

Принцип жорсткості реалізується шляхом виключення можливості взаємного переміщення елементів несучих конструкцій при деформаціях земної поверхні та основи шляхом розділення будівель свинарників деформаційними швами.

Згідно ДБН В.1.2-14:2018 [14] будівельні конструкції поділяються на категорії відповідальності:

- 1) до категорії А1 відносяться: залізобетонні колони та залізобетонні ригелі;
- 2) до категорії А відносяться: плити покриття;
- 3) до категорії Б відносяться: монолітні гноезбірники;
- 4) до категорії В відносяться: усі інші конструкції.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

*Будівля надземного тимчасового модульного укриття:*

Фундаменти – відсутні у випадку виймання існуючої основи і створення нової з ущільненого піщаного шару; збірні залізобетонні плити по існуючій основі.

Блоки – об’ємні залізобетонні елементи котрі використовуються, як єдиний несучий елемент для забезпечення міцності і стійкості будівлі. Проектом передбачається використання об’ємних блоків типу «Фортеця», випуск котрих освоєний багатьма ЗБК України. Розміри блоків  $l \times h = 1,0 \times 3,0 \times 2,85$  м, з товщиною стінових частин та покриття  $t = 0,35$  м. Ширина рядового типового елемента – 1,0 м; типового з дверним проходом – 2,0 м. Розмір тамбурного блока –  $b \times l \times h = 2,0 \times 3,0 \times 2,85$  м.

Перегородки – з дрібнорозмірних бетонних елементів, товщина 100 мм.

Двері: зовнішні – металеві, вибухостійкі, на величину надлишкового тиску не менше 100 кПа; внутрішні – пластикові та металеві.

Опорядження – водостійке фарбування.

## **2.7. Інженерні мережі**

### **2.7.1. Водопостачання та водовідведення**

Водопостачання тваринницького комплексу передбачається від існуючої водопровідної мережі або від артезіанської свердловини.

Запас води для зовнішнього пожежогасіння тваринницького комплексу при розрахунковій тривалості гасіння пожежі 2 години  $(20,0 + 2 \times 5)$  л/с  $\times 60 \times 60 \times 3 = 216,0$  м<sup>3</sup>), передбачається зберігати в трьох пожежних резервуарах, об’ємом 110,0 м<sup>3</sup> кожен.

Заповнення резервуарів протипожежного запасу води передбачається по трубопроводах від мережі господарсько-питного водопроводу.

Для здійснення пожежогасіння комплексу запроектована зовнішня кільцева мережа протипожежного водопроводу з поліетиленових труб для водопостачання типу ПЕ-100 SDR-17 PN-10.

На мережі протипожежного водопроводу встановлюються водопровідні колодязі зі збірних залізобетонних елементів по т.п. 901-09-11.84, у яких встановлюються пожежні гідранти.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

Для подачі води з резервуарів протипожежного запасу води в мережу протипожежного водопроводу комплексу, передбачається окремо розташована насосна станція.

У насосній станції встановлюються два насоса (один – робочий, один – резервний).

Для обліку загальної витрати води свиноккомплексом на водопроводі передбачається установка водоміра.

Система внутрішнього водопроводу будівель прийнята тупикова з одним вводом, який забезпечує подачу води питної якості на господарсько-побутові та питні потреби.

На вводі водопроводу встановлюється водомір, манометр, фільтр для води та зворотний клапан після нього.

Внутрішня мережа водопроводу виконується з пластмасових водопровідних труб для питного водопостачання типу ПП-3, які мають позитивний висновок державного санітарного нагляду.

Внутрішнє пожежогасіння будівель, у яких передбачено внутрішнє пожежогасіння складає 2×5 л/с.

У будівлях, у яких передбачається внутрішнє пожежогасіння встановлюються пожежні крани, мережа трубопроводів прокладається відкритою – по стінах і колонах, а також по поверхні огорож станків.

Для прийому господарсько-побутових стоків запроектовані мобільні очисні споруди (септики) господарсько-побутових стоків.

Після септиків встановлюються колодязі для накопичення умовно чистої води, придатної для поливу території.

Мережа побутової каналізації запроектована з технічних ПВХ труб для зовнішніх робіт Ø110 мм.

На мережі каналізації встановлюються колодязі зі збірних залізобетонних елементів по т.п. 902-09-22.84.

### **2.7.2. Опалення та вентиляція. Енергоефективність**

Джерело теплозабезпечення комплексу – окрема котельня.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

Проектні рішення направлені на дотримання та забезпечення необхідних зоотехнічних і санітарно-гігієнічних вимог для утримання тварин.

Теплова стійкість систем опалення забезпечена застосуванням сучасного теплового та запірно-регулюючого обладнання.

Системи вентиляції будівель комплексу запроектовані з природнім та механічним спонуканням. Повітрообмін розраховано на асиміляцію тепло-, вологонадлишків та за кратністю.

Викид відпрацьованого повітря з основними джерелами забруднення відповідає нормативам.

У проекті прийнято такі основні рішення, щодо енергозбереження та енергоефективності:

- передбачено застосування енергоефективного обладнання та матеріалів, сертифікованих в Україні;
- теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій вище нормативних згідно ДБН В.2.6-31:2016 [19];
- опалювальні прилади обладнані терморегуляторами;
- передбачено автоматичне регулювання теплового потоку в залежності від температури зовнішнього повітря.

Розрахунковий повітрообмін виробничого корпусу, схема вентиляції – «шахтна вентиляція». Повітрообмін визначений для теплового, холодного періодів року та перехідних умов і складає: в теплий період року – 60 м<sup>3</sup>/год.; холодний період року – 30 м<sup>3</sup>/год.; та перехідних умов – 45 м<sup>3</sup>/год. на 1 центнер живої маси тварин. Організація повітрообміну в будівлі виробничого корпусу здійснюється за допомогою систем з комбінованим спонуканням: приплив – природний через регульовані припливні клапани, що розташовані в стінах корпусу; витяжка – з механічним спонуканням осьовими вентиляторами, розміщеними в вентиляційних шахтах, які виведені на покрівлю корпусу. Вентилятори пов'язані з припливними клапанами датчиком температури та розподільчим електронним пристроєм.

Забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень в різні періоди року здійснюється автоматичною подачею свіжого повітря, регулюючи його кількість та

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

напрямок потоку в зону перебування тварин чи верхню зону приміщення. Дотримання оптимальних умов (в межах 18-20°C) для холодного періоду року у будівлі корпусу здійснюється на основі теплозахисту будівлі за рахунок тепла тварин та повітряних водяних обігрівачів, які працюють в автоматичному режимі з подачею теплоносія з параметрами +80...+60°C, від власної котельні, що передбачається на території товарної ферми. Система теплопостачання обігрівачів монтується з металополімерних труб.

### **2.7.3. Електропостачання. Електрообладнання**

Облік активної електроенергії і компенсація реактивної електроенергії передбачаються на існуючій ТП.

Від трансформаторної підстанції до проєктованих корпусів передбачається будівництво кабельних ліній електропостачання, які виконуються кабелями з мідними жилами з ПВХ ізоляцією відповідного перерізу, прокладеними в проєктних металевих лотках по проєктним кабельним естакадам, та частково по опорах.

За ступенем надійності електропостачання проєктовані електроприймачі відносяться до II категорії надійності. До II категорії відносяться технологічні, санітарно-технічні електроприймачі та штучне освітлення проєктованих виробничих будівель.

Резервне живлення насосної пожежогасіння передбачається від дизельної електростанції. Дизельна електростанція потужністю 88кВА. Резервне живлення електроприймачів II категорії надійності передбачається від дизельгенератора, потужністю 600кВА, з облаштуванням АВР на трансформаторній підстанції.

Зовнішнє освітлення проєктованих під'їздів та території комплексу виконується світильниками зі світлодіодними джерелами світла. Світильники встановлюються на залізобетонних опорах та стінах окремих будівель. Керування світильниками зовнішнього освітлення передбачається автоматично за допомогою ящика керування зовнішнім освітленням ЯУО, який встановлюється в трансформаторній підстанції.

Для живлення розподільних щитів всіх виробничих будівель передбачається встановлення щитів ввідно-розподільних ЩВР біля входу в приміщення для утримання тварин.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

У проєктованих будівлях, передбачається можливість автоматичного відключення вентиляції при пожежі при спрацюванні систем протипожежного захисту.

Проєктом передбачається робоче, аварійно-евакуаційне та ремонтне освітлення. Робоче й аварійне - напругою ~220 В; ремонтне освітлення - напругою 24 і 12 В. Крім того, для ремонтного й аварійного освітлення передбачаються переносні акумуляторні ліхтарі.

Передбачаються світлодіодні джерела світла.

Живлення електроенергією світильників робочого освітлення передбачається від щитів робочого освітлення ЩО, а аварійно-евакуаційного – від щитів аварійного освітлення ЩАО.

Проєктовані мережі силового електрообладнання та групові мережі електроосвітлення комплексу виконуються кабелями з мідними жилами, не розповсюджуючими горіння.

Проєктовані мережі силового електрообладнання та групові мережі електроосвітлення виконуються вогнестійкими кабелями та кабелями, не розповсюджуючими горіння відповідних перерізів.

Для захисту від грозових перенапруг передбачається встановлення в щитах обмежувачів перенапруги, повторне заземлення PEN і PE - провідників.

#### **2.7.4. Пожежна безпека**

Виробничі будівлі комплексу проєктом передбачені одноповерховими.

Ступінь вогнестійкості – II, IIIа.

Частини будівлі, які відділені протипожежними стінами 1-го типу (протипожежні відсіки), в проєкті забезпечені самостійними (окремими) шляхами евакуації.

Площа поверху між протипожежними стінами у виробничих корпусах проєктом передбачена відповідно до вимог будівельних норм.

З кожної групи в корпусу в проєкті передбачено влаштування не менше двох розосереджених евакуаційних виходів.

У будівлі для утримання тварин відстань від найбільш віддаленого місця до виходу назовні в проєкті передбачено не більше 30 м.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Проектом передбачено влаштування в приміщеннях будівель і споруд системи автоматичної пожежної сигналізації, системи оповіщення про пожежу, внутрішнього протипожежного водопроводу, системи централізованого пожежного спостереження.

При прокладанні кабельних ліній в проекті передбачені кабелі, стійкі до поширювання полум'я.

Проектом передбачено обладнання будівель і споруд системою блискавкозахисту.

До виробничих будівель у проекті передбачені вільні проїзди з усіх сторін з твердим покриттям для пожежних автомобілів.

Зовнішнє пожежогасіння в проекті забезпечується від пожежних гідрантів, встановлених на кільцевій мережі високого тиску, які живляться від пожежних водойм, розташованих на території комплексу.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

# **РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ КОРПУСІВ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ**

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

### 3.1. Характеристика основних екологічних ризиків тваринницьких об'єктів.

Забруднення навколишнього середовища відходами діяльності агропромислових підприємств є однією з найбільш нагальних екологічних проблем сучасності. У зв'язку з інтенсифікацією тваринництва і, зокрема, свинарства, збільшується обсяг органічних відходів, які створюють серйозні екологічні ризики. Неправильне поводження з органічними відходами може призвести до забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря, а також до погіршення умов життя для місцевого населення та зниження якості довкілля в цілому.

