

Хмельницький національний університет
Гуманітарно-педагогічний факультет
Кафедра екології та біологічної освіти

ДИПЛОМНА РОБОТА
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МК-ПОДІЛЛЯ»

Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»

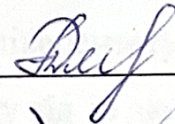
ДРЕКОЛ. 013718.01.18.00

Виконала: здобувачка 4 курсу
групи ЕКОЛ_д -20-1




Анастасія КЛІМОВА

Керівник



Андрій ДЯЧУК

Нормоконтролер



Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:
Зав. кафедри екології та
біологічної освіти



Наталія МІРОНОВА

14 червня 2024 р.

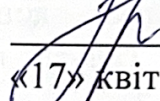
Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет – Гуманітарно-педагогічний
Кафедра – Екології та біологічної освіти
Освітній рівень – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології
та біологічної освіти

 Наталія МІРОНОВА
«17» квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Клімовій Анастасії Євгенівні

Тема роботи: Комплексна оцінка впливу на стан довкілля товариства з обмеженою відповідальністю «МК-Поділля»

керівник роботи Дячук А.О., к.пед.н., доцент кафедри екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету.

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 року № 8.

2 Строк подання здобувачем роботи на кафедру 12 червня 2024 року.

3 Вихідні дані до роботи: відомості про товариство з обмеженою відповідальністю «МК-Поділля»; генеральний план підприємства; нормативні документи; літературні джерела; статистичні відомості; картографічні та статистичні відомості.

4 Зміст дипломної роботи:

4.1 Характеристика діяльності підприємств м'ясопереробної галузі як джерела впливу на навколишнє середовище.

4.2 Аналіз впливу на довкілля підприємств м'ясопереробної галузі на прикладі «МК-Поділля».

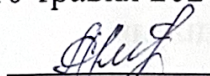
4.3 Шляхи зменшення негативних впливів м'ясопереробних підприємств на довкілля.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика діяльності підприємств м'ясопереробної галузі як джерела впливу на навколишнє середовище.	10.05 – 20.05	викон.
2	Аналіз впливу на довкілля підприємств м'ясопереробної галузі на прикладі «МК-Поділля».	20.05 – 31.05	викон.
3	Шляхи зменшення негативних впливів м'ясопереробних підприємств на довкілля.	01.06 – 08.06	викон.
5	Оформлення роботи.	08.06 – 11.06	викон.

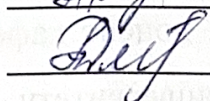
Дата видачі завдання: 10 травня 2024 р.

Здобувачка



Анастасія КЛІМОВА

Керівник роботи



Андрій ДЯЧУК

АНОТАЦІЯ

Тема – Комплексна оцінка впливу на стан довкілля товариства з обмеженою відповідальністю «МК-Поділля».

Автор – здобувачка освіти групи ЕКЛд-20-1 А.Є. Клімова.

Керівник – к.пед.н., доцент А.О. Дячук.

Дипломна робота викладена на 45 сторінках, містить 12 таблиць, 1 рисунок, 2 додатки та перелік джерел посилань з 30 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИКИДИ, ОХОРОНА АТМОСФЕРИ, НЕБЕЗПЕЧНІ РЕЧОВИНИ, ВІДХОДИ, ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.

У роботі проведено комплексну оцінку впливу на стан довкілля діяльності товариства з обмеженою відповідальністю «МК-Поділля». Дослідження включає аналіз джерел викидів шкідливих речовин, їхню класифікацію, а також оцінку масштабу їхнього впливу на атмосферне повітря, ґрунти та водні ресурси. Також наведено результати моніторингу стану навколишнього середовища на території підприємства та в прилеглих районах. Робота акцентує увагу на необхідності впровадження сучасних екологічних технологій для мінімізації негативного впливу підприємства на довкілля.

11.06.2024 р.



Анастасія КЛІМОВА

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Характеристика підприємств м'ясопереробної галузі як джерела впливу на навколишнє середовище.....	8
1.1 Загальні відомості про підприємство ТОВ «МК-Поділля» та характеристика технологічного процесу	8
1.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТОВ «МК-Поділля».....	14
2 Аналіз впливу на довкілля підприємств м'ясопереробної галузі на прикладі «МК-Поділля».....	19
2.1 Вплив на атмосферне повітря	19
2.2 Вплив на ґрунтовий покрив.....	30
2.3 Вплив на водні об'єкти	32
3 Шляхи зменшення негативних впливів ТОВ «МК-Поділля» на довкілля.....	35
Висновки	38
Перелік джерел посилань	42
Додаток А Генеральний план ТОВ «МК-Поділля»	46
Додаток Б Результати розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин за програмою «ЕОЛ-2000».....	47

ВСТУП

М'ясопереробна промисловість, подібно до багатьох інших галузей народного господарства, є джерелом значного негативного впливу на навколишнє середовище. Широкий спектр різноманітних видів сировини та готової продукції, поряд з відмінностями у рівнях екологічної безпеки промислових технологій, обумовлює значні розбіжності у кількості та ступені небезпеки виробничих відходів.

Традиційно вважається, що переробні підприємства мають незначний вплив на довкілля, оскільки їхньою сировиною є тварини та природні органічні речовини, відходи яких можуть бути відносно легко утилізовані. Однак, часто не враховується метод утилізації та його ефективність. Найбільш значний негативний вплив на навколишнє середовище мають підприємства м'ясної промисловості. Небезпечні речовини від підприємств даної галузі, потрапляючи у повітря, ґрунти, водні ресурси, значно погіршують їх якість та безпечність.

Інтенсивна діяльність підприємств переробної галузі України обумовлена наявністю значної сировинної бази та стійким попитом на продукти харчування. У межах харчової промисловості, підприємства м'ясопереробної галузі є одними з найбільш шкідливих для навколишнього середовища через складність технологічного процесу.

У минулому, функціонування великих м'ясокомбінатів супроводжувалося контролем їхнього впливу на забруднення навколишнього середовища екологічними службами, що діяли на таких підприємствах. Однак, сьогодні більшість великих м'ясокомбінатів припинили свою діяльність, а виробництво м'ясних виробів зосереджено в невеликих і малопотужних цехах. У цих цехах часто відсутнє очисне обладнання, а контроль за викидами забруднюючих речовин не завжди здійснюється належним чином.

Актуальність теми дослідження обумовлена зростаючою увагою суспільства до екологічних проблем та необхідністю забезпечення сталого

розвитку підприємств. Сучасні м'ясопереробні підприємства, зокрема ТОВ «МК-Поділля», значно впливають на довкілля через викиди забруднюючих речовин, стічні води та відходи виробництва. Тому комплексна оцінка впливу діяльності таких підприємств на екологічний стан територій, де вони розташовані, є надзвичайно важливою для мінімізації негативних наслідків та розробки ефективних заходів з охорони довкілля

Метою даної дипломної роботи є проведення комплексної оцінки впливу ТОВ «МК-Поділля» на стан довкілля.

Для досягнення мети дослідження необхідно виконати ряд завдань:

- провести аналіз технологічних процесів на підприємстві та їх екологічних наслідків;
- дослідити обсяги та склад викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- оцінити якість та кількості стічних вод, що утворюються на підприємстві, та їх вплив на водні ресурси;
- проаналізувати поводження з відходами виробництва та побутовими відходами на території підприємства;
- розробити рекомендації щодо зменшення негативного впливу ТОВ «МК-Поділля» на довкілля.

Об'єктом дослідження є товариство з обмеженою відповідальністю «МК – Поділля», яке займається м'ясопереробкою.

Предметом дослідження виступають екологічні аспекти діяльності підприємства, включаючи викиди в атмосферне повітря, стічні води та відходи виробництва.

Методи дослідження включають аналіз наукової та технічної літератури, екологічний моніторинг, методи аналізу та синтезу, узагальнення науково-теоретичних та експериментальних даних, математичне моделювання.

Практичне значення роботи полягає у розробленні рекомендацій, щодо зменшення негативних впливів на довкілля та впровадження їх на підприємствах переробної галузі, а також, у можливості використання результатів роботи при викладанні дисциплін «Екологічна безпека» та «Техноекологія».

Окремі результати дослідження та одержані узагальнення були апробовані на щорічній Студентській науково-практичній конференції за підсумками науково-дослідної роботи студентів кафедри екології та біологічної освіти (21 травня 2024 року, м. Хмельницький).

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ ЯК ДЖЕРЕЛА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Загальні відомості про підприємство ТОВ «МК-Поділля» та характеристика технологічного процесу

Виробництво м'яса та м'ясної продукції суттєво впливає на довкілля. Основною проблемою м'ясопереробної галузі є велике споживання води, необхідної для технологічних процесів та миття обладнання та накопичення відходів.

Стічні води, що виникають під час утримання худоби та миття транспортних засобів, містять залишки гною. Під час забою худоби, обробки туш та субпродуктів, а також при виробництві напівфабрикатів, утворюються стічні води з високим вмістом органічних речовин. Процеси обробки шкір, обрізання м'яса та видалення кісток генерують побічні продукти, схильні до гниття.

