МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем
_____
доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Аналіз методів та розробка електротехнологічного пристрою контролю вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях на АГРОФІРМА «ДОВІРА 2008», Роменського району, Сумської області»

Виконав _____ Слухай В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Група ЕТЕС 2301-2м

(Науковий) керівник: _____ Барсукова Г.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти **«Магістр»**
Спеціальність **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем
доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)
«_____» _____202_ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Слухаю Віктору Васильовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. **Тема роботи:** *Аналіз методів та розробка електротехнологічного пристрою контролю вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях на АГРОФІРМА «ДОВІРА 2008», Роменського*
керівник роботи: Барсукова Ганна Володимирівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» 02 2024 р. № 572/ос

2. **Термін подання здобувачем закінченої роботи** «11» 11 2024 р.

3. **Вихідні дані до роботи** правила улаштування електроустановок, будівельні норми і правила, правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, література з основ електропостачання, релейного захисту та автоматики, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти.

4. **Зміст пояснювальної записки** (перелік питань, що підлягають розробці):
Вступ
Розділ 1. Аналіз стану питання
Розділ 2. Теоретичні та експериментальні дослідження
Розділ 3. Обґрунтування параметрів системи
Розділ 4. Охорона праці.
Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки
Висновки
Список використаних джерел

5. **Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:**
Презентаційний матеріал виконаний в програмі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці		
Економічне обґрунтування		

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 14.10.2024 р.	
7	Підготовка розділів «Розділ 4» та «Розділ 5»	до 21.10.2024 р.	
8	Написання висновків та пропозицій	до 28.10.2024 р.	
9	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
10	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти _____ (Слухай В.В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

(Науковий) керівник дипломної роботи _____ (Барсукова Г.В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел. Роботу викладено на 40 аркушах друкованого тексту, складається з 2 таблиць, 12 рисунків.

Метою даної роботи є аналіз методів та розробка електротехнологічного пристрою контролю вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях на АГРОФІРМА «ДОВІРА 2008», Роменського району, Сумської області.

У зв’язку із представленою метою в дослідженні поставлені такі задачі:

- визначити критичні показники концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях;

- визначити фактори негативного впливу від перевищення концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях;

- проаналізувати можливі методи визначення концентрації вуглекислого газу;

- проаналізувати на прикладі одного із сучасних пристроїв принцип роботи такого пристрою;

- розробити цілісний щит керування та аналізу концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях.

Ключові слова: вуглекислий газ, концентрація, вентилятор, тваринницьке приміщення, якість, контролер.

ЗМІСТ

1. ВСТУП……...….6
2. РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ…….8
3. РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ……..16
4. РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ…….24
   3.1. Контролер кількості вуглекислого газу……...24
   3.2. Засоби знешкодження граничного значення концентрації CO_2……28
   3.3. Пост керування……..29
   3.4. Схема технологічного пристрою……..30
5. РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ…….32
6. РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ …….34
7. ВИСНОВКИ……..36
8. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….38

ВСТУП

Фермерські господарства, де відбуваються роботи у тваринництві, потребують окремої уваги з точки зору проведення контролю за станом повітря, санітарно-гігієнічним станом в тваринницьких приміщеннях тощо. Такий контроль на сьогодні має бути здійсненим в автоматизованому режимі. Це дає свої переваги. До них відносимо:

- зручність користування системою аналізу;
- ефективність функціонування системи;
- безперебійність;
- мала похибка вимірювань (в залежності від пристрою);
- зменшення вірогідності помилкових дій з точки зору автоматизації процесу вимірювання.

Тому, збільшення попиту на автоматизовані системи має свої переваги. Темою даної роботи є аналіз методів та розробка електротехнологічного пристрою контролю вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях на АГРОФІРМА «ДОВІРА 2008», Роменського району, Сумської області.

Об’єктом дослідження є процес контролю за санітарно-гігієнічним станом в тваринницьких приміщеннях указаного підприємства.

Предметом дослідження є контроль за вмістом вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях на АГРОФІРМА «ДОВІРА 2008».