Відходи тваринництва – це побічні продукти, які утворюються в процесі вирощування, утримання, обробки та переробки тварин. До цієї категорії відносяться різноманітні види відходів:

- **Органічні відходи** – до них належать гній, залишки кормів, підстилка та мертві тварини.
- **Відходи забою та переробки** – це відходи, що утворюються під час забою тварин і обробки туш.
- **Стічні води** – тваринницькі підприємства генерують значні обсяги стічних вод, які можуть містити хімічні речовини, залишки антибіотиків, гормони та мікроорганізми.
- **Відходи тваринного походження з інкубаторів** – це яйця, шкаралупа, залишки ембріонів та інші відходи, які утворюються під час інкубації птиці.
- **Гази та викиди** – процеси розкладання органічних відходів тваринництва супроводжуються виділенням газів, таких як аміак, метан та оксид вуглецю, які впливають на якість повітря і сприяють зміні клімату.

Зменшення викидів таких газів є важливим завданням для тваринницької галузі.

Найбільшу частку складають органічні відходи (гній, залишки кормів, підстилка, мертві тварини) – 40%, що відображає їхню значну частоту утворення у тваринницькому секторі. Відходи забою та переробки, такі як кров, шкіра та

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

кістки, займають другу за величиною частку – 25%. Стічні води складають 20%, що також є суттєвою частиною відходів галузі (рис. 1.1).

Розуміння видів та особливостей відходів тваринництва дозволяє правильно розробити заходи щодо їхнього збирання, переробки та утилізації, що є важливим кроком у збереженні екологічної стійкості галузі та мінімізації її впливу на довкілля.

Рисунок 3.1 – Відсоткове співвідношення видів відходів тваринництва



Тваринницькі комплекси відповідно до екологічної класифікації належать до об'єктів підвищеного впливу на навколишнє природне середовище, що визначається концентрацією поголів'я, обсягами утворення органічних відходів та інтенсивністю використання інженерних систем. Згідно з вимогами ДБН В.2.2-1:2024 «Будівлі та споруди. Сільськогосподарські будівлі» [1], при проектуванні таких об'єктів обов'язково враховуються екологічні обмеження, пов'язані з розміщенням, технологією утримання тварин та системами утилізації відходів.

Основні екологічні ризики тваринницьких комплексів доцільно систематизувати за джерелами їх виникнення, що дозволяє сформулювати обґрунтовані проєктні рішення на ранніх стадіях проєктування.

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», оцінка екологічних ризиків є обов'язковою складовою перед проектних рішень. Вона повинна виконуватися з урахуванням природно-кліматичних умов, рельєфу місцевості, гідрогеологічних характеристик та наявності суміжної забудови.

### **3.2. Нормативно-правове регулювання поводження з відходами тваринного походження при проектуванні та експлуатації тваринницьких комплексів**

Процеси проектування, будівництва та подальшого функціонування тваринницьких комплексів нерозривно пов'язані з утворенням значних обсягів відходів тваринного походження. За своїми фізико-хімічними та біологічними характеристиками такі відходи становлять підвищену екологічну небезпеку, що обумовлює необхідність їх суворого нормативного регулювання. У зв'язку з цим планувальні, технологічні та інженерні рішення для зазначених об'єктів мають розроблятися з урахуванням вимог чинного законодавства у сфері управління відходами, ветеринарно-санітарної безпеки та охорони навколишнього природного середовища.

Нормами національного законодавства відходи тваринного походження виділені в окрему групу побічних продуктів, для яких запроваджено спеціальні правила щодо збирання, тимчасового зберігання, транспортування та подальшої утилізації. Такий підхід зумовлений потенційними ризиками для довкілля та здоров'я населення у разі неналежного поводження з цією категорією відходів.

Відповідно до положень Закону України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною», до складу зазначених відходів відносяться туші загиблих тварин, їх частини, а також інші органічні матеріали, які не допускаються до використання у харчовому ланцюгу. Для тваринницьких комплексів це означає обов'язкове врахування у проектній документації спеціально обладнаних приміщень, зон або інженерних рішень, призначених для безпечного збору, зберігання та підготовки таких відходів до утилізації.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

З точки зору будівельного проектування вимоги щодо поводження з відходами тваринного походження безпосередньо впливають на формування генерального плану тваринницького комплексу, функціональне зонування території, розміщення допоміжних будівель і споруд, а також вибір інженерного оснащення об'єкта. Утилізація зазначених відходів допускається виключно на спеціалізованих підприємствах або у відповідних структурних підрозділах, що обумовлює необхідність передбачення тимчасових сховищ, холодильного обладнання та зручних під'їзних шляхів для спеціалізованого транспорту.

Загальні засади управління відходами визначаються Законом України «Про управління відходами», положення якого застосовуються при обґрунтуванні проектних рішень, спрямованих на зменшення обсягів утворення відходів, зниження екологічного навантаження та забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов експлуатації тваринницьких комплексів. Додаткові регуляторні вимоги встановлюються законодавством у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення, ветеринарної медицини та охорони довкілля, що в сукупності формує обов'язкові умови для проектування й функціонування об'єктів тваринництва.

Система нормативно-правового регулювання поводження з сільськогосподарськими відходами в Україні включає низку спеціалізованих законів, зокрема «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [20], «Про захист населення від інфекційних хвороб» [21], «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» [22], «Про безпечність та якість харчових продуктів» [23], «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [24], «Про Загальнодержавну цільову економічну програму проведення моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у живих тваринах, продуктах тваринного походження і кормах, а також у харчових продуктах, підконтрольних ветеринарній службі» [25], а також значну кількість підзаконних нормативно-правових актів.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

Водночас слід зазначити, що національна система правового регулювання у сфері поводження з сільськогосподарськими відходами, попри завершення основних етапів формування, поки що не функціонує як повністю ефективний механізм екологізації розвитку держави. Наявні проблеми її практичної реалізації та недостатність інструментів забезпечення виконання законодавчих вимог у сфері управління відходами потребують комплексного та невідкладного вирішення.

У процесі подальшого вдосконалення законодавства України щодо поводження з відходами у сільському господарстві доцільним є врахування міжнародного досвіду. Зокрема, підхід Європейського Союзу базується на реалізації трьох ключових принципів: запобігання утворенню відходів, їх переробка та повторне використання, а також удосконалення процедур остаточного видалення з обов'язковим систематичним моніторингом.

### **3.3. Світовий досвід екологічно орієнтованого проєктування тваринницьких комплексів**

Міжнародна практика проєктування та функціонування тваринницьких комплексів демонструє поступовий перехід від фрагментарного аналізу окремих виробничих процесів до комплексного підходу, за якого екологічні вимоги інтегруються безпосередньо в інженерні та планувальні рішення. У такій моделі питання екологічної безпеки розглядаються як невід'ємна складова проєктування агропромислових об'єктів, а не як додаткові обмеження на етапі експлуатації. Особливо показовим у цьому аспекті є досвід Європейського Союзу, де управління відходами тваринного походження визнається одним із ключових чинників зниження екологічних ризиків у тваринницькому секторі.

Європейський Союз сформував розгалужену та структуровану систему нормативно-правового регулювання у сфері поводження з відходами тваринного походження, яка встановлює підвищені вимоги до всіх етапів їх утворення, зберігання, оброблення та видалення. Зокрема, Директива (ЄС) 2018/850 [26] передбачає поетапне скорочення обсягів захоронення відходів на полігонах і зобов'язує здійснювати попередню обробку твердих побутових відходів, у тому

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

числі тих, що виникають у тваринницькому виробництві, до їх остаточного видалення. Загальна концепція підходу ЄС ґрунтується на пріоритеті запобігання утворенню відходів, максимальному залученні матеріальних ресурсів у повторний обіг шляхом переробки та рециклінгу, а також на мінімізації негативного впливу відходів на компоненти довкілля.

Поряд із законодавчими актами важливу роль у системі екологічного управління відіграють міжнародні стандарти, зокрема серія ISO 14001, які визначають вимоги до систем екологічного менеджменту на підприємствах. Застосування таких стандартів сприяє впровадженню структурованих і відповідальних підходів до поводження з відходами, інтеграції найкращих світових практик у виробничу діяльність, підвищенню ефективності екологічного управління та зменшенню негативного впливу тваринницьких об'єктів на природні екосистеми.

Держави з розвинутою екологічною політикою, передусім країни Європейського Союзу, активно впроваджують принципи циркулярної економіки у тваринницькому секторі. Такий підхід передбачає повторне використання органічних відходів і їх трансформацію у корисні продукти, зокрема біогаз або органічні добрива. Реалізація цих рішень дозволяє не лише суттєво скоротити обсяги відходів, але й зменшити викиди парникових газів, що має важливе значення в контексті протидії зміні клімату.

Для України адаптація міжнародних стандартів і впровадження передових практик управління відходами у тваринницькій галузі є необхідною передумовою екологічно збалансованого розвитку. Гармонізація національного законодавства з вимогами Європейського Союзу та застосування сучасних технологічних рішень у сфері поводження з відходами тваринного походження сприятимуть зниженню антропогенного навантаження на довкілля, підвищенню рівня захисту здоров'я населення та посиленню конкурентних позицій українського тваринництва на міжнародному ринку.

У країнах ЄС діяльність великих промислових тваринницьких господарств регламентується положеннями низки директив, серед яких ключове значення

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

мають: Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди; Водна рамкова директива 2000/60/ЄС та Директива 91/676/ЄС щодо захисту вод від забруднення нітратами із сільськогосподарських джерел; а також Директиви 2011/92/ЄС про оцінку впливу на довкілля та 2001/42/ЄС щодо стратегічної екологічної оцінки.

Директива 2010/75/ЄС про промислові викиди є базовим інструментом Європейського Союзу у сфері регулювання викидів забруднювальних речовин від великих промислових і сільськогосподарських об'єктів. Її основною метою є підвищення рівня охорони довкілля та громадського здоров'я шляхом скорочення негативного впливу виробничої діяльності. Документ запроваджує інтегрований підхід до дозвільної системи, передбачає обов'язкове застосування найкращих доступних технологій, забезпечує гнучкість регуляторних механізмів, регулярне проведення екологічних інспекцій та участь громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень. Рішенням Європейської Комісії № 2017/302 були визначені найкращі доступні технології для заготівлі та зберігання кормів, утримання тварин і поводження з гноєм та послідом, зокрема щодо їх збирання, зберігання та внесення в ґрунт. Уперше були встановлені граничні показники викидів аміаку в атмосферне повітря з тваринницьких приміщень, а також нормативи виділення азоту та фосфору у свинарстві та птахівництві. Крім того, нові вимоги НДТ охоплюють такі екологічні аспекти, як запиленість, запахи та шум.

Відповідно до статті 8 Директиви 2010/75/ЄС, у разі недотримання умов дозволу держави-члени зобов'язані забезпечити оперативне реагування, включаючи обов'язкове інформування компетентних органів оператором установки, негайне вжиття заходів для відновлення дотримання встановлених вимог та реалізацію додаткових заходів, визначених контролюючими органами. У випадках, коли порушення створює безпосередню загрозу здоров'ю людей або може призвести до значної шкоди довкіллю, експлуатація відповідних об'єктів або їх частин підлягає тимчасовому припиненню до усунення порушень.

Сільське господарство в Європейському Союзі є одним із найбільших споживачів водних ресурсів і водночас суттєвим джерелом навантаження на

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

поверхневі та підземні води. Так, свинокомплекс із поголів'ям близько 4000 свиноматок і 29 000 поросят може споживати від 300 до 1000 м<sup>3</sup> питної води на добу. З метою зменшення негативного впливу аграрної діяльності на водні ресурси у 1991 році було прийнято Нітратну директиву (91/676/ЄС), положення якої доповнюються Рамковою водною директивою 2000/60/ЄС. Забруднення води нітратами розглядається в ЄС як одна з найбільш серйозних екологічних загроз, що обумовило включення охорони водних ресурсів до пріоритетних напрямів діяльності Європейської Комісії. У процесі функціонування тваринницьких підприємств утворюються значні обсяги гною та посліду, накопичення яких призводить до забруднення поверхневих вод азотом, фосфором та іншими сполуками. Органічні та мінеральні добрива залишаються основним джерелом нітратного забруднення вод, що може мати серйозні наслідки для здоров'я людини, включаючи порушення обміну речовин, онкологічні захворювання, розлади репродуктивної функції та інші патологічні стани, а також спричиняти евтрофікацію водних об'єктів через надмірний розвиток водоростей і ціанобактерій.