Ці технологічні процеси супроводжуються високими концентраціями забруднюючих речовин, значним споживанням води, енергії та утворенням неприємних запахів. Високий вміст крові та жиру в м'ясі обумовлює високий вміст азоту і фосфору у стічних водах, які також можуть містити патогенні мікроорганізми та яйця гельмінтів. Використання миючих та дезінфікуючих засобів при прибиранні виробничих приміщень призводить до наявності у стічних водах кислот та лугів.

Діяльність м'ясопереробних підприємств спричиняє забруднення атмосферного повітря, пов'язане переважно з енергоспоживанням та передзабійним утриманням тварин. Крім того, ці підприємства викидають забруднюючі речовини, такі як аміак, метан, соляна кислота, дифторхлорметан, фенол та інші, що посилюють парниковий ефект і погіршують стан атмосферного повітря.

Аналізуючи роботу даних підприємств, необхідно проводити комплексну оцінку впливу діяльності та знаходити перспективні рішення виникаючих негативних впливів на довкілля.

ТОВ «МК-Поділля» є приватним підприємством, яке здійснює виробництво м'яса свиней та великої рогатої худоби (ВРХ) шляхом забою тварин з подальшою їх переробкою.

Промисловий майданчик підприємства ТОВ «МК-Поділля», розташований за адресою: 31312, Хмельницька обл., Хмельницький р-н, Хмельницька територіальна громада [1].

Підприємство складається з комплексу будівель та споруд, що межують відповідно з (Додаток А):

– у північному напрямку, за межами огорожі підприємства, проходить автомобільна дорога, що з'єднує села Іванківці та Лісові Гринівці; за нею, на відстані 155 м, розташовані приватні земельні ділянки, призначені для індивідуального садівництва, а саме садівничі товариства СТ «Будівельник», «Строммашина», «Видрові доли», «Віта-1», «Медик-1»;

– у північно-східному напрямку, поза межами огорожі підприємства, пролягає автомобільна дорога, яка сполучає села Іванківці та Лісові Гринівці; на відстані 190 метрів розташовані приватні земельні ділянки, призначені для індивідуального садівництва, зокрема СТ «Берізка», «Медик», «Віта-1»;

– у східному напрямку, за межами огорожі підприємства, знаходяться орні землі, які використовуються для сільськогосподарських та лісогосподарських цілей, в межах зони впливу підприємства житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів немає;

– у південно-східному напрямку, поза межами огорожі підприємства, знаходяться орні землі сільськогосподарського призначення; на відстані 590 метрів протікає струмок Безіменний, прибережно-захисна смуга якого, шириною 25 метрів, дотримується відповідно до вимог статей 88 та 89 Водного кодексу України; в межах зони впливу підприємства житлова забудова та прирівняні до неї об'єкти відсутні;

– на південь територія промислового майданчику межує з виробничою територією ТОВ «Завод «Строммашина» (28.49 Виробництво інших верстатів), за якою знаходяться орні землі сільськогосподарського призначення; в межах

зони впливу підприємства житлової забудови та об'єктів, прирівняних до неї, немає;

– відповідно генеральному планові у південно-західному напрямку, за межами огорожі підприємства, розташована виробнича територія ТОВ «Завод «Строммашина», за нею знаходяться орні землі сільськогосподарського призначення, а на відстані 690 м протікає струмок Безіменний, прибережно-захисна смуга якого, розміром 25 м;

– виробнича територія ТОВ «Завод «Строммашина», подальше територіальне розташування займають орні землі сільськогосподарського призначення, в межах зони впливу підприємства житлових будівель та прирівняних до них об'єктів немає.

– у північно-західному напрямку, поза межами огорожі підприємства, також знаходиться виробнича територія ТОВ «Завод «Строммашина», за територією заводу на відстані 200 метрів, розташовані приватні ділянки, призначені для індивідуального садівництва, такі як СТ «Віта-1», «Сонячний», «Колос», «Колос-2» [1].

Основним видом діяльності ТОВ «МК-Поділля» є виробництво м'яса свиней та великої рогатої худоби шляхом забою тварин та їх подальшої переробки (таблиця 1.1).

Відповідно до виду діяльності на промисловому майданчику підприємства здійснюються технологічні процеси з виробництва м'яса після забою свиней та великої рогатої худоби, з подальшим зберіганням та реалізацією [1 – 3].

Таблиця 1.1 – Сировина та об'єми обробки на ТОВ «МК-Поділля»

№ з/п	Вид продукції	Річна програма забійного цеху
1	М'ясо та м'ясні продукти	62,5 тис. голів свиней загальною вагою близько 6875 т , 7,5 тис. голів ВРХ загальною вагою близько 3000 т.

Для проведення технологічних процесів на підприємстві необхідні допоміжні матеріали, зокрема дезинфікуючі речовини, їх характеристика наведена у таблиці 1.2 [1, 2].

Таблиця 1.2 – Допоміжні матеріали необхідні для випуску продукції

№ з/п	Сировина, допоміжні матеріали	Призначення	Умови зберігання	Річне використання	Наявність документації, що регламентує вимоги санітарного законодавства
1	5 % розчин гіпохлориту натрію	санітарна обробка транспортних засобів	дезбар'єр	50 мл/м ³ корисного об'єму ями	+

Згідно нормативних документів ці процеси включають наступні етапи:

- доставка живих тварин та їх тимчасове утримання на відкритих майданчиках або в приміщенні передзабійного утримання;
- первинна обробка тварин, яка передбачає забій та обробку свиней у скребмашині (ошпарочно-волоссягінній шкребмашині) або зняття шкіри з великої рогатої худоби;
- патрання туш;
- формування товарних частин м'ясної продукції;
- охолодження;
- сортування, маркування, зважування, пакування м'ясної продукції;
- охолодження та заморожування м'ясної продукції;
- зберігання та реалізація м'ясної продукції [2, 4].

У подальшому побічні продукти тваринного походження, які не придатні для споживання людиною (кістки, роги, щетина, копита, шлунок тощо), передаються для утилізації на Хмельницьку філію ДП «Укрветсанзавод» згідно з договором від 17.01.2022 р. №ХМЕ/16/У3/38621599/2022 [1, 3, 7].

Утримання тварин ТОВ «МК-Поділля» здійснюється на відкритих майданчиках загальною площею близько 410 м², розташованих у південній частині території підприємства, а також у приміщенні передзабійного утримання, яке межує із забійним цехом.

На відкритих майданчиках утримується приблизно 25 % свиней, які підлягають забою на підприємстві, із загальною живою масою 68,75 ц живої маси великої рогатої худоби, тоді як інша частина поголів'я свиней (75 %) утримується в приміщенні передзабійного утримання, із загальною живою масою свиней, що складає 206,25 ц живої маси [1].

Доставка живих тварин на ТОВ «МК-Поділля» здійснюється у контейнерах за допомогою вантажного автотранспорту. Прийом тварин з вирощувальних підприємств відбувається за кількістю голів, живою масою, видом, віком та вгодованістю відповідно до стандарту, у присутності представника забійного цеху і здавальника.

Тварини, які прибувають на м'ясопереробне підприємство, розміщуються у загонах на декілька годин для передзабійного витримування. У цей період їх не годують, але забезпечують доступ до води. Голодне витримування сприяє очищенню травного каналу, що полегшує первинну обробку, запобігає забрудненню туш та органів, дає можливість тваринам відпочити після транспортування та забезпечує видалення з організму продуктів обміну, які негативно впливають на якість м'яса.

Первинна обробка свиней включає наступні технологічні операції: оглушення, знекровлення, білування, знімання шкіри або ошпарювання для видалення щетини, видалення внутрішніх органів, нутрування, розпилювання туші, оцінювання якості та визначення маси обробленої туші.

Тварин доставляють до місця оглушення, яке здійснюється електричним струмом, шляхом накладання контактів на скроневу або потиличну частину голови. Після оглушення, свиней підвішують за задні кінцівки на гак конвеєра і в області з'єднання шиї з грудною частиною роблять прокол порожнинним ножом, спрямовуючи його вгору для перерізання яремної та сонної артерій. Потім розріз розширюють у напрямку до голови до 15 см. Процес знекровлення триває від 6 хвилин до 8 хвилин, протягом яких витікає до 60 % загальної кількості крові. Це є однією з основних виробничих операцій і повинно проводитися не пізніше ніж через 30 секунд після електрооглушення. Забій тварин здійснюється гострим ріжучим інструментом у приміщенні,

облицьованому кафелем. Після накопичення крові її декілька разів на зміну видаляють з ємності накопичувача та направляють на переробку (заморожування). Кров використовується в харчовій промисловості для виготовлення продуктів харчування, а також у фармацевтичній та інших галузях промисловості. Вона також є цінним білковим компонентом для приготування м'ясо-кісткового борошна [1, 2, 5, 6].

Якісне знекровлення туш забезпечує їх гарний товарний вигляд та збільшує термін зберігання. При тривалому транспортуванні або зберіганні м'ясо заморожують. До споживачів м'ясо надходить у охолодженому або замороженому вигляді.