Перед дослідженням ставляться такі задачі:

- визначити критичні показники концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях;
- визначити фактори негативного впливу від перевищення концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях;
- проаналізувати можливі методи визначення концентрації вуглекислого газу;

- проаналізувати на прикладі одного із сучасних пристроїв принцип роботи такого пристрою;

- розробити цілісний щит керування та аналізу концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях.

У оді виконання дослідження актуальним залишається дотримання простоти конструкції системи, а також її надійності. Тому, використання сучасних методів досліджень поряд з надійністю та простотою залишається одним із головних критеріїв.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

Підвищення рівня концентрації вуглекислого газу має бути чітко керованим процесом. Це пов’язано з великою кількістю наслідкових реакцій, що проявляються в процесі функціонування тваринницького приміщення. Такі окремі будівлі, що використовуються в різних сільськогосподарських підприємствах, є орієнтованими на:

- виробництво молока;
- виробництво м’ясної продукції;
- відгодівлю тварин;
- інші потреби сільськогосподарського призначення.

Перевищення гранично допустимої концентрації вуглекислого газу шкідливо впливає, головним чином, на живність, що знаходиться всередині даного тваринницького приміщення. Поган умови існування тварин згодом відображаються на їх розвитку та ефективності функціонування окремого підрозділу, функціональним елементом якого є дане тваринницьке приміщення.

На рисунку 1.1 зображено умови функціонування для тваринницького приміщення. Для прикладу, представлено корівники. З використанням такого прикладу є можливість чіткого відображення основних вимог, які мають бути поставленими перед організацією робіт у тваринницьких приміщеннях.

Зокрема, вимогами ЄС зосереджено увагу на таких ключових аспектах по створенню тваринницьких об’єктів у відповідності з наступними напрямами:

- будівельні рішення;
- утримання, процес годівлі і напування тварин;
- доїння корів та охолодження молока;
- гноєвидалення;
- підтримання мікроклімату в тваринницькій будівлі;
- зооветеринарне обслуговування тварин.