### **3.4. Вплив тваринницьких об'єктів на атмосферне повітря**

Атмосферне повітря належить до ключових компонентів навколишнього природного середовища, на які здійснюється вплив у процесі експлуатації тваринницьких комплексів. Згідно з вимогами Закону України «Про охорону атмосферного повітря», проектування, будівництво та функціонування об'єктів, діяльність яких супроводжується викидами забруднювальних речовин, повинні забезпечувати дотримання встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК) у приземному шарі повітря.

У тваринницькому виробництві до основних джерел потенційно небезпечного впливу належать гній, побічні продукти переробки тварин, а також падіж. Тваринницькі ферми є значними стаціонарними джерелами викидів низки шкідливих газоподібних сполук, зокрема аміаку (NH<sub>3</sub>), який бере участь у формуванні кислотних опадів та утворенні вторинних аерозолів, що негативно впливають на стан довкілля і здоров'я людини. Окрім цього, галузь

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

тваринництва вважається одним із суттєвих джерел парникових газів, що формують глобальні кліматичні зміни.

До складу викидів, характерних для тваринницьких комплексів, також входять сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) та органічні аерозолі. Основними зонами їх утворення є приміщення для утримання тварин, гнойові канали, майданчики та ємності для тимчасового зберігання відходів, а також вентиляційні системи виробничих будівель.

За наявними оцінками, на метан припадає близько 16% загального обсягу його глобальних викидів, тоді як частка закису азоту становить орієнтовно 17%. Зазначені сполуки чинять негативний вплив на довкілля, посилюючи парниковий ефект і сприяючи деградації екосистем [27]. Викиди в атмосферу, зокрема неприємні запахи, істотно погіршують якість життя населення, що проживає поблизу тваринницьких підприємств, впливають на біорізноманіття та є додатковим чинником кліматичних змін.

За інформацією Всесвітньої продовольчої та сільськогосподарської організації, підприємства тваринницького сектору формують близько 18% сумарних викидів парникових газів у світі. Водночас окремі наукові оцінки, які додатково враховують викиди від дихання тварин, метаногенез, зміну землекористування та інші супутні процеси, свідчать про можливе зростання цієї частки до 51% загальних глобальних викидів.

Таблиця 2 – Основні забруднюючі речовини та нормативні обмеження

<b>Забруднююча речовина</b>	<b>Основне джерело утворення</b>	<b>Нормативне обмеження</b>	<b>Проектні заходи зниження</b>
Аміак ( $\text{NH}_3$ )	Утримання тварин, гній	Дотримання ГДК	Посилена вентиляція
Сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ )	Анаеробне розкладання	Дотримання ГДК	Герметизація каналів
Метан ( $\text{CH}_4$ )	Гноївка, відходи	Контроль викидів	Відведення та утилізація
Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ )	Дихання тварин	Нормативний рівень	Повітрообмін

Відповідно до вимог санітарного законодавства, вміст основних газоподібних домішок у повітрі повинен відповідати нормативним показникам, встановленим як для робочої зони, так і для навколишнього середовища, що є обов'язковою умовою проектування та експлуатації тваринницьких комплексів.

Проектні рішення щодо влаштування систем вентиляції виробничих корпусів приймаються з урахуванням вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [28]. Вентиляційні системи мають забезпечувати встановлений нормативами повітрообмін, ефективно видалення забрудненого повітря без утворення застійних зон, а також обмеження поширення запахів за межі будівель і споруд.

Під час розміщення виробничих корпусів у межах тваринницького комплексу обов'язково враховуються напрямки переважаючих вітрів, що відповідає вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [16]. Реалізація таких планувальних рішень сприяє зниженню концентрацій забруднювальних речовин у приземному шарі атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони.

До додаткових проектних заходів із забезпечення охорони атмосферного повітря належить впровадження локальних систем очищення вентиляційних викидів, застосування біофільтрів, а також використання технологій, спрямованих на зменшення запахового навантаження. Комплексне впровадження зазначених рішень дозволяє забезпечити відповідність тваринницьких комплексів вимогам чинних нормативно-правових актів і суттєво знизити негативний вплив на атмосферне повітря прилеглих територій.

### **3.5. Поводження з відходами тваринництва та гноєсховища**

У процесі функціонування тваринницьких комплексів утворення органічних і супутніх виробничих відходів має безперервний характер та є одним із ключових екологічних чинників, які необхідно враховувати під час проектування виробничих корпусів. Переважну частку відходів становлять гній і гноївка, кількість яких визначається видовим складом тварин, чисельністю поголів'я та обраною технологією їх утримання. Окрім цього, формуються

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

додаткові потоки відходів, пов'язані з ветеринарними заходами, експлуатацією інженерних систем і використанням транспортних засобів.

Згідно з положеннями Закону України «Про відходи», усі відходи, що утворюються на тваринницьких комплексах, підлягають обов'язковому обліку, класифікації за ступенем небезпеки та організованому управлінню. Проектні рішення мають передбачати роздільне збирання органічних і неорганічних відходів, а також облаштування спеціально визначених місць для їх тимчасового зберігання з твердим покриттям і захистом від впливу атмосферних опадів.

Особливої уваги на етапі проектування потребує улаштування гноєсховищ. Відповідно до вимог ДБН В.2.2-2:2009 [29] та галузевих норм ВНТП-АПК, такі споруди повинні мати герметичні днища та стінки, виконані з водонепроникних матеріалів, що запобігають проникненню забруднювальних речовин у ґрунт. Розміщення гноєсховищ здійснюється з урахуванням рельєфних умов ділянки, напрямків поверхневого водостоку та глибини залягання ґрунтових вод, що дозволяє мінімізувати ризики негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Таблиця 3 – Основні вимоги до гноєсховищ у складі тваринницького комплексу

<b>Показник</b>	<b>Нормативна вимога</b>	<b>Проектне рішення</b>
Тип конструкції	Герметична	Залізобетонна чаша
Захист ґрунтів	Водонепроникне дно	Гідроізоляційний шар
Розміщення	Поза зонами підтоплення	Врахування рельєфу
Обслуговування	Механізоване	Насосне перекачування

Раціональна організація системи поводження з відходами тваринництва передбачає можливість їх подальшого використання як вторинного ресурсу, зокрема у вигляді органічних добрив. Це відповідає принципам ресурсозбереження та дозволяє зменшити екологічне навантаження на територію комплексу.

### 3.6. Вплив на водні об'єкти

Водні ресурси належать до найбільш чутливих елементів навколишнього природного середовища в межах зони впливу тваринницьких комплексів. Основну екологічну загрозу становить імовірність надходження забруднювальних речовин до водного середовища зі стічними водами або внаслідок порушення герметичності гноєсховищ, що може призводити до забруднення ґрунтових і підземних вод. Відповідно до положень Водного кодексу України, під час проектування об'єктів агропромислового комплексу необхідно унеможливити негативний вплив на поверхневі та підземні води, а також забезпечувати раціональне та ощадливе водокористування.

Проектні рішення для виробничих корпусів передбачають улаштування систем організованого водовідведення згідно з вимогами ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» [30]. Стічні води, що утворюються внаслідок миття приміщень, технологічного обладнання та транспортних засобів, підлягають централізованому збору та обов'язковому очищенню на локальних очисних спорудах з подальшим повторним використанням або безпечним відведенням.

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-2:2009 [29], підлогові покриття у виробничих будівлях тваринницьких комплексів мають виконуватися з водонепроникних матеріалів із передбаченням ухилів у напрямку водозбірних лотків. Обов'язковими проектними заходами є герметизація підлог, застосування бетонних покриттів із захисними шарами та влаштування протифільтраційних бар'єрів, що запобігають проникненню забруднювальних речовин у ґрунт.

Зосередження значної кількості тварин на обмеженій території зумовлює підвищене водоспоживання, що впливає на місцевий водний баланс і стан водних ресурсів. У зв'язку з цим промислове тваринництво належить до найбільших споживачів води, що потребує особливо зваженого підходу до організації водокористування.

Крім того, у процесі експлуатації тваринницьких підприємств накопичуються значні обсяги гною, що створює додаткові екологічні ризики.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

Основними негативними наслідками накопичення органічних відходів є забруднення поверхневих вод сполуками азоту, фосфору та іншими шкідливими речовинами [27].

Найбільшу небезпеку становить неперероблений гній, який може містити патогенні мікроорганізми, яйця гельмінтів і токсичні хімічні сполуки. У разі його потрапляння до ґрунтових вод відбувається їх насичення небезпечними речовинами, які здатні акумулюватися у продуктах рослинного походження. Надалі ці забруднювачі можуть передаватися людині через харчовий ланцюг, що підвищує ризик виникнення інфекційних та інших серйозних захворювань.

Відходи тваринницьких комплексів, особливо ті, що містять органічні речовини та мінеральні компоненти, потрапляючи у водойми, спричиняють процеси евтрофікації, або так зване «цвітіння води». За умов надмірного надходження органічних сполук у водному середовищі активізується розвиток синьо-зелених водоростей, що призводить до погіршення якості води та зниження концентрації розчиненого кисню. Процеси розкладання органічної маси супроводжуються виділенням аміаку, який негативно впливає на водні екосистеми. Потрапляння патогенних мікроорганізмів у водойми може викликати масову загибель риби та інших гідробіонтів, роблячи воду непридатною для господарського та побутового використання. Високий рівень органічного забруднення також підвищує токсичне навантаження на екосистеми й у окремих випадках створює загрозу для джерел питного водопостачання.

### **3.7. Вплив на ґрунти**

Згідно з положеннями Земельного кодексу України, у процесі будівництва об'єктів агропромислового призначення обов'язковим є зняття родючого шару ґрунту, його збереження та подальше використання відповідно до цільового призначення.

Застосування органічних добрив, що утворюються під час експлуатації тваринницького комплексу, повинно здійснюватися раціонально, з урахуванням агрохімічних нормативів і вимог щодо запобігання надмірному антропогенному навантаженню на ґрунтовий покрив.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 4 – Основні заходи захисту ґрунтів і водних ресурсів

Джерело потенційного впливу	Нормативна вимога	Проектне рішення
Стічні води	Водний кодекс України	Локальні очисні споруди
Підлоги виробничих корпусів	ДБН В.2.2-2:2009	Водонепроникні покриття
ґноєсховища	ВНТП-АПК	Герметичні конструкції
Земельні роботи	Земельний кодекс України	Збереження родючого шару

Основний вплив тваринницької діяльності на ґрунтовий покрив зумовлений використанням екскрементів тварин у якості органічних добрив. Водночас найбільшу екологічну небезпеку становить надмірне внесення таких відходів, що може призводити до накопичення в ґрунті речовин, які не підлягають біологічному розкладанню, зокрема важких металів і хлорорганічних сполук.

Згідно з результатами досліджень нігерійських науковців Чибуйке Г. У. та Обіора С. К., окремі важкі метали є життєво необхідними для живих організмів, однак лише за умови їх надходження у незначних кількостях. До цієї групи належать кобальт (Co), мідь (Cu), залізо (Fe), марганець (Mn), молібден (Mo), нікель (Ni) та цинк (Zn). Водночас такі елементи, як свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg) і миш'як (As), не виконують біологічно корисних функцій, а їх накопичення у харчовому ланцюгу становить серйозну загрозу для здоров'я людини [31].