Відповідно нормативних документів, для забійного цеху ТОВ «МК-Поділля» оздоблення приміщення виконано з дотриманням відповідних санітарно-епідеміологічних вимог, а також вимог державних будівельних норм і правил. Внутрішні поверхні стін і перегородки в усіх відповідних приміщеннях облицьовані глазурованою керамічною плиткою, а підлоги виконані з мозаїчного бетону. Вікна та двері є металопластиковими. Таке оздоблення приміщень та покриття підлог забезпечують можливість проведення дезінфекції та підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов праці [7].

Приміщення цеху для забою та переробки м'яса свиней та великої рогатої худоби оснащено системою припливно-витяжної вентиляції з механічним та природним спонуканням. Приміщення та обладнання щоденно дезінфікуються засобами на основі гіпохлориту натрію, такими як «Бланідас-ЦФ», «Бланідас 300» та «Нобак Фермент Плюс». Ці заходи забезпечують здорові та безпечні умови праці.

Для тимчасового зберігання м'ясної продукції на підприємстві було встановлено сім холодильних кімнат площею 257,1 м² та чотири морозильних камер загальною площею 500 м². Ці кімнати постачено німецькою компанією NIRO-TECH із можливістю зберігання готової продукції обсягом до 140 тонн. Після проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин було встановлено, що викиди холодоагентів відсутні [1, 7].

1.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТОВ «МК-Поділля»

Діяльність м'ясопереробних підприємств спричиняє забруднення атмосферного повітря, що здебільшого пов'язане з енергоспоживанням. Забруднюючі речовини, які виділяються під час спалювання, включають оксиди азоту, сірки, а також зважені тверді частинки. Крім того, такі підприємства спричиняють викиди аміаку, соляної кислоти, дифторхлорметану, фенолу та інших речовин, які посилюють парниковий ефект і погіршують якість атмосферного повітря [5, 6, 8].

Інвентаризація території ТОВ «МК-Поділля» вказала на чотири джерела викидів, які впливають на стан атмосферного повітря (таблиця 1.3):

- приміщення передзабійного утримання тварин у забійному цеху;
- відкритий майданчик передзабійного утримання тварин;
- дезінфекційний бар'єр для транспортних засобів;
- димова труба газового опалювального котла [1, 3].

У таблиці вказані етапи технологічного процесу та основні поллютанти, що викидаються зі стаціонарних джерел у атмосферне повітря.

Приміщення передзабійного утримання тварин у забійному цеху не оснащено витяжною вентиляцією, і викиди забруднюючих речовин здійснюються через отвір воріт.

Таблиця 1.3 – Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

Виробництво	№ джер. вики-ду	№ Вент. установ-ки	Джерело утворення забруднюючої речовини		Етапи Техпроцесу	Коеф. заван. %	Об'ємн витрата газу, м³/с	Темпе-рату-ра, °С	Забруднююча речовина		Концентрація, мг/м³				Методика визначення показників
			Найменування	Кіль-кість					Код	Найменування	Фактична		Проект на.	По тех-реглам.	
											max	min			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
610415 інше	1	-	Відкритий майданчик. Дільниця передзабійного утримання тварин	1	Утримання тварин перед забоєм	100	-	25,0	303	Аміак	-	-	-	-	[1]
									333	Сірководень	-	-	-	-	
									1071	Фенол	-	-	-	-	
									1314	Альдегід пропіоновий	-	-	-	-	
									1531	Кислота капронова	-	-	-	-	
									1715	Метилмеркаптан	-	-	-	-	
									1707	Диметилсульфід	-	-	-	-	
									1819	Диметиламін	-	-	-	-	
2920	Пил хутряний	-	-	-	-										
610415 інше	2	-	Отвір воріт приміщення передзабійного утримання тварин	1	Утримання тварин перед забоєм	100	-	25,0	303	Аміак	-	-	-	-	[1]
									333	Сірководень	-	-	-	-	
									1071	Фенол	-	-	-	-	
									1314	Альдегід пропіоновий	-	-	-	-	
									1531	Кислота капронова	-	-	-	-	
									1715	Метилмеркаптан	-	-	-	-	
									1707	Диметилсульфід	-	-	-	-	
									1819	Диметиламін	-	-	-	-	
2920	Пил хутряний	-	-	-	-										
303	Аміак	-	-	-	-										
210416 інше	3	-	Дезбар'єр	1	Миття та дезінфекція	100	-	25,0	154	Гіпохлорит натрію	-	-	-	-	[1]
120103 Установки для спалювання < 50МВт (котлоагрегати) Топкова	4	-	Газовий котел моделі АОГВ-16Е	1	Опалення адміністративно-побутових приміщень	100	0,49	141	301	Азоту діоксид	215,9	192,8	-	-	ОКСІ 5М-5Н
									337	Вуглецю оксид	247,7	241,6	-	-	ОКСІ 5М-5Н
									-	Вуглецю діоксид	-	-	-	-	-
									183	Ртуть металева	-	-	-	-	-
									-	Оксид діазоту	-	-	-	-	-
410	Метан	-	-	-	-	-									

Для опалення адміністративно-побутових приміщень використовується газовий котел АОГВ-16Е (таблиця 1.4). Опалення виробничих приміщень здійснюється за допомогою рекуперації теплової енергії від існуючого промислового холодильного обладнання підприємства.

Газовий котел АОГВ-16Е є одним із способів опалення адміністративних та побутових приміщень. Цей котел працює за принципом газового згоряння, де природний газ використовується як джерело тепла для опалення приміщень. Котел має модельне позначення АОГВ-16Е, що може вказувати на його основні характеристики та параметри, включаючи потужність, ефективність, розміри тощо.

Застосування газового котла АОГВ-16Е дозволяє забезпечити ефективне опалення приміщень з використанням природного газу як енергетичного джерела [1, 3].

Газові котли такого типу зазвичай володіють високою ефективністю та надійністю роботи, а також можуть бути легко налаштовані та обслуговувані. Вони можуть бути обладнані системами контролю та автоматизації, які забезпечують оптимальне використання енергії та забезпечують стабільну роботу системи опалення.

Таблиця 1.4 – Характеристика обладнання для опалення адміністративно-побутових приміщень ТОВ «МК-Поділля»

Котел газовий АОГВ-16Е потужністю	16 кВт
Фонд робочого часу на одиницю обладнання, год/рік	3820
Рекомендована площа обігріву	до 160 м ²
Витрата твердого палива	1,8 м ³ /год
Високий коефіцієнт корисної дії	90%
Тип котла	Димоходний одноконтурний

Основні показники джерел викидів ТОВ «МК-Поділля», наведено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

№ дже- рела вики- дів	Найменування джерела викиду	Висота дже- рела викиду, м	Діа- метр дже- рела вики- ду, м	Координати джерела				Характеристика пилогазоповітряної суміші			Забруднююча речовина		Вих	
				точкового або початку лінійного, центру симетрії площинного		другого кінця лінійного, ширина довжина площинного		Кут довжини джерела відносно ОХ заводської системи (град)	Об'єм, м ³ /с	Швид- кість, м/с	Тем- пера- тура °С	Код	Найменування забруднюючої речовини	Факти- чні
				X	Y	X	Y							г/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Неорганізоване (відкритий майданчик)	2	–	16,6	11,7	35	16	–	–	–	25	303	Аміак	–
												333	Сірководень	–
												1071	Фенол	–
												1314	Альдегід пропіоновий	–
												1531	Кислота капронова	–
												1715	Метилмеркаптан	–
												1707	Диметилсульфід	–
												1819	Диметиламін	–
2	Неорганізоване (отвір воріт)	2	–	46,2	71,7	4	3	–	–	–	25	303	Аміак	–
												333	Сірководень	–
												1071	Фенол	–
												1314	Альдегід пропіоновий	–
												1531	Кислота капронова	–

Кінець таблиці 1.5

1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
												1715	Метилмеркаптан	–
												1707	Диметилсульфід	–
												1819	Диметиламін	–
												2920	Пил хутряний	–
3	Неорганізоване (дезбар'єр)	2	–	57,5	25,5	3	4	–	–	–	25	154	Гіпохлорит натрію	–
4	Труба газового котла	6	0,3	22,5	53,5	–	–	–	0,49	5,6	141	301	Азоту діоксид	0,0867
												337	Вуглецю оксид	0,0994
												–	Вуглецю діоксид	–
												183	Ртуть металева	–
												–	Оксид діазоту	–
410	Метан	–												

2 АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ НА ПРИКЛАДІ «МК-ПОДІЛЛЯ»

2.1 Вплив на атмосферне повітря

На території підприємства розташовані джерела викидів забруднюючих газоподібних речовин у атмосферне повітря. Для оцінки їх впливу та моніторингу за показниками екологічної безпеки проведемо кількісні розрахунки надходження поллютантів. Джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу є: відкриті майданчики(вуличні загони) для передзабійного утримання тварин (джерело викидів № 1), отвір воріт приміщення для передзабійного утримання тварин (джерело викидів № 2) [1].

Розрахунок емісій від забійного цеху свиней та великої рогатої худоби (джерела викидів № 1 та № 2) проводиться за [1, 10, 13], відповідно масова витрата ЗР визначається за формулою:

$$M = (M^{\text{пит}} \cdot N) / 10^6, \quad (2.1)$$

де: $M^{\text{пит}}$ – величини питомих виділень забруднюючих речовин в атмосферу, $\cdot 10^{-6}$ г/сек $\cdot 1$ центнер живої маси (крім мікроорганізмів);

N – загальна вага тварин, ц.ж.м.