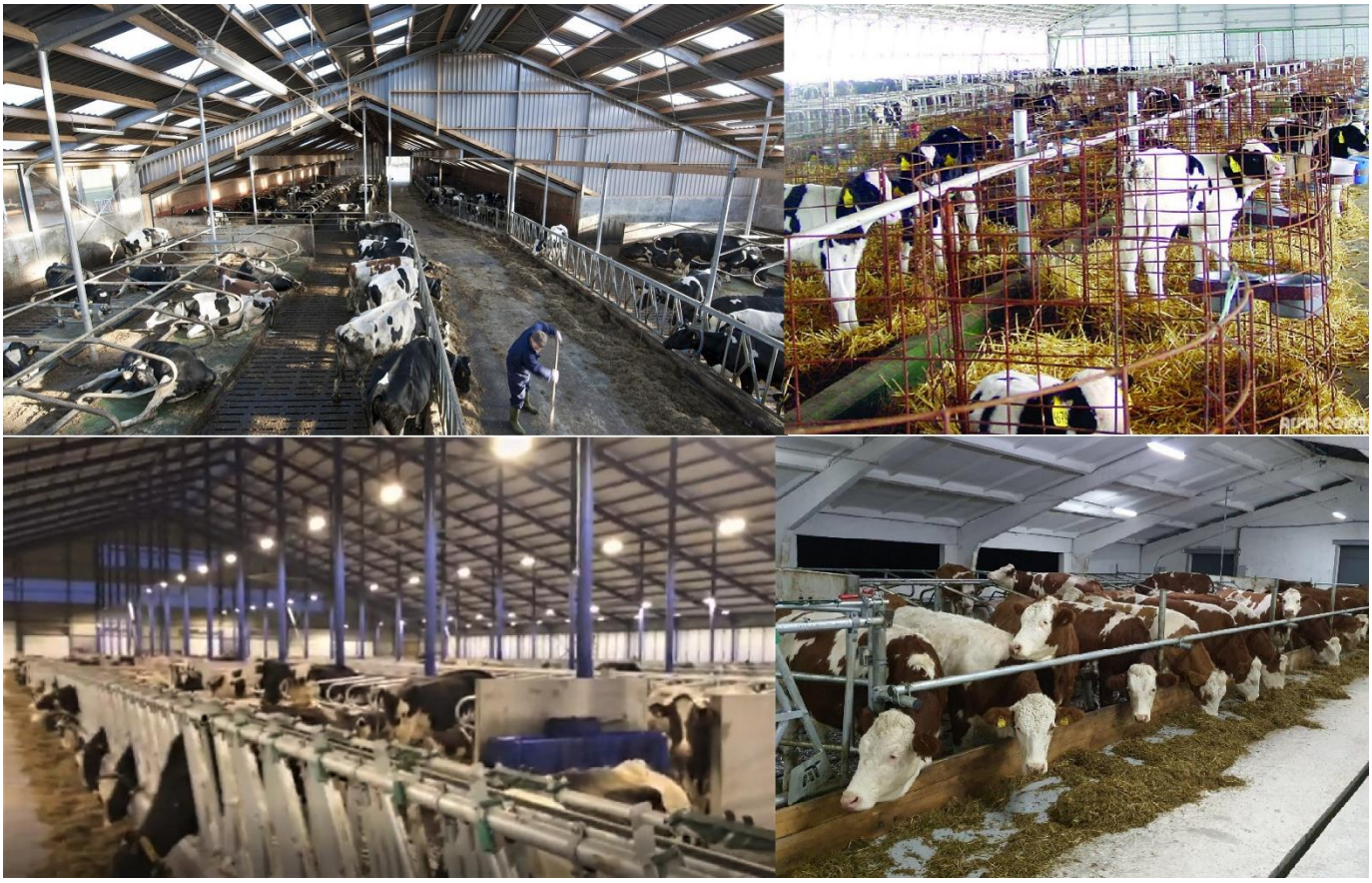

Рисунок 1.1. Умови функціонування тваринницького приміщення

З рисунку 1.1 є можливість виокремлення основних факторів, що несуть вплив на указані вище аспекти вимог проектування та утримання тваринницьких приміщень. Зокрема, серед таких аспектів є можливість виділити:

- підтримання необхідної кількості світла в тваринницькому приміщенні;
- підтримання мікроклімату, основним чином, вологості, температури, вмісту різних газів;
- годівля тварин;
- інші.

В такий спосіб є можливість говорити про ефективність функціонування тваринницького приміщення як окремої структурної ланки, наприклад, ферми, яка, в свою чергу, є окремою структурною ланкою фермерського господарства. Тому,

актуальність питання покращення контролю за загазованістю та процесами вентиляції в тваринницьких приміщеннях є досить обґрунтованою.

Під будівельними рішеннями в представлених аспектах вимог ЄС мається на увазі захист тварин. Цим пояснюється ряд технічних і конструкторських рішень щодо мінімальної глибини фундаменту, що має становити не менше 0,5 м. Крім того, під час проектування будівлі, яка буде використовуватися з метою утримання ВРХ, мають бути передбаченими місця по розміщенню ветеринарного станка. Поверхню підлоги для тваринницького приміщення визначають як рифлену.

Обов'язковими вимогами також указано, що зовнішні ворота або двері мають відкриватися назовні й за необхідності повинні повністю функціонувати у якості запасного виходу. В цих же вимогах підкреслено доцільність використання розсувних воріт чи дверей або воріт — ролетів. З метою, перш за все, якісної системи вентилювання приміщення, рекомендованим є встановлення металопластикових вікон. Також, у вимогах ЄС вказано на доцільності використання з метою влаштування стін сендвіч-панелей, штор бокових вентиляційних, цегли, бетон. Підкреслено на ефективності функціонування світло-вентиляційних гребнів.

Основаним є елементів в вимогах по утриманню тваринницьких приміщень, що цікавить в даній роботі, вважається мікроклімат тваринницького приміщення. На нього несуть вплив такі фактори:

- територіальне розташування тваринницьких приміщень;
- об'ємно-планувальні рішення таких тваринницьких приміщень;
- можливість підтримання необхідної температури в будівлі;
- кількість тварин;
- кліматичні умови навколишнього середовища;

Для прикладу, прийнятний рівень по температурі повітря у приміщеннях з метою утримання корів впродовж року має становити показник –10 °С…+25 °С. Відбувається це за відносної вологості повітря, що складатиме показник до 80%.