Важкі метали здатні акумулюватися у кістковій тканині та внутрішніх органах, порушуючи функціонування окремих органів і систем організму. Вони витісняють життєво важливі мікроелементи, зокрема кальцій і магній, що призводить до дисбалансу обміну речовин. Підвищений вміст таких металів може спричиняти розвиток тяжких патологій, включаючи порушення метаболічних процесів, аутистичні розлади, гостру й хронічну ниркову недостатність, захворювання серцево-судинної та нервової систем, а також онкологічні хвороби.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

Одним із основних джерел надходження важких металів у довкілля є спеціалізовані кормові добавки, які застосовуються у тваринництві з метою стимулювання їх росту. Наприклад до складу раціонів свиней регулярно вводять мінеральні компоненти, зокрема кальцій, хлориди, мідь, йод, залізо, марганець, фосфор, селен, натрій і цинк. Як зазначається у дослідженнях Е. А. Ампофо та Д. Авортве, ці елементи відіграють важливу роль у забезпеченні нормального формування кісткової тканини, підтриманні фізіологічних процесів росту, розмноження та лактації. Зокрема, мідь, залізо і цинк використовуються як добавки для прискорення приросту живої маси свиней.

Разом із тим за умов надмірного внесення добрив на основі свинячого гною рослини не здатні повністю засвоювати всі мінеральні компоненти, унаслідок чого відбувається їх накопичення в ґрунті. Це призводить до погіршення агрохімічних властивостей ґрунтового покриву, а під час атмосферних опадів частина забруднювальних речовин може інфільтруватися у підземні води, спричиняючи їх забруднення.

Додатковою екологічною проблемою є спадщина попередніх підходів до утилізації тваринних решток. Так, на території колишнього СРСР до 1970-х років широко застосовувалася практика захоронення трупів тварин у худобомогильниках. Такі об'єкти, що розміщені поблизу або в межах багатьох населених пунктів, істотно обмежують подальше використання земельних ділянок і створюють довготривалі ризики для стану ґрунтів та підземних вод.

### **3.8. Вплив на навколишнє середовище**

На сьогодні на території України практично відсутні тваринницькі ферми, на яких переробка відходів здійснюється із застосуванням повноцінних очисних споруд. У більшості випадків використовуються зливні лагуни – спеціально влаштовані котловани, до яких скидається необроблена сировина. Після заповнення таких лагун їх вміст, як правило, вивозиться на сільськогосподарські угіддя без попередньої технологічної обробки. Водночас у країнах Європи вже близько двох десятиліть діє законодавча заборона на внесення у ґрунт не перероблених органічних відходів.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

Впровадження індустріальних технологій у тваринницькому виробництві зумовило суттєве зростання частки безпідстилкового гною, який нині становить понад 59 % від загального обсягу утворюваних відходів, і ця тенденція зберігається. В Україні функціонує значна кількість тваринницьких комплексів із безпідстилковою системою утримання, на яких щоденно утворюється понад 150 тис. т гною та стічних вод, при цьому майже половина цих відходів не залучається до жодних форм корисного використання. За рівнем хімічного навантаження на довкілля безпідстилковий гній у десять разів перевищує небезпеку, притаманну комунально-побутовим відходам.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, безпідстилковий гній є потенційним носієм понад ста збудників захворювань тварин і людини. Крім того, він створює сприятливі умови для тривалого збереження та активного розвитку мікроорганізмів і гельмінтів, що підвищує ризик забруднення водойм, ґрунтів, підземних вод, кормів і пасовищ патогенними агентами, небезпечними для живих організмів.

У разі порушення встановлених вимог до зберігання та використання гною відходи часто накопичуються безпосередньо поблизу тваринницьких комплексів, формуючи осередки підвищеного екологічного ризику. Такі ситуації призводять до забруднення ґрунтових вод, поверхневих водойм і ґрунтового покриву [32].

За перевищення допустимих концентрацій органічних речовин ґрунти поступово втрачають свої природні властивості, відбувається їх насичення токсичними сполуками, що порушує мікроелементний баланс і хімічну структуру ґрунтового середовища. Подібне забруднення не лише знижує родючість земель, але й створює безпосередню загрозу для підземних вод.

За тривалого контакту з органічними відходами токсичні речовини, важкі метали та небезпечні органічні сполуки здатні мігрувати вглиб ґрунту, досягаючи водоносних горизонтів. У результаті відбувається забруднення джерел питної води, що становить серйозну небезпеку для здоров'я населення, яке використовує таку воду для господарсько-побутових потреб.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

Окрім цього, підвищений вміст аміаку та метану у відходах тваринницьких ферм спричиняє інтенсивне утворення неприємних запахів, що негативно впливають на якість атмосферного повітря та знижують рівень комфорту проживання населення на прилеглих територіях.

### **3.9. Використання відходів тваринницького комплексу для виробництва біогазу**

Відходи тваринницьких комплексів, зокрема гній і послід різних видів худоби, є вагомим ресурсом для виробництва біогазу. Найбільший потенціал при цьому має рідка фракція гною, яка характеризується підвищеним виходом біогазу в процесі анаеробного зброджування. Зміна структури сучасного тваринництва, що супроводжується підвищенням продуктивності та концентрацією поголів'я, зумовлює утворення значних обсягів органічних відходів, які можуть бути ефективно використані як сировина для відновлюваної енергетики.

Незважаючи на коливання чисельності поголів'я окремих видів тварин у різні періоди, загальні обсяги утворення гною в Україні залишаються значними. Сумарна кількість органічних відходів тваринного походження, що утворюються на промислових фермах, створює суттєвий енергетичний потенціал для виробництва біогазу. У перерахунку на природний газ цей потенціал може становити сотні мільйонів кубічних метрів на рік, що еквівалентно сотням тисяч тонн умовного палива. Використання такого ресурсу є економічно доцільним і може забезпечити додаткові фінансові надходження аграрному сектору, одночасно сприяючи розвитку альтернативних джерел енергії [33].

Фізико-хімічні властивості гною значною мірою залежать від виду та віку тварин, способу їх утримання, раціону годівлі, а також від рівня механізації виробничих процесів. Важливим чинником, що впливає на кількість і якість органічних відходів, є використання води на тваринницьких фермах, зокрема для миття приміщень, обладнання та дезінфекційних заходів. На сучасних комплексах широко застосовуються гідравлічні системи видалення гною, які

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

потребують значних обсягів води та формують рідку консистенцію сировини, придатну для біогазових установок.

На склад і властивості гною також впливають підстилкові матеріали, залишки кормів та сторонні домішки, які можуть змінювати вміст сухої речовини та біорозкладних компонентів. Для ефективної переробки органічних відходів у біогаз важливим є забезпечення оптимальної вологості сировини. Як правило, у зимовий період рекомендований рівень вологості становить не менше 85 %, а в літній – близько 92 %, що дозволяє знизити в'язкість гною, поліпшити його транспортування та інтенсифікувати процес газоутворення. Крім того, достатня буферна ємність органічної маси сприяє стабілізації рівня рН і запобігає пригніченню метаногенних мікроорганізмів.

Важливе значення для процесу анаеробного зброджування має співвідношення вуглецю, азоту та інших поживних компонентів у гної. Оптимальне співвідношення вуглецю до азоту для максимального виходу біогазу зазвичай знаходиться в межах 10–20. Порушення цього балансу може негативно впливати на активність бактерій: за надлишку вуглецю виникає дефіцит азоту, а за його нестачі – підвищується концентрація аміаку, що пригнічує метаногенез.

Процеси біорозкладання гнойової біомаси значною мірою залежать від складу сировини та частки біонерозкладних фракцій. Для гною окремих видів худоби рівень біорозкладання може досягати 80–90 %, тоді як для інших – бути нижчим. За умов мезофільного режиму зброджування найбільш інтенсивне виділення біогазу, як правило, відбувається протягом перших 9–12 діб [34].

Узагальнюючи, використання відходів тваринницьких комплексів для виробництва біогазу є ефективним та економічно обґрунтованим напрямом, що дозволяє одночасно вирішувати енергетичні та екологічні проблеми аграрного сектору. Впровадження біогазових технологій сприяє зменшенню негативного впливу органічних відходів на довкілля, зниженню залежності від традиційних енергоресурсів і забезпеченню сталого розвитку агропромислових підприємств.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

В таблиці 5 представлено аналіз фізико-хімічного складу гнойових відходів свиноферми.

Таблиця 5 Фізико-хімічна характеристика гнойових відходів свиноферми

Показники	Розмірність	Значення показника	
		Найменше	Найбільше
Зольність	% до СР	15	16
Вміст СР	% до маси	0,6	12
Азот N	% до маси	3,8	10,3
Співвідношення вуглецю і азоту C/N		6,2	12,5
Фосфор	% до маси	1,9	2,5
Калій	% до маси	1,4	3,1
Целюлоза	% до маси	19	21,4
Леткі жирні кислоти (ЛЖК)	г/л	1,53	11,93

Відповідно до наведених у таблиці 5 даних, гнойова маса, що утворюється в процесі утримання тварин, є придатною сировиною для утилізації з метою виробництва біогазу. Разом із тим слід враховувати, що наведені показники можуть змінюватися залежно від видової належності тварин, особливостей їх годівлі, умов утримання, а також обраної системи видалення гною.

Процес утворення біогазу відбувається внаслідок анаеробного біологічного розкладання органічного субстрату, тобто за відсутності кисню, у результаті чого формується газова суміш із високим енергетичним потенціалом.

У ході цього процесу мікроорганізми практично повністю трансформують органічну біомасу в біогаз, при цьому додатково виділяється теплова енергія та формується нова мікробіологічна біомаса, що ілюструється на рисунку 4.1.

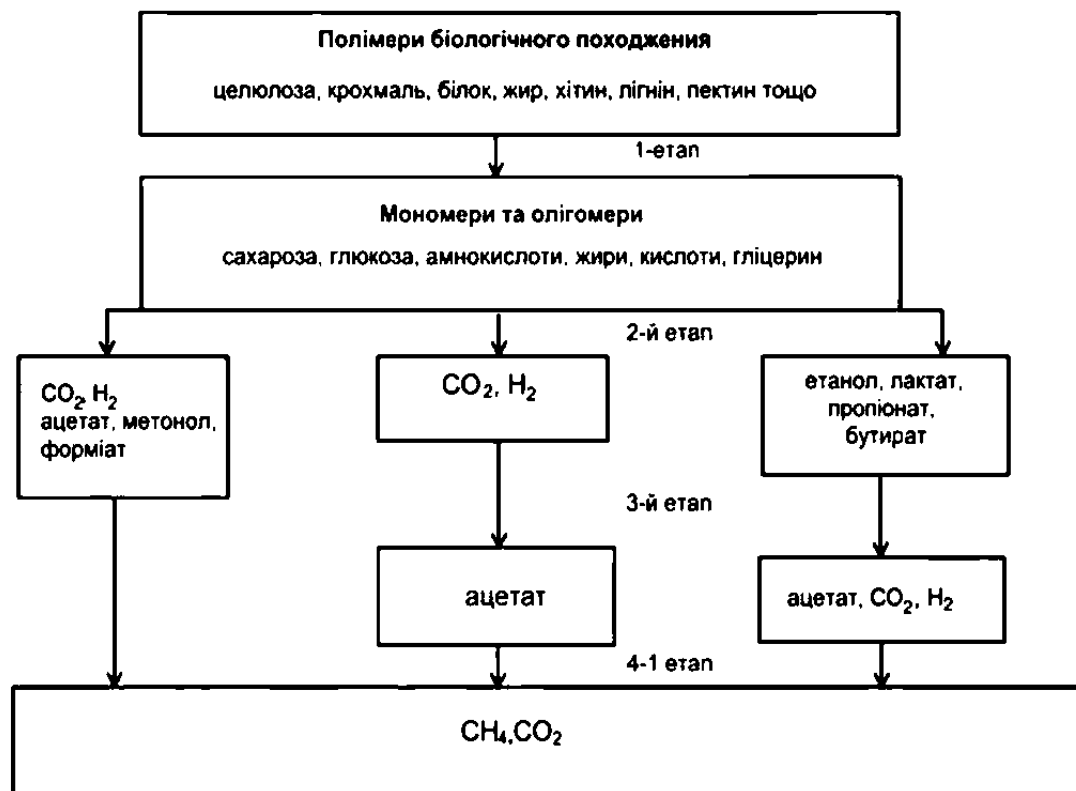


Рисунок 3.2 – Схема метанового бродіння [34]