Викид забруднюючих речовин, згідно з методикою, відбувається безпосередньо від живих тварин у приміщеннях та на відкритих майданчиках для передзабійного утримання. У інших приміщеннях, де здійснюються операції з уже мертвими тваринами, застосовується значна кількість води, що ефективно запобігає утворенню забруднюючих речовин і їх викидам.

Приміщення для передзабійного утримання не оснащене спеціальною витяжною вентиляцією.

Протягом року на підприємстві проводиться забій та переробка 62 500 голів свиней загальною вагою приблизно 6875 тонн та 7500 голів великої рогатої худоби загальною вагою близько 3000 тонн. Режим роботи підприємства

становить 250 днів на рік, одна зміна тривалістю 8 годин на добу. Загальний річний час роботи становить 2000 годин на рік. Фактична потужність підприємства за кількістю поголів'я тварин становить [1, 15]:

$$\text{Свині: } N_{\text{факт.}} = 6875 / 250 = 27,5 \text{ т/зміну} \approx 275 \text{ ц.ж.м./зміну};$$

$$\text{ВРХ: } N_{\text{факт.}} = 3000 / 250 = 12 \text{ т/зміну} \approx 120 \text{ ц.ж.м./зміну}.$$

На території підприємства може тимчасово перебувати до 275 центнерів живої маси свиней та 120 центнерів живої маси великої рогатої худоби. Тварин утримують на відкритих майданчиках загальною площею близько 410 м², розташованих у південній частині підприємства, а також у приміщенні для передзабійного утримання, яке межує з обробним цехом.

На відкритих майданчиках утримується приблизно 25 % свиней, які підлягають забою на підприємстві. Жива маса свиней, що утримуються на цих майданчиках, складає 68,75 центнерів (25 % від 275 центнерів). Решта поголів'я свиней (75 %), а також велика рогата худоба, утримуються в приміщенні для передзабійного утримання. Жива маса свиней у цьому приміщенні перед забоєм становить 206,25 центнерів (275 центнерів мінус 68,75 центнерів).

Приміщення передзабійного утримання не обладнане системою витяжної вентиляції. Джерелом викиду забруднюючих речовин від приміщення передзабійного утримання являється отвір воріт з лінійними розмірами 4 метри на 3 метри.

Викиди забруднюючих речовин від тварин (поголів'я свиней), що утримуються на території відкритих майданчиків передзабійного утримання тварин (джерело викидів № 1), становлять [7, 13]:

Аміак:

$$M_{\text{NH}_3} = 13,5 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 9,28\text{E-}04 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{NH}_3} = 0,000928 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00668 \text{ т/рік}.$$

Сірководень:

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = 2,7 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 1,85\text{E-}04 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{H}_2\text{S}} = 0,000185 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00133 \text{ т/рік}.$$

Фенол:

$$M_{\text{ф-л}} = 0,36 \cdot 8,75 \cdot 10^{-6} = 2,06\text{E-}05 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{ф-л}} = 0,0000206 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 1,48\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Альдегід пропіоновий:

$$M_{\text{а.п.}} = 1,8 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 1,24\text{E-}04 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{а.п.}} = 0,000124 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 8,9\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Кислота капронова:

$$M_{\text{к.к.}} = 1 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 6,87\text{E-}05 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{к.к.}} = 0,0000687 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 4,94\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Метилмеркаптан:

$$M_{\text{м-н}} = 0,1 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 6,87\text{E-}06 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{м-н}} = 0,00000687 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 4,9\text{E-}05 \text{ т/рік.}$$

Диметилсульфід:

$$M_{\text{д-д}} = 2 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 1,38\text{E-}04 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{д-д}} = 0,000138 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 9,9\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Диметиламін:

$$M_{\text{д-н}} = 8 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 5,5\text{E-}04 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{д-н}} = 0,00055 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00396 \text{ т/рік.}$$

Пил хутровий:

$$M_{\text{п.х.}} = 60 \cdot 68,75 \cdot 10^{-6} = 0,00413 \text{ г/с;}$$

$$E_{\text{п.х.}} = 0,00413 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,0297 \text{ т/рік.}$$

Під час розрахунку викидів забруднюючих речовин у приміщенні для передзабійного утримання тварин, за відсутності вентиляції, застосовується коефіцієнт укриття. Цей коефіцієнт визначається відношенням площі приміщення до площі отвору воріт. У розрахунках не враховується те, що ворота відкриваються лише під час заведення тварин у приміщення, а в інший час залишаються закритими.

Площа приміщення становить $F = 176 \text{ м}^2$, $F_0 = 8 \text{ м}^2$. $F_0 / F = 8 / 176 = 0,045$.

Коефіцієнт укриття (k_2) при співвідношенні $0,01 < F_0 / F \leq 0,1$ визначається за формулою:

$$k_2 = (F_0 / F + 0,08) / 0,9 = 0,139, \quad (2.2)$$

Викиди забруднюючих речовин від тварин (поголів'я свиней та ВРХ), що утримуються в приміщенні передзабійного утримання (отвір воріт приміщення - джерело викидів № 2), становлять:

Викиди від поголів'я свиней, котрі перебувають на території підприємства:

Аміак:

$$M_{\text{NH}_3} = 13,5 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 3,87\text{E-}04 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{NH}_3} = 0,000387 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00279 \text{ т/рік.}$$

Сірководень:

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = 2,7 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 7,7\text{E-}05 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{H}_2\text{S}} = 0,000077 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 5,5 \text{ E-}04 \text{ т/рік.}$$

Фенол:

$$M_{\text{ф-л}} = 0,3 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 8,6\text{E-}06 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{ф-л}} = 0,0000085 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 6,19\text{E-}05 \text{ т/рік.}$$

Альдегід пропіоновий:

$$M_{\text{а.п.}} = 1,8 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 5,2\text{E-}05 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{а.п.}} = 0,000052 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 3,7\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Кислота капронова:

$$M_{\text{к.к.}} = 1 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 2,86\text{E-}05 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{к.к.}} = 0,0000286 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,1\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Метилмеркаптан:

$$M_{\text{м-н}} = 0,1 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 2,86\text{E-}06 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{м-н}} = 0,000028 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,1\text{E-}05 \text{ т/рік.}$$

Диметилсульфід:

$$M_{\text{д-д}} = 2 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 5,7\text{E-}05 \text{ г/с};$$

$$E_{\text{д-д}} = 0,000057 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 4,1\text{E-}04 \text{ т/рік.}$$

Диметиламін:

$$M_{\text{д-н}} = 8 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 2,29\text{E-}04 \text{ г/с};$$

$$E_{д-н} = 0,000229 \cdot 3600 \cdot 2000/10^6 = 0,00165 \text{ т/рік.}$$

Пил хутровий:

$$M_{п.х.} = 60 \cdot 206,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 0,00172 \text{ г/с;}$$

$$E_{п.х.} = 0,00172 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,01238 \text{ т/рік.}$$

Кількість викидів від великої рогатої худоби, що знаходиться на території майданчику для передзабійного утримання (джерело викиду № 2):

Аміак:

$$M_{NH_3} = 27 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 4,5E-04 \text{ г/с;}$$

$$E_{NH_3} = 0,00045 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00324 \text{ т/рік.}$$

Сірководень:

$$M_{H_2S} = 2,2 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 3,66E-05 \text{ г/с;}$$

$$E_{H_2S} = 0,0000366 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,6E-04 \text{ т/рік.}$$

Фенол:

$$M_{ф-л} = 0,2 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 3,33E-06 \text{ г/с;}$$

$$E_{ф-л} = 0,0000033 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,39E-05 \text{ т/рік.}$$

Альдегід пропіоновий:

$$M_{а.п.} = 1,5 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 2,5E-05 \text{ г/с;}$$

$$E_{а.п.} = 0,000025 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 1,8E-04 \text{ т/рік.}$$

Кислота капронова:

$$M_{к.к.} = 1,8 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 3E-05 \text{ г/с;}$$

$$E_{к.к.} = 0,00003 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,16E-04 \text{ т/рік.}$$

Метилмеркаптан:

$$M_{м-н} = 0,2 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 3,3E-06 \text{ г/с;}$$

$$E_{м-н} = 0,0000033 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 2,37E-05 \text{ т/рік.}$$

Диметилсульфід:

$$M_{д-д} = 0,6 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 1E-05 \text{ г/с;}$$

$$E_{д-д} = 0,00001 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 7,2E-05 \text{ т/рік.}$$

Диметиламін:

$$M_{д-н} = 13,2 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 2,2E-04 \text{ г/с;}$$

$$E_{д-н} = 0,00022 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,00158 \text{ т/рік.}$$

Пил хутровий:

$$M_{п.х.} = 50 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,139 = 8,34E-04 \text{ г/с;}$$

$$E_{п.х.} = 0,000834 \cdot 3600 \cdot 2000 / 10^6 = 0,006 \text{ т/рік.}$$

Для санітарної обробки транспортних засобів встановлено дезбар'єр (джерело викиду № 3), який заповнений 5 % розчином гіпохлориту натрію. Розмір дезбар'єру визначений таким чином, щоб під час проїзду автомобіля дезінфікувалася вся поверхня коліс [1, 7, 15].