З метою забезпечення належних показників мікроклімату у тваринницьких будівлях основним вважається використання природної вентиляції. Такий вид вентиляції реалізується за рахунок використання в приміщенні бокових штор та повітряних клапанів, розташованих на стінах, а також світло-вентиляційних гребнів в дахах будівель. Для зон відпочинку тварин слід уникати перевищення показника нормативного руху повітря. Стосується це протягів, що найбільше відображається в холодні пори року. Рівень денного освітлення як основний фактор в реалізації необхідного ступеня освітленості в приміщення, рекомендується досягати шляхом встановлення прозорих елементів стін, стелі тощо.

Слід підкреслити, що параметри, якими характеризується мікроклімат у тваринницьких приміщеннях, мають суттєвий вплив і для продуктивних характеристик тварин. Для прикладу, зниження щонайменше на 10% по продуктивності тварин відбувається у випадку тоді, коли мікрокліматичні умови не будуть відповідати нормативам.

Окремий вплив повітря відбувається і на якісні показники молока. Відбувається це за зміни таких його складових:

- аміак і інші шкідливі гази;
- бактеріальні обсіменіння;
- різного виду механічні домішки.

Для прикладу, проведені з УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого експериментальні дослідження свідчать щодо ефективності легкозбірних тваринницьких будівель. Порівнюють таку технологію із традиційними приміщеннями. Порівняння відбувалися і з точки зору створень належних мікрокліматичних умов в утриманнія тварин, що відображено в таблиці 1.1.

Показник	Тип тваринницької будівлі		Нормативні вимоги
	легкозбірний	традиційний	
Загазованість і бактеріальне обсіменіння повітря			
Наявність аміаку, мг/м^3	1,6	3,8	Не більше 20
Бактеріальне обсіменіння повітря, тис./м^3	2,4	103	До 70
Якість молока			
Бактеріальне обсіменіння, тис. КУО/см^3	279	558	⩽ 500
Термостійкість, група	1–2	3–4	Не нижче 2

Таблиця 1.1. Вплив показників загазованості й бактеріального обсіменіння в повітрі для ферм на якість молока

Встановлено, що в сучасних легкозбірних будівлях порівняно кращим є забезпечення сприятливих умов по загазованості й бактеріальному обсіменінні повітря, що порівнюється із традиційними тваринницькими приміщеннями. Це у поєднанні із впливом з інших факторів сприятиме отриманням високоякісного молока.

Системи зі створення мікроклімату для тваринницьких приміщень для при утриманні свиней повинні забезпечувати необхідні параметри для:

- повітрообміну в будівлі;
- запиленості в приміщенні;
- температури повітря;
- відносної вологості в приміщенні;
- концентрації шкідливих газів.

Не допустимим є утримання свиней в постійній в темноті. Будівлі мають бути влаштованими таким чином, аби використовуваним було природне й штучне освітлення.

Рисунок 1.2. Системи вентилювання тваринницького приміщення

Показана на рисунку 1.2 система не природного вентилювання має свої певні переваги в дотриманні необхідних параметрів мікроклімату. Такими перевагами є швидкість досягнення необхідного показника температури, концентрації газу або вологості, що перевищують нормативні значення та є шкідливими. Однак, це реалізується з використанням електричних систем та засобів автоматизації. Слід врахувати, що робота таких систем також шкідливо відображається на функціонуванні тварин у приміщенні. Зокрема, це характеризується:

- підвищенням шуму в приміщенні;
- збільшенням запиленості приміщення;

- імовірною появою стружки та інших дрібних шкідливих елементів внаслідок функціонування різних електротехнічних пристроїв.