### 3.10. Обґрунтування вибору технології метанового бродіння

В Україні функціонує значна кількість тваринницьких господарств, що постачають м'ясну продукцію на місцеві та регіональні ринки. З огляду на зростання інвестиційної активності операторів ринку у сфері м'ясного виробництва, питання контролю та моніторингу поводження з гноєм набуває особливої актуальності. Однією з найбільш проблемних галузей у цьому контексті є свиначство, для якого характерне утворення значних обсягів відходів життєдіяльності. За добу одна тварина може продукувати в середньому 5–8 кг гною, що в річному вимірі становить близько 2–3 т. Такі обсяги органічних відходів формують потенційно небезпечні санітарні умови не лише в межах господарства, але й на прилеглих територіях, спричиняючи забруднення ґрунтів, водних ресурсів та атмосферного повітря [35].

Гній, зокрема свинячий, може виступати джерелом інвазійних захворювань, оскільки серед збудників, що в ньому містяться, особливу небезпеку становлять геогельмінти, життєвий цикл яких пов'язаний із ґрунтом. У зв'язку з цим виникає ризик інфікування людей і тварин під час обробки земель, забруднених гноєм,

а також при споживанні рослинної продукції, вирощеної на таких ділянках. За даними досліджень, в одному літрі гнойових стічних вод свинокомплексів може міститися до 430 яєць і зародків гельмінтів. Залежно від застосованої технології утримання тварин використовуються різні методи знезараження гною.

У процесі проектування та будівництва свиноферм необхідно передбачати достатні площі земель, здатних приймати та утилізувати утворену масу органічних відходів. Водночас внесення гною у ґрунт допускається виключно після його попереднього знезараження та технологічної обробки. Біологічні методи знезараження ґрунтуються на процесах окислення органічної речовини та пригніченні або знищенні патогенних мікроорганізмів за рахунок дії термофільної мікрофлори [36].

До основних способів біологічного знезараження та перероблення гнойових відходів належать:

- компостування, у результаті якого гній перетворюється на органічні добрива із збереженням поживних речовин та поліпшенням структури ґрунту;
- зберігання гною в лагунах, що є традиційним методом, однак супроводжується ризиками випаровування шкідливих газів і можливого забруднення водоносних горизонтів;
- анаеробно-метанове зброджування, яке поєднує знезараження гною з виробництвом біогазу як альтернативного джерела енергії.

Найбільш перспективним способом утилізації рідкого гною тваринницьких комплексів вважається метанове бродіння. Цей процес забезпечує не лише ефективно знезараження та дегельмінтизацію органічних відходів, але й дозволяє отримувати відновлювану енергію. На відміну від традиційних відстійників і лагун, у яких фільтрат може проникати в ґрунтові води та створювати загрозу для здоров'я населення, метанове зброджування істотно знижує хімічне й мікробіологічне навантаження на довкілля. У результаті відбувається очищення ґрунту, води та повітря з одночасним утворенням високоякісних органічних добрив. Біогаз, що генерується під час цього процесу, може використовуватися для енергозабезпечення підприємства. Крім того, біогазові установки займають

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

меншу площу порівняно з лагунами та ефективно нейтралізують неприємні запахи [35].

Газова суміш, отримана внаслідок метанового бродіння, переважно складається з метану (50–60 %) і вуглекислого газу (25–50 %). Також у біогазі можуть міститися незначні домішки водню, сірководню, аміаку та інших газів. Склад біогазу змінюється залежно від типу вихідної сировини, застосованої технології та умов ферментації.

Процес утворення біогазу умовно поділяють на три основні стадії: гідроліз, кислотогенез та метаногенез. На першому етапі під дією позаклітинних ферментів мікроорганізмів (амілаз, протеаз, ліпаз) відбувається розщеплення складних вуглеводів, білків і жирів до простих мономерів. На другій стадії кислотопродукуючі бактерії перетворюють ці сполуки на леткі жирні кислоти, водень, оксид вуглецю, оцтову та мурашину кислоти, нижчі спирти та інші проміжні продукти. Вони слугують субстратом для метаногенних мікроорганізмів, які на заключному етапі перетворюють сполуки з низькою молекулярною масою (водень, вуглекислий газ, оцтову кислоту) на метан. При цьому слід враховувати, що метаноутворюючі бактерії є надзвичайно чутливими до змін параметрів середовища, тому вихід біогазу значною мірою залежить від температурного режиму, рівня рН та інших технологічних чинників [37].

Для стабільного перебігу процесу анаеробного зброджування необхідно забезпечити комплекс умов, зокрема:

- оптимальний температурний режим;
- відсутність доступу кисню;
- достатню кількість поживних речовин;
- контроль кислотно-лужного балансу;
- регламентовану тривалість зброджування та ритмічне завантаження і вивантаження субстрату;
- регулярне перемішування маси;
- належний рівень вологості;
- відсутність інгібуючих домішок.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

Кінцевим продуктом анаеробного зброджування є біогаз із високим вмістом метану. Перед подачею в метантенк відходи піддаються механічному подрібненню, наприклад у молотковій дробарці, що сприяє підвищенню виходу газу, та розбавляються водою до вологості близько 95 %. Процес зброджування здійснюється в метантенку безперервної дії за температури 35–37 °С, характерної для мезофільного режиму. Підтримання температури та перемішування забезпечується циркуляцією гарячої води через теплообмінник, після чого охолоджений теплоносій повертається в систему. Для стабільної роботи установки здійснюється рівномірне порційне введення сировини та відбір продукту. Отриманий біогаз піддається конденсаційному осушенню й накопичується в газгольдерах, після чого може без додаткового очищення використовуватися в когенераційних установках для виробництва теплової та електричної енергії.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

**РОЗДІЛ 4. ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО  
ЗАХИСТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ  
ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ  
ЯДЕРНИХ ТА НЕЯДЕРНИХ  
ЗАГРОЗ**

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

#### 4.1. Загальні положення та принципи інженерно-технічного захисту

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту на підприємствах тваринництва є складовою загальної системи забезпечення безпеки населення, персоналу та матеріальних ресурсів у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного або воєнного характеру. Обсяг і зміст таких заходів формуються з урахуванням можливих уражальних факторів, імовірності їх реалізації, а також просторового зонування територій за рівнем небезпеки.

Основним завданням інженерно-технічного захисту є зменшення негативного впливу небезпечних факторів на людей, тварин і виробничу інфраструктуру, а також створення умов для стабільного функціонування об'єктів тваринництва в умовах надзвичайних ситуацій та в період відновлення після них. При цьому особлива увага приділяється будівельним і конструктивним рішенням, які безпосередньо впливають на стійкість будівель і споруд.

Розроблення інженерно-технічних заходів цивільного захисту здійснюється завчасно, на стадіях планування, проектування та будівництва об'єктів тваринницької інфраструктури. Частина заходів інтегрується у проєктні рішення шляхом вибору конструктивних схем, матеріалів і планувальних рішень, тоді як інші передбачаються для реалізації в процесі експлуатації або безпосередньо після виникнення надзвичайної ситуації. Такий підхід відповідає принципу поетапності та безперервності забезпечення цивільного захисту.

Оцінка рівня захищеності підприємств тваринництва проводиться протягом усього життєвого циклу будівель і споруд та включає декілька взаємопов'язаних етапів. На стадії відведення земельної ділянки аналізуються природні, інженерно-геологічні та містобудівні умови, що можуть впливати на рівень безпеки об'єкта та прилеглих територій. Особлива увага приділяється можливості підтоплення, впливу небезпечних виробництв, транспортних магістралей і об'єктів підвищеної небезпеки.

На етапі проектування здійснюється прогнозування рівня безпеки шляхом оцінки відповідності проєктних рішень чинним нормативним вимогам у сфері

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

цивільного захисту, будівельної надійності та санітарно-гігієнічної безпеки. У межах цього етапу визначаються типи можливих надзвичайних ситуацій, уточнюються сценарії їх розвитку та обґрунтовуються інженерно-технічні заходи щодо мінімізації можливих наслідків.

Під час будівництва контроль реалізації інженерно-технічних заходів забезпечується через систему авторського та технічного нагляду. Особлива увага приділяється якості виконання несучих і огорожувальних конструкцій, дотриманню проєктних рішень щодо товщини, матеріалу та вузлів примикання, а також правильності монтажу інженерних мереж і систем безпеки. На етапі введення об'єкта в експлуатацію здійснюється перевірка відповідності фактично збудованих конструкцій вимогам проєкту та нормативних документів.

У період експлуатації об'єктів тваринництва інженерно-технічний захист реалізується шляхом регулярного моніторингу технічного стану будівель, споруд і інженерних систем, а також своєчасного виконання ремонтних і профілактичних робіт. Такий моніторинг дозволяє виявляти потенційні загрози безпеці на ранніх стадіях і запобігати розвитку аварійних ситуацій.

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту включають комплекс рішень, спрямованих на:

- попередження або зменшення масштабів можливих руйнувань і втрат;
- захист персоналу, населення та тварин від уражальних факторів;
- забезпечення умов для проведення рятувальних і аварійно-відновлювальних робіт;
- підтримання працездатності об'єктів тваринництва в умовах надзвичайних ситуацій.

Фінансування заходів цивільного захисту передбачається у складі кошторисної вартості будівництва та експлуатації об'єктів, за винятком витрат, пов'язаних із ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій. Такий підхід забезпечує економічну обґрунтованість проєктних рішень і сприяє впровадженню принципів превентивної безпеки.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

Таким чином, інженерно-технічний захист підприємств тваринництва є багаторівневою системою, що поєднує організаційні, будівельні та експлуатаційні заходи. Реалізація цієї системи відповідно до чинних нормативних вимог дозволяє забезпечити належний рівень безпеки об'єктів тваринницької інфраструктури та підвищити їхню стійкість до впливу ядерних і неядерних загроз.

Отже, інженерно-технічний захист підприємств тваринництва ґрунтується на системному та поетапному підході, що охоплює всі стадії життєвого циклу об'єкта – від вибору земельної ділянки до його тривалої експлуатації. Поєднання нормативно обґрунтованих проєктних рішень, контролю якості будівельних робіт і постійного моніторингу технічного стану будівель і споруд створює передумови для ефективного зменшення ризиків у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Реалізація зазначених принципів забезпечує належний рівень безпеки персоналу, населення та виробничої інфраструктури, а також підвищує стійкість об'єктів тваринництва до дії ядерних і неядерних загроз.