Розрахунок валових і секундних викидів забруднюючих речовин при роботі дезбар'єру розраховуємо за формулою:

$$M_{NaOCl} = 0,05 \cdot q_{NaOCl} \cdot V \cdot \rho_{NaOCl} \cdot n \cdot 10^{-9}, \text{ т/рік} \quad (2.2)$$

де, q_{NaOCl} – витрати водного 5 % розчину гіпохлориту натрію на 1 м^2 , або 50 мл/м^3 корисного об'єму ями;

V – об'єм ями становить $5,86 \text{ м}^3$;

ρ_{NaOCl} – щільність речовини, $\rho_{NaOCl} = 1574 \text{ кг/ м}^3$;

n – кількість експозицій на рік, $n = 960$.

$$M_{NaOCl} = 0,05 \cdot 50 \cdot 5,86 \cdot 1574 \cdot 960 \cdot 10^{-9} = 0,0221 \text{ т/рік.}$$

Секундний викид за розрахунками становить:

$$M_{NaOCl} = 0,0221 \cdot 10^6 / 960 \cdot 3600 = 0,0064 \text{ г/с.}$$

Одним із найбільш потужних джерел викидів на підприємстві є опалювальний котел. Розраховуємо викиди забруднюючих речовин від одного котла АОГВ-16Е потужністю 16 кВт , які становлять [1, 13, 15]:

Середня температура газів на виході з котла становить $T_{mp}^{ex} = 140 \text{ }^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт корисної дії котла $\eta = 90 \%$.

Визначення зменшення температури по висоті димового каналу обраховуємо за формулою:

$$\Delta T_{mp} = \Delta t \cdot h, \quad (2.3)$$

де: Δt – падіння температури на 1 м висоти димоходу, визначаємо за формулою:

$$\Delta t = \frac{0,8}{\sqrt{D}}, \quad (2.4)$$

де: D – показник, який дорівнює:

$$\sqrt{D} = \frac{\sqrt{B \cdot Q_k}}{822}, \quad (2.5)$$

де: Q_k – калорійність палива, для природного газу $Q_k = 8050$ ккал/м³;

Температура газів на виході з димового каналу:

$$T_{mp}^{вих} = T_{mp}^{ex} - \Delta T_{mp}, \quad (2.6)$$

Секундний об'єм димових газів при роботі котла:

$$V = \frac{B \cdot (V_{\Gamma} + V_B (a-1))}{3600} \cdot \frac{273 + T_{mp}^{вих}}{273} \cdot \frac{760}{P_0}, \quad (2.7)$$

де: V_{Γ}, V_B – теоретичний об'єм продуктів згоряння і необхідна кількість повітря для спалювання 1 м³ природного газу $V_{\Gamma} = 10,68$ м³/м³, $V_B = 9,52$ м³/м³

a – коефіцієнт надлишку повітря, $a = 1,3$;

P_0 – тиск в трубі, $P_0 = 748$ мм. рт. ст.

$V = 0,01$ м³/с, – об'ємна витрата димових газів на котел.

Швидкість газів на виході з димової труби визначається з формулою:

$$w = \frac{V}{F}, \quad (2.8)$$

де: F – площа поперечного перерізу димового каналу.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків основних показників котла АОГВ-16Е

F , м^2	b_v , $\text{м}^3/\text{ГОД}$	Q_k , $\text{ккал}/\text{м}^3$	$T_{mp}^{вих}$, $^{\circ}\text{C}$	V_{Γ} , $\text{м}^3/\text{м}^3$	V_B , $\text{м}^3/\text{м}^3$	a	P_0 , мм. рт. ст.	V , $\text{м}^3/\text{с}$	w , $\text{м}/\text{с}$
0,071	1,8	8050	107	10,68	9,52	1,3	748	0,01	0,14

Масова нижня теплота згоряння палива Q_i^r обраховується за формулою:

$$Q_i^r = \frac{Q_i^n}{\rho_n}, \quad (2.9)$$

де: Q_i^n – об'ємна нижня теплота згоряння природного газу,

ρ_n – густина природного газу при н.у., $\rho_n=0,73 \text{ кг}/\text{м}^3$

Масова річна витрата природного газу обраховується з формулою:

$$B = B_v \cdot \rho_n \cdot 0,001, \quad (2.10)$$

де: B_v – річна витрата палива, $\text{м}^3/\text{рік}$.

Масова секундна витрата природного газу обраховується з формулою:

$$b = b_v \cdot \rho_n \cdot 1000 / 3600, \quad (2.11)$$

де: b_v – годинна витрата палива, $\text{м}^3/\text{ГОД}$.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків згорання природного газу

Q_i^n , $\text{МДж}/\text{м}^3$	ρ_n , $\text{кг}/\text{м}^3$	Q_i^r , $\text{МДж}/\text{кг}$	B_v , $\text{м}^3/\text{рік}$	b_v , $\text{м}^3/\text{ГОД}$	B , т/рік	b , г/с	Q_n , МВт
33,68	0,73	46,14	6876	1,8	5,019	0,365	0,016

Показник емісії оксидів азоту k_{NO_x} розраховується за формулою:

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 f_n (1 - \eta_I) (1 - \eta_{II} \beta), \text{ г}/\text{ГДж} \quad (2.12)$$

де: $(k_{NO_x})_0$ – показник емісії оксидів азоту без урахування заходів

скорочення викиду, $(k_{NO_x})_0 = 70$ г/ГДж;

f_n – ступінь зменшення викиду NO_x під час роботи на низькому навантаженні:

$$f_n = \left(Q_\phi / Q_n \right)^z, \quad (2.13)$$

де: Q_ϕ – фактична теплова потужність енергетичної установки, МВт;

Q_n – номінальна теплова потужність енергетичної установки, МВт;

z – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду енергетичної установки, її потужності, типу палива тощо, $z = 1,25$;

η_I – ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду, $\eta_I = 0$;

η_{II} – ефективність вторинних заходів (азотоочисної установки), $\eta_{II} = 0$;

β – коефіцієнт роботи азотоочисної установки, $\beta = 0$.

Розраховуємо валовий викид оксидів азоту:

$$M_{NO_2} = 10^{-6} \cdot 0,365 \cdot 46,14 \cdot 61,4 = 0,001 \text{ г/с};$$

$$E_{NO_2} = 10^{-6} \cdot 5,019 \cdot 46,14 \cdot 61,4 = 0,0142 \text{ т/рік}.$$

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку показника емісії оксидів азоту та валових і секундних викидів

$(k_{NO_x})_0$, г/ГДж	Q_ϕ , МВт	Q_n , МВт	z	f_n	η_I	η_{II}	β	k_{NO_x}	E_{NO_x} , т/рік	$M_{сек}^{NO_x}$, г/с
70	0,0144	0,016	1,25	0,877	0	0	0	61,4	0,0142	0,001

Валовий викид діоксиду вуглецю розраховується за формулою:

$$E_{CO_2} = k_{CO_2} \cdot V \cdot Q_i \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (2.14)$$

де: k_{CO_2} – коефіцієнт емісії діоксиду вуглецю,

$$M_{CO_2} = 10^{-6} \cdot 0,365 \cdot 46,14 \cdot 55870,2 = 0,941 \text{ г/с};$$

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \cdot 5,019 \cdot 46,14 \cdot 55870,2 = 12,938 \text{ т/рік}.$$

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку показника емісії оксидів вуглецю та валових і секундних викидів

Назва	k_c , г/ГДж	ε_c	k_{CO_x} , г/ГДж	E_{CO_x} , т/рік	$M_{сек}^{CO_x}$, г/с
CO ₂	15300	0,995	55870,2	12,938	0,941

Валовий викид ртуті при спалюванні природного газу визначається за формулою:

$$E_{Hg} = k_{Hg} \cdot V \cdot Q_i \cdot 10^{-6}, \quad (2.15)$$

$$M_{Hg} = k_{Hg} \cdot b \cdot Q_i^r \cdot 10^{-6}, \quad (2.16)$$

де: $k_{Hg} = 1 \cdot 10^{-4}$ г/ГДж;

Отримуємо:

$$M_{Hg} = 10^{-6} \cdot 0,365 \cdot 46,14 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1,7E-09 \text{ г/с};$$

$$E_{Hg} = 10^{-6} \cdot 5,019 \cdot 46,14 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2,3E-08 \text{ т/рік}.$$

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку показника емісії ртуті та валових і секундних викидів

k_{Hg} , г/ГДж	E_{Hg} , т/рік	$M_{сек}^{Hg}$, г/с
1,00E-04	2,3E-08	1,7E-09

В результаті інвентаризації на проммайданчику ТОВ «МК-Поділля», виявлено 4 джерела викидів. У викидах міститься 17 інгредієнтів, у тому числі парникові гази. Фактичні та порогові обсяги викидів поллютантів від джерел викидів представлені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Перелік видів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами підприємства

№ з/п	Забруднююча речовина			Фактичний обсяг викидів, (т/рік)	Порогові значення потенційних викидів для взяття на державний облік, (т/рік)
	код 2ТП	код МОЗ	найменування		
1	2		3	4	5
1	04001	301	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0,0142	1,000
2	06000	327	Оксид вуглецю	0,0576	1,500
3	01007	183	Ртуть металічна	2,3E-08	0,0003