#### **4.2. Організаційні та підготовчі заходи цивільної оборони**

Нормативна та територіальна основа заходів цивільного захисту визначає загальні умови формування інженерно-технічних рішень, спрямованих на забезпечення безпеки населення, персоналу та матеріальних цінностей у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Для підприємств тваринництва, які, як правило, характеризуються значними площами забудови, наявністю допоміжної інфраструктури та безперервним виробничим циклом, правильне врахування нормативних вимог і просторових чинників має принципове значення.

Формування системи цивільного захисту здійснюється відповідно до Кодексу цивільного захисту України, який визначає загальні правові та організаційні засади захисту населення і територій. Положення Кодексу конкретизуються у державних будівельних нормах, зокрема ДБН В.1.2-4:2019 [38], що регламентує підходи до забезпечення надійності та безпеки будівель і споруд з урахуванням можливих надзвичайних ситуацій, а також ДБН В.2.2-

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

5:2023 [12], який встановлює вимоги до захисних споруд цивільного захисту та приміщень подвійного призначення.

Нормативна база цивільного захисту передбачає, що обсяг і характер інженерно-технічних заходів визначаються з урахуванням категорії об'єкта, його функціонального призначення та можливого впливу зовнішніх уражальних факторів. Більшість підприємств тваринництва не відноситься до категоризованих об'єктів цивільного захисту, однак вони можуть розташовуватися в межах зон потенційної небезпеки, що зумовлює необхідність врахування вторинних факторів ураження.

Територіальна основа заходів цивільного захисту формується шляхом зонування територій за імовірною дією уражальних факторів. Відповідно до вимог ДБН В.1.2-4:2019 [38], під час проектування та експлуатації об'єктів необхідно враховувати можливість перебування їх у зонах:

- можливих сильних або середніх руйнувань;
- небезпечного або значного радіоактивного забруднення;
- можливого хімічного забруднення;
- зон обмеження світлового режиму (світломаскування).

Для підприємств тваринництва особливе значення має оцінка впливу навколишніх об'єктів інфраструктури, таких як промислові підприємства, транспортні магістралі, лінійні хімічно небезпечні об'єкти, а також об'єкти енергетики. Навіть за відсутності безпосереднього використання небезпечних речовин на самому підприємстві, зовнішні джерела загрози можуть формувати додаткові ризики, які мають бути враховані у проектних рішеннях.

Окремим аспектом територіального аналізу є врахування віддаленості об'єкта від джерел радіаційної небезпеки, зокрема атомних електростанцій. Хоча значні відстані зменшують імовірність прямого ураження, нормативні документи вимагають урахування можливих сценаріїв радіоактивного забруднення, що може впливати на вимоги до укриттів, систем вентиляції та режимів експлуатації будівель.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

Згідно з чинними нормативами, заходи цивільного захисту поділяються на ті, що реалізуються завчасно, та ті, що виконуються після виникнення надзвичайної ситуації. Завчасні заходи інтегруються у планувальні та конструктивні рішення будівель і споруд, тоді як оперативні заходи спрямовані на реагування, рятування людей і мінімізацію наслідків аварій. Такий поділ дозволяє забезпечити гнучкість системи цивільного захисту та її адаптацію до конкретних умов.

Важливою складовою нормативної основи є також узгодження інженерно-технічних заходів цивільного захисту з вимогами екологічної, санітарно-гігієнічної та пожежної безпеки. Для підприємств тваринництва це означає необхідність комплексного підходу, за якого рішення з цивільного захисту не суперечать вимогам утримання тварин, мікроклімату виробничих приміщень і охорони довкілля.

Таким чином, нормативна та територіальна основа заходів цивільного захисту створює рамкові умови для формування інженерно-технічних рішень, які забезпечують узгодженість між рівнем потенційної небезпеки, функціональним призначенням об'єкта та можливостями будівельних конструкцій і інженерних систем.

### **4.3. Заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози**

Заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози спрямовані на зменшення впливу уражальних факторів ядерного вибуху на населення, персонал, тварин та будівельно-виробничу інфраструктуру підприємств тваринництва. До основних уражальних факторів належать ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація та радіоактивне забруднення місцевості. Характер і масштаб їх дії визначають необхідність комплексного застосування інженерно-технічних, організаційних і експлуатаційних заходів.

З огляду на специфіку підприємств тваринництва, які часто представлені будівлями великої площі, одноповерховими корпусами та значною кількістю допоміжних споруд, першочергове значення має забезпечення укриття людей і

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		80

тварин, а також збереження функціональної придатності основних будівель після можливого ураження.

Підготовчі заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози реалізуються завчасно та інтегруються в проєктні рішення будівель і споруд. До них належить визначення та облаштування захисних споруд або приміщень подвійного призначення, здатних забезпечити нормативний ступінь послаблення радіаційного впливу. Перевага надається заглибленим або напівзаглибленим приміщенням із масивними огорожувальними конструкціями з монолітного чи збірного залізобетону, які характеризуються високими захисними властивостями.

З будівельної точки зору важливим є аналіз товщини та матеріалу огорожувальних конструкцій, типу перекриттів, а також умов розташування укриття відносно рівня землі та щільності забудови. У межах проєктування або обстеження існуючих будівель виконується перевірка відповідності конструкцій вимогам ДБН В.2.2-5:2023 [12] щодо забезпечення нормативного ступеня послаблення зовнішнього гамма- та нейтронного випромінювання.

Окрему увагу приділяють герметизації приміщень, що використовується як додатковий захисний захід у разі радіоактивного забруднення. Герметизація передбачає ущільнення дверних і віконних прорізів, мінімізацію неконтрольованих повітрообмінів, а також можливість оперативного переведення вентиляційних систем у відповідний режим роботи або їх повне відключення.

У разі виникнення ядерної загрози або отримання сигналу цивільного захисту першочерговим заходом є негайне укриття населення та персоналу у задалегідь визначених приміщеннях. Переміщення людей здійснюється за найкоротшими маршрутами, що проходять через внутрішні зони будівель, максимально віддалені від зовнішніх стін, світлових прорізів і легких огорожувальних конструкцій. З інженерної точки зору найбільш захищеними є приміщення, розташовані поблизу несучих стін, колон і ядер жорсткості будівель.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

Щодо тварин, евакуація поголів'я у більшості випадків є неможливою, тому основним заходом захисту є зменшення дії уражальних факторів шляхом розміщення тварин у найбільш захищених зонах будівель. У виробничих корпусах доцільним є використання центральних прольотів і зон, віддалених від торцевих фасадів і воріт, що знижує ризик травмування внаслідок дії ударної хвилі та уламків.

Після випадіння радіоактивних опадів заходи цивільної оборони спрямовуються на обмеження вторинного опромінення та забезпечення безпечної експлуатації об'єкта. З будівельної точки зору це передбачає виконання дезактиваційних робіт, які включають очищення покрівель, зовнішніх стін, твердих покриттів і інженерних елементів, розташованих на відкритій території. Внутрішні приміщення підлягають вологому прибиранню з використанням дозволених мийних засобів.

Паралельно з дезактивацією здійснюється інженерне обстеження будівель і споруд, спрямоване на виявлення пошкоджень несучих і огорожувальних конструкцій, що могли виникнути внаслідок дії ударної хвилі або вторинних навантажень. За результатами обстеження приймається рішення щодо можливості подальшої експлуатації будівель або необхідності виконання відновлювальних і підсилювальних робіт.

Таким чином, заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози на підприємствах тваринництва мають комплексний характер і поєднують конструктивні, планувальні та організаційні рішення. Їх ефективність значною мірою залежить від правильності інженерного обґрунтування проєктних рішень і рівня готовності об'єкта до дій у надзвичайних умовах.

Отже, заходи цивільної оборони в умовах ядерної загрози ґрунтуються на пріоритеті інженерного захисту населення, персоналу та тварин шляхом використання захисних споруд, приміщень подвійного призначення та стійких будівельних конструкцій. Завчасне врахування уражальних факторів ядерного вибуху в проєктних рішеннях і організації експлуатації об'єктів тваринництва дозволяє суттєво знизити рівень радіаційного впливу та забезпечити безпечні

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		82

умови перебування людей і збереження виробничого потенціалу в надзвичайних ситуаціях.

#### 4.4. Розрахунок нормативного ступіню послаблення радіаційного впливу

Визначимо придатність будівлі надземного модульного укриття для протирадіаційного захисту працівників тваринницького комплексу.

Нормативний коефіцієнт послаблення радіаційного впливу (коефіцієнт захисту) -  $K_3$  ПРУ вважається досягненим при виконання нерівності:

$$K_3 \leq K_{3ф}$$

де:  $K_3$  – нормативний коефіцієнт послаблення, який приймається згідно з таблицею А.2 додатка А [12];  $K_3=200$ .

$K_{3ф}$  – розрахунковий коефіцієнт послаблення.

Розрахунковий коефіцієнт послаблення радіаційного впливу  $K_{3ф}$  для наземних необвалованих окремо розташованих ПРУ, або вбудованих у перші поверхи будівель, визначається за формулою:

$$K_{3ф} = [0,65 \times K_1 \times K_{ст} \times K_{пер} / (V_1 \times K_{ст} \times K_1 + (1 - K_{ш}) \times (K_o \times K_{ст} + 1) \times K_{пер} \times K_M)] K_{НЗ}$$

де:  $K_1$  – коефіцієнт, що враховує частку радіації, яка проникає крізь стіни ПРУ та розраховується за формулою:

$$K_1 = 360^\circ / (36^\circ + \sum \alpha_i) = 360 / (36 + 153) = 1,904;$$

де:  $\alpha_i$  – кут з вершиною у центрі ПРУ чи СПП, проти якого розташована і-та стіна укриття,  $\alpha_i=153^\circ$

$K_{ст}$  – кратність послаблення стінами ПРУ первинного випромінювання в залежності від ваги огорожувальної конструкції по вертикалі,  $H/m^2$  ( $кг/m^2$ ), яка визначається за таблицею Г.5 [12]. Визначення ваги 1 м.кв. кожної і-тої стіни  $G_i$ , кг, навпроти кожного кута  $\alpha_i$ , здійснюється за формулою:

$$G_i = \rho_i \times y_i = 2500 \times 0,35 = 875 \text{ кг}/m^2$$

$K_{пер}$  – кратність послаблення первинного випромінювання покриттям ПРУ, в залежності від ваги огорожувальної конструкції,  $H/m^2$  ( $кг/m^2$ ) (в тому числі багатощарової), яка визначається за таблицею Г.5 [12]  $K_{пер} = 438$ ;

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		83

$K_n$  – кратність послаблення покриттям ПРУ вторинного випромінювання, розсіяного у приміщенні поверху, над укриттям, що визначається залежно від ваги огорожувальної конструкції,  $H/m^2$  ( $кг/m^2$ ), яка визначається за таблицею Г.5 [12].  $K_n = 195$ ;

$V_1$  – коефіцієнт, який залежить від висоти та ширини ПРУ та приймається за таблицею Г.6 [12].  $V_1 = 0,101$ ;

$K_o$  – коефіцієнт, який враховує безпосереднє проникнення в ПРУ випромінювання, крізь отвори в огорожувальних конструкціях, і визначається згідно формули:

$$K_o = 0,8 \times a = 0,8 \times 0,131 = 0,1096$$

де:  $a$  – коефіцієнт «а» визначається за формулою:

$$a = S_o / S_n = 3,01 / 22,9 = 0,131.$$

де:  $S_o$  – площа отворів (прорізів) у зовнішніх огорожуючих конструкціях - стінах, які не захищені екранами чи іншими конструктивними рішеннями.  $S_o = 3,01 \text{ м}^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги ПРУ,  $S_n = 22,9 \text{ м}^2$

$K_m$  – коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в ПРУ, розташованих у районі забудови, від екрануючої дії сусідніх споруд, який приймається за таблицею Г.7 [12].  $K_m = 0,45$ ;

$K_{ш}$  – коефіцієнт, який залежить від ширини ПРУ та приймається за таблицею Г.6 [12].  $K_{ш} = 0,16$ ;

$K_{нз}$  – коефіцієнт, що враховує невідворотність зараження радіоактивними опадами конструкцій покриття ПРУ, приймається для наземних ПРУ, які розміщені окремо,  $K_{нз} = 0,45$ .