4	03000	2920	Пил хутряний (вовняний, пуховий)	0,0481	3,000
5	11048	1071	Фенол	0,000233	0,100
6	11000	1314	Альдегід пропіоновий (пропаналь, метилоцтовий альдегід)	0,00144	1,500
7	11000	1531	Капронова кислота	0,000916	1,500
8	10002	1819	Диметиламін	0,00719	0,010
9	04003	303	Аміак	0,01264	1,500
10	05002	333	Сірководень	0,00214	0,030
11	05000	1707	Диметилсульфід	0,00147	2,000
12	05000	1715	Метилмеркаптан	0,0000937	2,000
13	01007	183	Ртуть та її сполуки (в перерахунку на ртуть)	2,3E-08	0,0003
14	3001	154	Натрій гіпохлорид	0,0221	1,000
Усього :					
			Парникові гази		
15	12000	410	Метан	0,00023	10
16	7000	–	Вуглецю діоксид	12,938	500
17	04002	–	Азоту (1) оксид [N ₂ O]	0,000023	0,1
Усього:				12,9382	
Усього по підприємству				13,1061	

Для оцінки впливу підприємства на атмосферне повітря санітарно-захисної зони та прилеглої території проведемо розрахунок приземних концентрацій забруднюючих речовин на програмному комплексі «ЕОЛ 2000». Розмір розрахункового майданчика (зона впливу підприємства) визначається як 50 висот найвищого джерела викиду, але не менше ніж 2000 метрів. Координати всіх джерел викидів задані у місцевій системі координат, в якій виконується машинний розрахунок. Програмне забезпечення для розрахунку дозволяє визначити значення максимальних приземних концентрацій, враховуючи небезпечні швидкості вітру з кроком 10, тобто за найгірших умов розсіювання. Результати концентрацій шкідливих речовин у розрахункових точках приземного шару повітря виводяться на карти полів концентрацій та у розрахункові таблиці (Додаток Б) [3, 15, 16].

У розрахунках наводяться значення максимальних концентрацій шкідливих речовин у частках гранично допустимої концентрації (ГДК) та міліграмах на кубічний метр (мг/м³), а також їх місцеположення на місцевості. Вказуються джерела, які роблять найбільший внесок у ці концентрації, і значення цих внесків у частках ГДК [3, 13, 16].

Згідно з результатами порівняльного аналізу фактичних викидів забруднюючих речовин із їх пороговими значеннями, підприємство відноситься до третьої групи. Підприємство є діючим, територія оснащена існуючими інженерними комунікаціями та мережами, а функціональне призначення земельної ділянки залишається незмінним. Технологічне обладнання, що використовується на території цеху, та технологія відповідають сучасним інноваційним технологіям, які застосовуються як в Україні, так і за кордоном [1].

2.2 Вплив на ґрунтовий покрив

М'ясопереробні підприємства, прикладом якого є ТОВ «МК-Поділля», здійснюють значний вплив на ґрунти через різні види діяльності та відходів, які вони виробляють. Відповідно джерела [43] зазначено, що під час виробництва м'ясопродуктів близько 50 % сировини йде у відходи, які схильні до гниття, мають неприємний запах та містять велику кількість патогенних мікроорганізмів. Основні впливи відходів різних класів на територію та ґрунтовий покрив:

- забруднення ґрунтів відходами: неправильне управління твердими відходами, такими як кістки, кров, шкіра, може призвести до їх накопичення на території підприємства або навколо нього, що забруднює ґрунти;

- утворення та несанкціоноване скидання стічних вод на відкриту землю може призвести до забруднення ґрунтів органічними речовинами, хімікатами та патогенами;

- накопичення важких металів та хімічних речовин: деякі технологічні процеси можуть використовувати або генерувати важкі метали та інші токсичні хімічні речовини, які можуть потрапляти у ґрунти через відходи чи стічні води (ці речовини можуть накопичуватися в ґрунті, негативно впливаючи на його якість та на здоров'я рослин, тварин і людей);

- випадки аварійних виливів або протікання контейнерів з відходами можуть призвести до локального забруднення ґрунтів. Це може мати

довготривалий вплив, оскільки токсичні речовини можуть залишатися в ґрунті протягом тривалого часу;

- високий вміст органічних речовин і поживних елементів, таких як азот і фосфор, у відходах м'ясопереробних підприємств може призвести до евтрофікації ґрунтів – це може змінити хімічний склад ґрунтів, порушуючи баланс поживних речовин і впливаючи на ріст рослин;

- стічні води та тверді відходи м'ясопереробних підприємств можуть містити патогенні мікроорганізми, які можуть потрапляти в ґрунти і становити загрозу для здоров'я людей та тварин;

- інтенсивне використання земель для утримання тварин та їх переробки може призвести до фізичного руйнування структури ґрунтів – це може включати ущільнення ґрунту важкою технікою, порушення природного дренажу та ерозію [10, 18, 19].

Специфіка виробничого процесу на підприємстві ТОВ «МК-Поділля», проявляється у зростанні обсягів виробничих відходів, таких як кістки та відходи бійні, відповідно до збільшення обсягів виробництва. Проте цей ріст не стосується побутових відходів, що формуються на підприємстві. Згідно з даних, обсяги відходів систематично збільшувались до 2022 року. Ця ситуація є характерною для більшості вітчизняних підприємств і свідчить про можливі зменшення потужностей виробництва [1, 3].

Відходи м'ясопереробних підприємств також класифікуються за ступенем небезпеки відповідно до їх потенційного впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище. Загалом вони поділяються на чотири згідно з вимогами відповідного законодавства щодо утилізації та обробки відходів. Найбільш поширеними на ТОВ «МК-Поділля» є відходи IV класу небезпеки, зокрема:

- кості від обвалки туш (248,53 т/рік);
- відходи тканин тваринного походження (боєнські відходи) (161,32 т/рік);
- конфіскати ветеринарні (канига) (15 т/рік);
- екскрimenti, сечовина та гній від свиней та худоби (23,45 т/рік);
- відходи комунальні (міські) змішані, в тому числі сміття з урн (побутові відходи) [1, 19].

Загалом відходи IV класу небезпеки складають більше 70 % загальної кількості відходів підприємства.

Морфологічний склад відходів м'ясопереробних підприємств включає різні органічні та неорганічні матеріали, які потребують спеціалізованого управління для мінімізації їх впливу на довкілля. Ефективне управління цими відходами передбачає їх відповідне сортування, утилізацію та переробку з метою зменшення негативних екологічних наслідків і забезпечення сталого розвитку.

Відходи IV класу, такі як боєнські відходи, некондиційні вироби ковбаси, кістки від обвалки туш та голів худоби, направляються на утилізацію. В той час як інші види відходів IV класу, такі як канига (конфіскати ветеринарні), екскременти та гній, передаються безкоштовно населенню для використання як добрива. Всі інші види відходів IV класу експортуються на територію полігону твердих побутових відходів (ТПВ) у місті відповідно до укладеного договору з обслуговуючою організацією [1, 7, 11].

2.3 Вплив на водні об'єкти

Проблема впливу на водні об'єкти від підприємств м'ясопереробної галузі є актуальною, оскільки стічні води утворюються на всіх етапах технологічного процесу та містять значну кількість тваринної сировини та побічних продуктів виробництва, що призводить до неприємного запаху і швидкого загнивання, створюючи загрозу для довкілля [6, 10, 20].

Відповідно інвентаризаційних обстежень водопостачання підприємства відбувається від існуючого шахтного колодязя глибиною 21 м розташованого на території проммайданчика досліджуваного підприємства.

У процесі діяльності утворюються різні за походженням стоки на території підприємства. За характером утворення стічні води ТОВ «МК-Поділля», поділяються на наступні види [1, 3]:

- виробничі стічні води: утворюються під час переробки м'яса, миття обладнання та виробничих приміщень;
- ливневі стічні води: дощові та снігові води;

– побутові стічні води: утворюються від санвузлів у виробничих приміщеннях на території підприємства [10, 20, 21].

Особливо небезпечними є виробничі стічні води. Скидання стічних вод такого типу ускладнює природні процеси очищення стоків і негативно впливає на функціонування каналізаційних систем, адже продукти розпаду жирів становлять серйозну загрозу для навколишнього середовища.

Стічні води м'ясопереробних підприємств характеризуються завищеним вмістом:

– полідисперсних систем, які можуть містити такі забруднення, як жир, шерсть, гній, залишки кормів (канига), шкіра, уламки кісток, залишки м'яса, тощо;

– характеризуються високими показниками БСК, ХСК, зважених речовин, жирів, сполук азоту;

– миючих засобів, нерозчинних мінеральних компонентів [6, 20, 23].