Враховуючи вищевикладене отримуємо розраховуємо розрахунковий ступінь послаблення радіації:

$$K_{зф} = [0,65 \times 1,904 \times 438 \times 195 / (0,101 \times 438 \times 1,904 + (1 - 0,16) \times (0,1096 \times 438 + 1) \times 195 \times 0,45)] \times 0,45 = 13,1$$

Після проведених розрахунків отримуємо  $200 > 13,1$ .

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		84

Відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 [12], мобільне модульне укриття не забезпечує нормативний ступінь послаблення радіації зовнішнього випромінювання рівний 200, отже воно не може слугувати ПРУ у випадку ядерної загрози.

#### **4.5. Заходи цивільного захисту в умовах неядерних загроз**

Неядерні загрози для підприємств тваринництва охоплюють широкий спектр надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру, які не супроводжуються застосуванням ядерної зброї, проте можуть призводити до значних руйнувань будівель, порушення інженерних систем, загибелі тварин і втрати функціональності об'єкта. Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, до таких загроз належать хімічні аварії, біологічні ураження, пожежі, вибухи, стихійні лиха, а також неядерні воєнні впливи.

Для будівель і споруд тваринницьких комплексів характерною є підвищена вразливість до вторинних уражальних факторів – пожеж, задимлення, обвалення конструкцій, порушення роботи систем вентиляції та водопостачання. Тому заходи цивільної оборони в умовах неядерних загроз повинні ґрунтуватися на аналізі конструктивної схеми будівель, матеріалів несучих і огорожувальних конструкцій, а також реального технічного стану об'єкта.

##### **4.5.1 Хімічні загрози**

Хімічна загроза для підприємств тваринництва може виникати внаслідок аварій на промислових об'єктах, пошкодження ємностей із небезпечними речовинами, витоків аміаку з холодильних установок або застосування хімічних агентів у воєнних умовах. Відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України та галузевих норм, основним завданням є запобігання проникненню небезпечних речовин у внутрішні приміщення.

З будівельної точки зору першочерговими заходами є:

- герметизація будівель шляхом ущільнення віконних і дверних прорізів, технологічних отворів та люків;
- можливість повного відключення або перекриття припливної вентиляції;

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

- використання внутрішніх приміщень без світлових прорізів як тимчасових укриттів для персоналу.

Будівлі з масивними огорожувальними конструкціями з цегли або залізобетону забезпечують значно вищий рівень захисту від проникнення токсичних речовин порівняно з легкими каркасними спорудами. Для останніх заходи захисту мають обмежений характер і потребують додаткових організаційних рішень, зокрема скорочення часу перебування персоналу в таких будівлях.

#### **4.5.2 Біологічні загрози**

Біологічні загрози для підприємств тваринництва включають епізоотії, поширення збудників інфекційних захворювань, а також можливі акти біологічного ураження. Відповідно до вимог Закону України “Про ветеринарну медицину”, заходи цивільної оборони в таких умовах спрямовані на локалізацію джерел інфекції та недопущення її поширення.

З будівельної та планувальної точки зору ключове значення мають:

- чітке функціональне зонування території підприємства (чисті та умовно забруднені зони);
- наявність окремих в’їздів і входів для персоналу, транспорту та ветеринарних служб;
- можливість ізоляції окремих приміщень або корпусів.

Будівельні рішення повинні забезпечувати можливість ефективної дезінфекції приміщень, що досягається застосуванням вологостійких та хімічно стійких матеріалів для підлог, стін і перегородок, а також мінімізацією важкодоступних зон. Особлива увага приділяється системам вентиляції, які повинні унеможливити перетікання повітря між різними виробничими зонами.

#### **4.5.3. Заходи цивільного захисту в умовах пожеж і вибухів**

Пожежі та вибухи є одними з найбільш імовірних неядерних загроз для підприємств тваринництва, зважаючи на наявність горючих матеріалів, кормів, пилу та інженерного обладнання. Заходи цивільної оборони в цьому випадку

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		86

реалізуються відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні та вимог будівельних норм.

З конструктивної точки зору першочергове значення мають:

- забезпечення нормативної вогнестійкості несучих конструкцій;
- поділ великих виробничих будівель на пожежні відсіки;
- облаштування евакуаційних виходів відповідно до фактичної кількості персоналу.

Особливу небезпеку становлять вибухи пилоповітряних сумішей у кормоцехах і зерносховищах, що зумовлює необхідність використання легкоскидних конструкцій і систем вибухового розвантаження. Для будівельників важливим є правильний вибір конструктивної схеми та матеріалів огорожувальних конструкцій.

#### **4.5.4 Природні та техногенні загрози**

До природних загроз належать сильні вітри, зливи, снігові навантаження, паводки та підтоплення. У таких умовах заходи цивільної оборони тісно пов'язані з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи” [4] та іншими нормативними документами.

Будівельні заходи включають:

- перевірку несучої здатності покрівель і каркасів;
- захист фундаментів і підземних приміщень від підтоплення;
- організацію поверхневого водовідведення на території підприємства.

Підготовка до природних загроз передбачає також резервування інженерних систем і можливість автономного функціонування підприємства протягом обмеженого часу.

#### **4.6. Заходи цивільного захисту в умовах неядерної воєнної загрози**

Неядерна воєнна загроза для підприємств тваринництва пов'язана з можливими артилерійськими обстрілами, ракетними ударами, застосуванням безпілотних літальних апаратів та диверсійною діяльністю. У підготовчий період здійснюється укріплення будівельних конструкцій, захист світлових прорізів,

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		87

облаштування укриттів для персоналу, а також створення резервних систем енергозабезпечення та водопостачання.

Під час воєнної загрози персонал повинен негайно перейти до укриттів, припинити роботи та мінімізувати перебування на відкритій території. Тварин переводять у найбільш захищені будівлі, переважно залізобетонні або заглиблені. Після припинення впливу проводиться обстеження території, інженерних мереж і будівель, ветеринарний огляд поголів'я та відновлення виробничої діяльності з урахуванням вимог безпеки.

#### **4.7. Захисні споруди та приміщення подвійного призначення**

Захисні споруди цивільної оборони та приміщення подвійного призначення є ключовими елементами системи колективного захисту населення, персоналу та інших категорій осіб у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного або воєнного характеру. Для підприємств тваринництва, а також для житлових і громадських будівель, що розташовані в зонах можливого ураження, наявність таких споруд забезпечує можливість оперативного укриття людей без необхідності проведення масової евакуації.

Відповідно до положень Кодексу цивільного захисту України та вимог ДБН В.2.2-5:2023 [12], захисні споруди цивільного захисту поділяються на сховища, протирадіаційні укриття та споруди подвійного призначення. Приміщення подвійного призначення (ППП) у мирний час використовуються за основним функціональним призначенням, а в особливий період або у разі надзвичайної ситуації – переобладнуються для укриття населення.

З інженерно-будівельної точки зору найбільш доцільним є розміщення приміщень подвійного призначення у підвальних або напівпідвальних частинах будівель. Таке розташування забезпечує підвищений рівень захисту від уражальних факторів, зокрема ударної хвилі, уламків, світлового випромінювання та зовнішнього радіаційного впливу. Додатковим фактором підвищення захисних властивостей є наявність ґрунтового шару навколо огорожувальних конструкцій.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		88

Основними вимогами до захисних споруд і приміщень подвійного призначення є:

- забезпечення нормативної місткості укриття відповідно до кількості осіб, що підлягають захисту;
- досягнення встановленого нормативами ступеня послаблення іонізуючого випромінювання;
- забезпечення герметичності огорожувальних конструкцій;
- наявність не менше двох розосереджених входів (у разі нормативної місткості);
- можливість автономного перебування людей протягом встановленого часу.

Конструктивні рішення захисних споруд передбачають використання масивних огорожувальних конструкцій з монолітного або збірного залізобетону, цегляної кладки або комбінованих багатошарових систем. Товщина стін і перекриттів визначається розрахунками з урахуванням класу захисної споруди та умов її розташування. При цьому важливим є не лише матеріал, а й якість виконання вузлів примикання, герметизації швів і отворів.

Функціонально приміщення подвійного призначення повинні включати основні приміщення для розміщення людей, тамбури-шлюзи, санітарно-побутові приміщення, вентиляційні та електротехнічні приміщення, а також приміщення для зберігання запасів води, продуктів харчування та необхідного інвентарю. Планувальні рішення мають забезпечувати раціональне розміщення людей, нормативні проходи та можливість швидкого заповнення укриття.

Особливу роль у забезпеченні функціонування захисних споруд відіграють інженерні системи, насамперед вентиляція. Для захисних споруд і приміщень подвійного призначення передбачається припливно-витяжна вентиляція з можливістю роботи в режимі механічного та ручного приводу. Повітрообмін визначається з урахуванням санітарних норм і кількості осіб, що перебувають в укритті. Конструкція повітропроводів, шахт і фільтрувальних елементів повинна забезпечувати мінімізацію проникнення забрудненого повітря.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		89

Не менш важливими є вимоги до систем електропостачання та освітлення. Захисні споруди обладнуються аварійним та евакуаційним освітленням, а також передбачають можливість підключення до резервних джерел живлення. У разі відсутності електропостачання допускається використання автономних джерел світла відповідно до нормативних вимог.

Експлуатація захисних споруд і приміщень подвійного призначення передбачає підтримання їх у постійній готовності до використання за призначенням. Це включає регулярний огляд конструкцій, перевірку герметичності, працездатності вентиляційних і електротехнічних систем, а також актуалізацію облікової документації. Відповідальність за утримання таких приміщень покладається на балансоутримувача об'єкта.

Таким чином, захисні споруди та приміщення подвійного призначення є важливим інженерним компонентом системи цивільної оборони, який забезпечує реальний рівень колективного захисту населення та персоналу без істотного ускладнення архітектурно-планувальних рішень об'єкта.

#### **4.8. Світломаскування та інженерні рішення зменшення демаскувальних ознак**

Світломаскування є складовою комплексу заходів цивільної оборони, спрямованих на зменшення демаскувальних ознак об'єктів у темний час доби в умовах воєнної загрози або під час дії особливого періоду. Основною метою світломаскування є зниження ймовірності виявлення об'єктів противником шляхом обмеження або повного усунення світлового випромінювання, яке може бути зафіксоване візуальними, оптичними або технічними засобами розвідки.

Для підприємств тваринництва, а також для житлових і громадських будівель, демаскувальними факторами можуть бути зовнішнє електроосвітлення території, світіння віконних прорізів, освітлення виробничих приміщень, а також підсвічування інженерних і транспортних елементів. У зв'язку з цим заходи світломаскування повинні розглядатися не лише як організаційні дії, а й як інженерно обґрунтовані рішення, закладені у проектування та експлуатацію об'єктів.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		90

Відповідно до вимог ДБН В.1.2-4:2019 [38], світломаскування може здійснюватися у двох основних режимах – повному та частковому. Повний режим передбачає максимальне обмеження світлового випромінювання шляхом повного відключення зовнішнього освітлення, освітлення фасадів, рекламних конструкцій і внутрішнього робочого освітлення, за винятком аварійного та евакуаційного. Частковий режим допускає збереження мінімально необхідного рівня освітленості для забезпечення безпечного пересування людей та виконання критично важливих функцій об'єкта.