Загалом стічні виробничі стічні води даної галузі створюють ряд побічних проблем:

– ускладнення процесів очищення – високий вміст жирів ускладнює процеси природного та механічного очищення стічних вод; жири можуть створювати жирові пробки в каналізаційних трубах, перешкоджаючи нормальному стоку та викликаючи аварійні ситуації;

– зниження ефективності очисних споруд – продукти розпаду жирів можуть пошкоджувати обладнання очисних споруд, знижуючи їх ефективність, що призводить до зменшення здатності системи до обробки стічних вод і збільшення експлуатаційних витрат;

– неприємний запах та загнивання – стічні води з високим вмістом органічних речовин, таких як жири, швидко загнивають, виділяючи неприємні запахи, створюючи дискомфорт для місцевих жителів і робітників підприємств;

– загроза для здоров'я – забруднені стічні води можуть бути джерелом патогенних мікроорганізмів, що становлять загрозу для здоров'я людей, їх потрапляння у питні водні ресурси може спричинити різноманітні захворювання [20, 21, 23].

На промисловому майданчику ТОВ «МК-Поділля» відведення господарсько-побутових та виробничих стоків відбувається у 2 герметичні закриті септики, з подальшим вивозом на станцію приймання стічних вод з подальшим очищенням на міських очисних спорудах [1].

Високий вміст органічних речовин та жирів ускладнює обробку стічних вод ТОВ «МК-Поділля». Необхідно використовувати спеціалізовані технології та обладнання для ефективного очищення таких вод.

Для вирішення цих проблем необхідно впроваджувати ефективні системи очищення стічних вод, включаючи механічне, хімічне та біологічне очищення, а також використовувати сучасні технології – жироловлівачі. Регулярний моніторинг якості стічних вод та дотримання екологічних стандартів також є важливими для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище

Ливневі стічні води, що стікають з незабрудненої території підприємства, відводяться окремою водовідвідною мережею.

3 ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНИХ ВПЛИВІВ ТОВ «МК-ПОДІЛЛЯ» НА ДОВКІЛЛЯ

Оцінити загальний рівень екологічності виробничого процесу на підприємстві можливо шляхом аналізу питомих показників утворення викидів, скидів та відходів. На основі визначених показників та досліджень слід розробити шляхи зменшення негативних впливів ТОВ «МК-Поділля» на довкілля.

Провівши оцінку впливу діяльності підприємства на атмосферне повітря встановлено, що викиди здійснюються з чотирьох джерел, серед яких найбільш небезпечними є приміщення передзабійного утримання та димова труба газового опалювального котла.

Усі джерела крім труби газового котла є неорганізованими і тому не оснащені вентиляцією та очисним обладнанням. Зокрема, викиди в повітря робочої зони підприємства уз приміщення передзабійного утримання тварин здійснюються через отвір воріт.

Виконавши розрахунки концентрацій забруднюючих речовин, що викидаються під час діяльності підприємства, на програмному комплексі «ЕОЛ 2000», визначено рівні концентрацій поллютантів. За розрахунками та побудованими картами розсіювання констатуємо – відсутність перевищень ГДК на межі і поза межами санітарно-захисної зони підприємства.

Зменшення впливу на атмосферне повітря можливе при :

– оптимізації виробничих процесів, модернізація обладнання перехід від неорганізованих джерел викидів (по можливості) до організованих зі встановленням очисного обладнання; допоможуть знизити обсяги викидів забруднюючих речовин.

– впровадженні більш ефективних технологій забою та обробки м'яса, які зменшують кількість відходів і оптимізують споживання ресурсів, сприятиме зниженню забруднення повітря (зокрема, використання боксів для забою

італійської фірми «Slaughtering S.R.L.» модель TIPN2-00-00 та використання німецько-данської системи «Somnía» для оглушення тварин);

- регулярне технічне обслуговування обладнання для підтримання його в оптимальному робочому стані;

- облаштовувати санітарно-захисну зону підприємства відповідно до вимог з відсотком озеленення не менше 60 % – дасть змогу зменшити негативний вплив від джерел викидів та шумове навантаження на прилеглу територію [10, 19, 25].

Для вдосконалення системи поводження з відходами на підприємстві та зменшення впливу на територію та ґрунтовий покрив пропонується впровадити наступні заходи:

- організувати систему роздільного збору всіх побутових відходів, що утворюються на підприємстві;

- необхідно визначити оптимальні місця для розміщення контейнерів та встановити їхню необхідну кількість для окремого збору паперу, скла, пластику, харчових та інших органічних відходів (листя, трава тощо);

- максимально укладати договори з організаціями, що займаються збором та заготівлею відходів як вторинної сировини (такі дії сприятимуть зменшенню кількості відходів, що підлягають захороненню, та надасть можливість отримати додаткові кошти від реалізації вторинної сировини);

Як зазначалося раніше, на промайданчику ТОВ «МК-Поділля» утворюється значна кількість побічних продуктів тваринного походження. Відповідно до законодавства України, такі відходи належать до II категорії (гній, вміст травного тракту) та III категорії (відходи тканин тваринного походження) [1, 18, 24 – 26].

Усі органічні відходи, як виробничі, так і побутові, можуть бути використані для виробництва органічних добрив за допомогою технології компостування, застосування як паливо, або обробки за допомогою стерилізації під тиском та інших подібних методів [11, 28].

Для ТОВ «МК-Поділля» доцільно запропонувати переробку органічних відходів на добрива за технологією компостування, а також розглянути

можливість використання прискореного мікробіологічного компостування. На відміну від традиційного методу, який триває від 4 місяців до 8 місяців, прискорене компостування здійснюється до 14 діб із застосуванням різноманітних мікробіологічних препаратів. Дослідження показують, що під час такого компостування процеси розкладання органічних речовин прискорюються на до 30 %, знищується патогенна мікрофлора, яйця гельмінтів, зменшується вологість і неприємні запахи, а також підвищується щільність продукту [12].

Порівняно з іншими технологіями, такими як виробництво біогазу, організація компостування органічних відходів потребує значно менших витрат. Основні витрати пов'язані зі спорудженням майданчиків та придбанням машин для формування буртів і аерації компостної маси [6, 24, 27]. Реалізація компосту дозволить підприємству отримувати додаткові кошти.

Одним зі шляхів зменшення впливу на ґрунтовий покрив та утилізації відходів тваринного походження (зокрема кістки, роги, копита) рекомендуємо проводити термічну утилізацію із подальшим отриманням фосфорних добрив. При цьому варто зауважити, що доцільно буде оцінити економічну ефективність такого процесу та вплив на атмосферне повітря в результаті встановлення обладнання.

Як видно з даних інвентаризації та документів підприємства, найбільш серйозна проблема на підприємстві пов'язана зі стічними водами та їх утилізацією.

Оскільки за технологічним процесом стічні води після обробки тварин та туш тварин попадають у два септики, а потім без додаткової очистки відвозяться з підприємства, потрібно запровадити методи і обладнання для очистки.

На основі провідного досвіду підприємств Данії та Швеції рекомендуємо застосовувати систему утилізації стічних вод, яка включає розділення та утилізацію твердих побутових відходів, застосування системи СІР очищення (СІР – Cleaning in Place), вибір екологічно безпечних миючих засобів, а також комплексні програми боротьби зі шкідниками та переносниками хвороб [15, 23].

Видалення твердих відходів зі стічних вод передбачає встановлення спеціальних трапів і збірних каналів із сітками на підлозі, збір крові для

подальшого використання в харчовій чи фармацевтичній промисловості, видалення гною із загонів для худоби в твердому стані, а також видалення вмісту шлунків і кишечника в сухому стані за допомогою насосів, шнеків чи візків для подальшої переробки.

Система очищення на місці Cleaning in Place використовується для зменшення споживання хімічних речовин, води та енергії під час очищення. Рекомендується уникати використання миючих засобів, які містять активний хлор або є забороненими чи обмеженими для використання хімічними речовинами. Зменшення використання миючих засобів можна досягти завдяки правильному дозуванню та використанню (хімічний лізинг).

Для ефективного контролю над переносниками та збудниками хвороб механічним шляхом рекомендовано встановлювати пастки, сітки на дверях і вікнах, а також мінімізувати використання хімічних речовин, які можуть бути потенційно небезпечними для процесів очищення стічних вод або мулу.

Для очищення стічних вод, що виникають в результаті виробничої діяльності ТОВ «МК-Поділля» рекомендуємо встановити та використовувати сепаратори жирів, наприклад, SF-3 або СЖК потрібного об'єму (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Жировловлювач промисловий підземний
(сепаратор жиру) СЖК

Жирові сепаратори являють собою поліетиленові резервуари, розділені перегородкою на дві частини:

– у першій частині зі стічних вод виділяються частки дисперсної фази, принцип роботи заснований на седиментації, де під дією сили тяжіння зважені речовини осідають на дно резервуара;

– у другій частині рідина, очищена від зважених часток, поділяється на жирову та водяну фази – це розділення відбувається під дією сили тяжіння і засноване на різниці питомих ваг води і жиру [22, 26, 28].

Перегородка забезпечує утримання важкого осаду в нижній частині жирового сепаратора. Після проходження через жировий сепаратор, органогенні стічні води, очищені від жиру і важких забруднень, після такого очищення стоки можна відбирати з септиків асенізаторською машиною.