З інженерної точки зору реалізація світломаскування досягається за рахунок комплексу технічних рішень. До них належить використання світильників із направленим світловим потоком, що виключає засвічування у верхню півсферу, застосування автоматизованих систем керування освітленням, а також зональне розділення електричних мереж освітлення з можливістю їх оперативного відключення.

Важливу роль відіграють архітектурно-будівельні рішення, спрямовані на зменшення світлової проникності огорожувальних конструкцій. До таких рішень належить застосування світлонепроникних або світлорозсіювальних заповнень віконних прорізів, використання штор, жалюзі або екрануючих елементів, а також зменшення площі скління в допоміжних і технічних приміщеннях. У виробничих і підвальних приміщеннях доцільним є розміщення світлових прорізів у заглиблених нішах або використання світлових шахт зі світломаскувальними пристроями.

Окремим аспектом є організація освітлення прилеглої території. В умовах підвищеної загрози зовнішнє освітлення майданчиків, проїздів і під'їзних шляхів повинно бути вимкнене або переведене в режим мінімальної яскравості. За необхідності забезпечення безпеки руху допускається використання локального низькорівневого освітлення з екрануванням світлового потоку.

Організаційні заходи світломаскування включають розроблення інструкцій для персоналу щодо дій після отримання сигналів цивільного захисту, визначення відповідальних осіб за відключення освітлення та регулярне

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		91

проведення тренувань. Наявність чітко відпрацьованого алгоритму дій дозволяє оперативно перейти до режиму світломаскування без додаткових технічних втручань.

Таким чином, світломаскування розглядається як елемент інженерно-організаційної системи цивільної оборони, що тісно пов'язаний з архітектурними, конструктивними та електротехнічними рішеннями об'єкта. Його ефективність залежить від комплексності підходу та готовності об'єкта до швидкої адаптації до умов підвищеної небезпеки.

#### **4.9. Евакуація, медичне та життєзабезпечення**

Евакуація населення та персоналу є одним із ключових заходів цивільної оборони, що застосовується у разі безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей або при неможливості забезпечення безпечного перебування на об'єкті. Для підприємств тваринництва, житлових і виробничих будівель евакуація розглядається як організований процес виведення або вивезення людей за межі зон можливого ураження з подальшим їх розміщенням у безпечних районах.

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України та постанови Кабінету Міністрів України № 841, евакуаційні заходи плануються завчасно та реалізуються у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру. Планування евакуації включає визначення категорій осіб, що підлягають евакуації, розроблення маршрутів руху, пунктів збору та місць тимчасового розміщення.

З інженерно-будівельної точки зору важливим є забезпечення евакуаційної придатності будівель і територій. Це досягається шляхом раціонального планування евакуаційних виходів, проходів і сходових клітин, дотримання нормативних відстаней та габаритів, а також створення безперешкодних шляхів руху. Евакуаційні маршрути повинні бути чітко позначені, освітлені та вільні від сторонніх предметів, що можуть ускладнити пересування.

Медичне забезпечення в умовах надзвичайних ситуацій є складовою системи життєзабезпечення та спрямоване на збереження життя і здоров'я постраждалих. Медичні заходи включають надання першої долікарської

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		92

допомоги, сортування постраждалих, організацію транспортування до лікувальних закладів та проведення санітарно-епідеміологічних заходів. Для цього на об'єктах передбачається наявність аптечок, засобів першої допомоги та можливість оперативного залучення підрозділів екстреної медичної допомоги.

Життєзабезпечення евакуйованих осіб передбачає створення умов для тимчасового проживання, забезпечення питною водою, продуктами харчування, предметами першої необхідності та інформаційною підтримкою. У разі тривалого перебування людей у безпечних районах важливим є також забезпечення санітарно-гігієнічних умов і психологічної підтримки.

Таким чином, евакуація, медичне та життєзабезпечення є взаємопов'язаними складовими системи цивільної оборони, ефективність яких залежить від завчасного планування, належного інженерного забезпечення та злагодженої роботи відповідних служб.

Отже, реалізація заходів евакуації, медичного та життєзабезпечення дозволяє мінімізувати людські втрати та забезпечити безпеку населення в умовах надзвичайних ситуацій. Інтеграція цих заходів у систему проєктних і організаційних рішень підвищує готовність об'єктів до реагування на загрози різного характеру.

#### **4.10. Аварійно-рятувальні та відновлювальні роботи**

Аварійно-рятувальні та відновлювальні роботи є завершальним етапом реагування на надзвичайні ситуації та спрямовані на ліквідацію їх наслідків, рятування людей і відновлення функціонування об'єктів. Для підприємств тваринництва, житлових і виробничих будівель ці роботи мають особливе значення, оскільки забезпечують не лише безпеку населення, а й відновлення виробничого потенціалу.

Аварійно-рятувальні роботи включають комплекс дій, спрямованих на пошук і рятування постраждалих, локалізацію осередків ураження, гасіння пожеж, деблокування людей із зруйнованих конструкцій та надання першої медичної допомоги. Проведення таких робіт здійснюється підрозділами ДСНС

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		93

України у взаємодії з іншими аварійними службами та місцевими органами влади.

З інженерної точки зору важливим є забезпечення доступності об'єкта для введення сил і засобів аварійно-рятувальних підрозділів. Це передбачає наявність під'їзних шляхів, майданчиків для розміщення техніки, можливість відключення інженерних мереж та безпечного виконання робіт у зоні пошкоджених конструкцій.

Відновлювальні роботи проводяться після локалізації надзвичайної ситуації та спрямовані на відновлення несучої здатності конструкцій, інженерних систем і функціонального призначення будівель. До них належать розчищення завалів, ремонт або заміна пошкоджених конструктивних елементів, відновлення електро-, водо- та тепlopостачання, а також санітарна обробка території.

Особливу увагу приділяють оцінці технічного стану будівель і споруд після надзвичайних ситуацій. На підставі результатів обстежень приймаються рішення щодо можливості подальшої експлуатації об'єкта, необхідності обмеження доступу або проведення капітального ремонту чи реконструкції.

Відновлення функціонування об'єктів тваринництва має також економічне та соціальне значення, оскільки пов'язане з безперервністю виробництва продовольства та забезпеченням продовольчої безпеки. Тому відновлювальні заходи повинні реалізовуватися у максимально стислі терміни з дотриманням вимог безпеки.

Висновок по розділу.

У розділі комплексно розглянуто заходи цивільної оборони, спрямовані на захист як працівників тваринницького комплексу, так і поголів'я сільськогосподарських тварин. Запропоновані інженерно-технічні, організаційні та планувальні рішення враховують специфіку безперервного виробничого циклу та підвищені санітарно-епізоотичні ризики. Реалізація зазначених заходів дозволяє зменшити негативний вплив ядерних і неядерних загроз, мінімізувати втрати тварин та забезпечити безпечні умови праці персоналу. У сукупності це

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		94

створює передумови для збереження виробничого потенціалу та стабільного функціонування тваринницького комплексу в умовах надзвичайних ситуацій.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		95

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-1:2024 Будівлі і споруди для тваринництва. Основні положення [Чинні від 2025–04–01] // Міністерство розвитку громад та територій України. – Київ: Мінінфраструктури, 2024 р. - 29 с.

2. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування і забудови населених пунктів

3. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs. – Official Journal L 47, 18.02.2009. – р. 5–13.

4. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Чинні від 2007-01-01. – Київ: Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського, 2006. – I, 75 с.

5. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

6. ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення".

7. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Чинний від 01.09.2022. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.

8. EN 1992-1-1:2004+A1:2014. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels : European Committee for Standardization (CEN), 2014. – 225 p.

9. EN 1993-1-1:2005+A1:2014. Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels : European Committee for Standardization (CEN), 2014. – 248 p.

10. EN 1990:2002+A1:2005. Eurocode: Basis of structural design. – Brussels : European Committee for Standardization (CEN), 2005. – 87 p.

11. EN 1991-1-1:2002+A1:2010. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings. – Brussels : European Committee for Standardization (CEN), 2010. – 77 p.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		96

12. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. – Чинний з 01.11.2023. – Київ : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. – 98 с.

13. ДСТУ 9195:2022. Настанова з проектування будівель і споруд із застосуванням єврокодів. – Чинний з 01.01.2023. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 78 с.

14. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – Чинний з 01.01.2019. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36 с.

15. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Настанова з визначення класів наслідків (відповідальності) та категорій складності об'єктів будівництва. – Чинний з 01.07.2014. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 32 с.

16. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. – Чинний з 01.10.2019. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2019. – 177 с.

17. ДБН В.2.2-2-2008. Будинки і споруди. Заклади освіти. – Чинний з 01.09.2008. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. – 72 с.

18. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1996. – 42 с.

19. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – Чинний з 01.07.2017. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 28 с.

20. Закон України про утилізацію відходів. Верховна Рада України.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>.

21. Закон України про захист тваринного світу. Верховна Рада України.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1645-14#Text>.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		97

22. Закон України про біологічну безпеку. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/425-18#Text>.

23. Закон України про об'єкти природно-заповідного фонду. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр#Text>.

24. Закон України про об'єкти природно-заповідного фонду. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1393-14#Text>.

25. Закон України про охорону навколишнього природного середовища. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4029-17#Text>.

26. Директива (ЄС) 2018/850 Європейського парламенту та Ради від 30 травня 2018 року «Про внесення змін до Директиви 2008/98/ЄС щодо зменшення впливу на довкілля від утилізації відходів». – Офіційний журнал ЄС, L 150, 21.06.2018, с. 109–120.

27. Екологічні стандарти ЄС для галузі тваринництва України. URL: [https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/05/EkoStandartEU\\_short-s.pdf](https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2018/05/EkoStandartEU_short-s.pdf).

28. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний з 01.01.2015. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 126 с.

29. ДБН В.2.2-2:2009. Будинки і споруди. Заклади освіти. – Чинний з 01.01.2010. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 72 с.

30. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. – Чинний з 01.01.2015. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 118 с.

31. Chibuik G. U., Obiora S. C. Heavy Metal Polluted Soils: Effect on Plants and Bioremediation Methods // Applied and Environmental Soil Science. – 2014.

32. Кузьміна Т. М. Аналіз стану водних ресурсів в Миколаївській області // Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles. Bendery, Moldova : Eco-TIRAS International Association of River Keepers, 2021. – С. 389–394. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8877>.

					2МБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		98

33. Гелетуха Г. Впровадження біогазових установок у сільському господарстві / Г. Гелетуха. – 2000. – С. 27.

34. Козир В. С. Особливості використання різної сировини при виробництві біогазу / В. С. Козир, В. О. Сокрут. // Інститут сільського господарства степової зони НААН України. – С. 4.

35. Марцинкевич В., Коломієць Н. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування // Національний екологічний центр України. – 2015. – С. 24.

36. Мащенко О. М., Портяник С. В., Юрченко В. В. Методичне удосконалення практичної підготовки бакалаврів з застосуванням методів і технологій безпечного зберігання та знезаражування гною / Харківська державна зооетеринарна академія. – Харків, 19 с. – (УДК 504.064.4(072)).

37. Воронцов О. О. Утилізація відходів тваринництва з отриманням біогазу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / О. О. Воронцов. – Київ. – 17 с.

38. ДБН В.1.2-4:2019. Надійність будівель і споруд. Основні положення. – Чинний з 01.01.2020. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2019. – 48 с.

					2мБП. 12176611.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		99