Розглянуті шляхи зменшення негативних впливів ТОВ «МК-ПОДІЛЛЯ» на довкілля вказують на важливість комплексного підходу до вирішення екологічних проблем підприємства. Основними заходами, спрямованими на поліпшення екологічної ситуації, є впровадження сучасних технологій очищення стічних вод, оптимізація системи поводження з відходами, а також удосконалення виробничих процесів з метою зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

ВИСНОВКИ

Дослідження дозволило отримати всебічне уявлення про специфіку роботи ТОВ «МК-Поділля», основні напрямки його діяльності, а також екологічні наслідки функціонування підприємства.

Проаналізовані дані свідчать активний виробничий процес на підприємстві, а саме – виробництво м'яса. Потужності дозволяють за рік забивати 62,5 тисяч свиней та 7,5 тисяч великої рогатої худоби. На промисловому майданчику підприємства розташовані чотири джерела викидів, які безпосередньо здійснюють вплив на стан атмосферного повітря, а саме приміщення передзабійного утримання тварин забійного цеху, відкритий майданчик передзабійного утримання тварин, дезбар'єр транспортних засобів, труба газового опалювального котла. Усі джерела крім труби газового котла є неорганізованими. Під час діяльності підприємства у атмосферне повітря викидається 17 інгредієнтів, у тому числі 4 парникових газів. Розрахунки приземних концентрацій поллютантів, показали, що перевищень гранично-допустимих концентрацій за межами санітарно захисної зони не виявлено.

Основними джерелами забруднення ґрунту є відходи тваринного походження, зокрема залишки гною, крові, жиру та інших органічних речовин, які при неналежному поводженні можуть проникати в ґрунтовий покрив, призводячи до його деградації.

Вплив на ґрунт посилюється також через викиди забруднюючих речовин під час утримання худоби та обробки туш, що включає значну кількість азоту і фосфору. Недостатнє очищення стічних вод, що утворюються під час виробничих процесів, може призвести до накопичення токсичних елементів у ґрунті, що в свою чергу негативно впливає на місцеву екосистему та якість сільськогосподарських угідь. Виробничі стоки даного підприємства характеризуються високими показниками БСК (342,5 мг/дм³), ХСК (682,45 мг/дм³) і значною концентрацією жирів та каниги, які не видаляються.

Для зменшення негативного впливу ТОВ «МК-Поділля» на довкілля, слід впровадити комплекс заходів, що охоплюють всі аспекти діяльності підприємства. Нижче наведені рекомендації для покращення екологічної безпеки та охорони довкілля:

- модернізація обладнання та перехід від неорганізованих джерел викидів (по можливості) до організованих;
- впровадження більш ефективних технологій забою та обробки м'яса (зокрема, використання боксів для забою італійської фірми «Slaughtering S.R.L.» модель TPN2-00-00 та використання німецько-данської системи «Somnia» для оглушення тварин);
- організувати систему роздільного збору всіх побутових відходів, що утворюються на підприємстві;
- застосовувати на території підприємства систему утилізації стічних вод, яка включає розділення та утилізацію твердих побутових відходів;
- встановити та використовувати сепаратори жирів SF-3 або СЖК-250;
- формувати відповідальне ставлення працівників до питань екологічної безпеки.

Впровадження інноваційних рішень та рекомендацій дозволить підприємству не лише підвищувати продуктивність, але й знижувати виробничі витрати, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції на ринку.

Отримані знання та висновки можуть бути використані для подальшого розвитку підприємства, вдосконалення технологічних процесів, підвищення ефективності його діяльності та дотримання належного рівня екологічної безпеки підприємства та навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для Товариства з обмеженою відповідальністю «МК-Поділля». – Проєкт. Хмельницький – 2021– 24 с.

2 Власенко І. М'ясопереробна галузь України: тенденції та перспективи / І.Власенко, Т. Семко // Товари і ринки. – 2021. – № 4. – С. 16 – 25.

3 Інструкція по проведенню інвентаризації забруднюючих речовин в атмосфері: РД200 106-88 : офіц. вид. – Київ : – Мінтранс, 1989. – 98 с. – (Нормативний документ Міністерства транспорту України. Інструкція).

4 Баль-Прилипка Л.В. Актуальні проблеми мясопереробної галузі та практичні підходи до вдосконалення рецептур ковбасних виробів / Л.В. Баль-Прилипка, М.С. Ніколаєнко, О.О. Чередніченко, С.Г. Даниленко, Л.М. Степасюк, М.В. Назаренко // Продовольчі ресурси. – 2022. – № 19. – С. 26 – 37.

5 Сушарник Я. А. Аналітичний огляд сучасного стану функціонування галузі свинарства. Економіка та держава. – 2021. – № 7. – С. 52 – 56.

6 Лозовська Н.М. Вплив українських підприємств харчової галузі на довкілля / Н.М. Лозовська // Інтелект ХХІ. – 2014. – № 2. – С. 136 – 144.

7 Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від № 248 від 08.04.2014 [Електронний ресурс] – Режим доступу :<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (дата звернення 01.05.2024).

8 Маркіна І. А. Особливості функціонування та тенденції розвитку ринку м'яса та м'ясної продукції в Україні / І. А. Маркіна, Є. Л. Большакова // Український журнал прикладної економіки. – 2019. – Т. 4. – № 4. – С. 119 – 128.

9 Лаврук О. Відродження тваринництва та його роль у розвитку сільськогосподарських підприємств / О. Лаврук // Агросвіт. – 2018. – т.17 – С. 36 – 41.

10 Черкавська М.В. Екологічний вплив м'ясопереробної промисловості та заходи щодо його зменшення / М.В. Черкавська // XVI Всеукраїнська науково-практична конференція «Наука. Молодь. Екологія – 2020». – Житомир. – 2020. – С. 159 – 163.

11 Тваринництво України: стат. зб. Державна служба статистики України. – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/05_zb_tu2018.pdf (дата звернення 16.05.2024).

12 Виробництво промислової продукції за видами по регіонах. Державна служба статистики України: 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/metaopus/2022/2_03_09_03_2022.htm (дата звернення 16.05.2024).

13 Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря автотранспортом, який використовується суб'єктами господарської діяльності та іншими юридичними особами всіх форм власності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2008/452/metod.htm (дата звернення 21.05.2024).

14 Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів: КНД 211.2.3.063-98. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc_page.html?id_doc=51576 (дата звернення: 21.05.2024).

15 Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, I–III Т., Український науковий центр технічної екології. – Донецьк, 2004. – 65 с.

16 ОНД-86. Методика розрахунку в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, які знаходяться у викидах підприємств : затв. Держкомгідрометом України. – Київ. – 1986. – 122 с.

17 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами) : ДСП-201-97 : затв. Міністерством охорони здоров'я України. – Київ. – 1997. – 32 с.

18 Про побічні продукти тваринного походження: Закон України в редакції від 19.10.2016 р., № 287-VII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19#Text> (дата звернення: 25.05.2024).

19 Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості: наук.-допом. бібліогр. показч. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 110 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4667e51c-a150-4e4e-9bf8-4584a429ac16/content> (дата звернення: 25.05.2024).

20 Рубай О. Стічні води – новий виклик нашого покоління / О. Рубай // Вода і водоочисні технології. – 2019. – № 2 (92). – С. 62 – 63.

21 Cherednichenko O. Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure / O. Cherednichenko, L. Bal-Prylypko, M. Paska, M. Nikolaenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 723, article number 032086.

22 Розвиток технології біологічного очищення стічних вод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aquatec.in.ua/ua/blog-ua/istoriia-kanalizatsii/rozvitok-tekhnologiji-biologichnogo-ochishchennya-stichnikh-vod> (дата звернення 21.05.2024).

23 Мамчур Л.В. Формування організаційно-економічного механізму збалансованого розвитку ринку м'яса та м'ясопродуктів / Л.В. Мамчур // Економіка АПК. – 2017. – № 8. – С. 38 – 47.

24 Stępień, A. Use of Meat Industry Waste in the Form of Meat-and-Bone Meal in Fertilising Maize (*Zea mays* L.) for Grain. / A. Stępień, K. Wojtkowiak, E. Kolankowska, // Sustainability. – 2021 – 13. – p. 2857.

25 Хільчевський В. К. Екологічна стандартизація та запобігання впливу відходів на довкілля : навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забокрицька, Р. Л. Кравчинський // Київ : ВПЦ «Київський університет». 2016. – 192 с.

26 Хоміч Л. Стічні води: шляхи використання / Л. Хоміч // Екологія підприємства. – 2019. – № 4 (81). – С. 12 – 18.

27 Воронцов О. О. Стічні води тваринницьких комплексів як субстрат для анаеробної ферментації / О. О. Воронцов // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2016. – Т. 22, № 6. – С. 52 – 65.

28 Ключ В.П. Термічна утилізація кісткових відходів м'ясокомбінатів з отриманням фосфорних добрив / В.П. Ключ, З.В. Маслокова // Renewable Energy / Vidnovluvana Energetyka. – 2022. – v. 70. – n. 3. – p. 83 – 87.

29 Маджд С.М. Наукові методи контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях / С.М. Маджд, Є.О. Бовсуновський, О.В. Тагачинська // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – 2 (1). – С. 115 – 121.

30 Містобудування. Планування і забудова міських та сільських поселень: ДБН 360-92**. – [Чинний від 2002-04-19]. – Київ : Держбуд України. – 2002. – 120 с.