Порівнюючи такі системи активного вентилювання з системами природної вентиляції помітним є збільшення швидкості вентиляції. Однак, за природньої вентиляції відбувається уникнення таких шкідливих процесів, що указані вище, а також економія фінансів через зменшення використання електропристроїв, їх обслуговування та ремонт. Крім того, засобами природньої вентиляції є можливість отримання майже ідентичних умов за показниками температури з показниками навколишнього середовища поруч з будівлею.

Газ	В атмосферному повітрі	Допустима концентр в тваринницьких приміщеннях
Азот, %	78,09	Не нормується
Кисень, %	20,95	Не нормується
Вуглекислота, %	0,03	0,15 - 0,30
Аміак, мг/м куб	0,0	10 - 20
Сірководень, мг/м в куб	0,0	5 - 10

Таблиця 1.2. Газовий склад для атмосферного повітря й показник максимально допустимої концентрації газів для тваринницьких приміщень

Збільшення концентрації вуглекислого газу в тваринницькому приміщенні призводить до зниження опору організмів тварин різних видів захворюванням. Якщо господарством не передбачаються жорсткі міри по вентиляції тваринницьких приміщень та створенню оптимального мікроклімату, то втрачаються десятки тон молока та м’яса щорічно, а продукція отримується низької якості.

На рисунку 1.3 показано вплив різного виду газів на живих організмів впродовж функціонування тваринницьких ферм.

Рисунок 1.3. Вплив тваринницьких ферм на атмосферне повітря

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Джерела, що використовуються у сільському господарстві, є великими витоками вуглекислого газу, однак є значний потенціал для їх зменшення. Консолідація земель за рахунок комплексної реорганізації в просторовому розташуванні ферм може значно скоротити викиди при правильному підході до контролю за його кількістю та переробкою [1].

Викиди парникових газів вважаються наслідком сільськогосподарського виробництва з розглядом лише на рівні ферм, а також польового тваринництва. Пізніші етапи по виробництву продуктів харчування, серед яких процеси переробки, упаковки та транспортування, призводять до додаткового внеску в викиди. Більшість із цих викидів пов'язують із використанням енергії [2].

Беручи до уваги навіть найбільш значимі країни, які займаються молочним господарством, показник оцінки для досягнутого негативного рівня по викидам CO_2, означає вловлювання близько 1,8 Гт еквівалентів CO_2 та 82,8 Мт NH_3 із моменту написання тексту статті – 2018 рік та до 2030 року [3]. Процеси, виконувані в сільськогосподарському виробництві або, прямо кажучи, процеси тваринництва із невеликих розосереджених установ, вважаються одним з найважливіших джерел по викидам в атмосферу. В такому контексті ринок з молочної продукції у даний час залучено в важливу реорганізацію з метою оптимізації виробництва м'ясних продуктів та молока, що характеризуватиметься створеннями мега- або гігантських тваринницьких ферм [3].

Молочний сектор вважається багатогранною екологічною системою, яку безпосередньо пов'язують з викидами парникових газів. Найбільш поширені парникові гази – CO_2 і CH_4 знаходяться в верхній частині такого рубця. CH_4 і CO_2 потрапляють в атмосферу шляхом випаровування й процесів життєдіяльності великої рогатої худоби. Також в роботі [3] підкреслено ще один досить поширений, свого роду, прогресуючий варіант попадання перерахованих речовин в атмосферу – при

анаеробному розкладанні гною. Указано, щ дві третини з загального обсягу для світових викидів CH_4 припадатиме на антропогенний CH_4, а на процеси в сільському господарстві відводять 47%-56% таких викидів. При цьому, ферментація жуйних тварин вважається найбільшим джерелом по викидам парникових газів. Хоч, CO_2 вважається відновлюваним, а також легко оброблюваним і, по суті, нетоксичним, викиди великої кількостей такої сполуки сприяють глобальному потеплінню. Дані гази причасні до великої кількості відходів вуглецю, а це викиди в атмосферу у секторі з тваринництва і сільського господарства [3].

Трактуючи дане питання по-іншому, можна вважати, що сільськогосподарська діяльність вважається найбільшим світовим джерелом по NH_3 у атмосферу на сьогодні. NH_3 класифікують як надзвичайно небезпечну речовину, як має відносно велику шкідливу для навколишнього середовища екологічну дію [3].

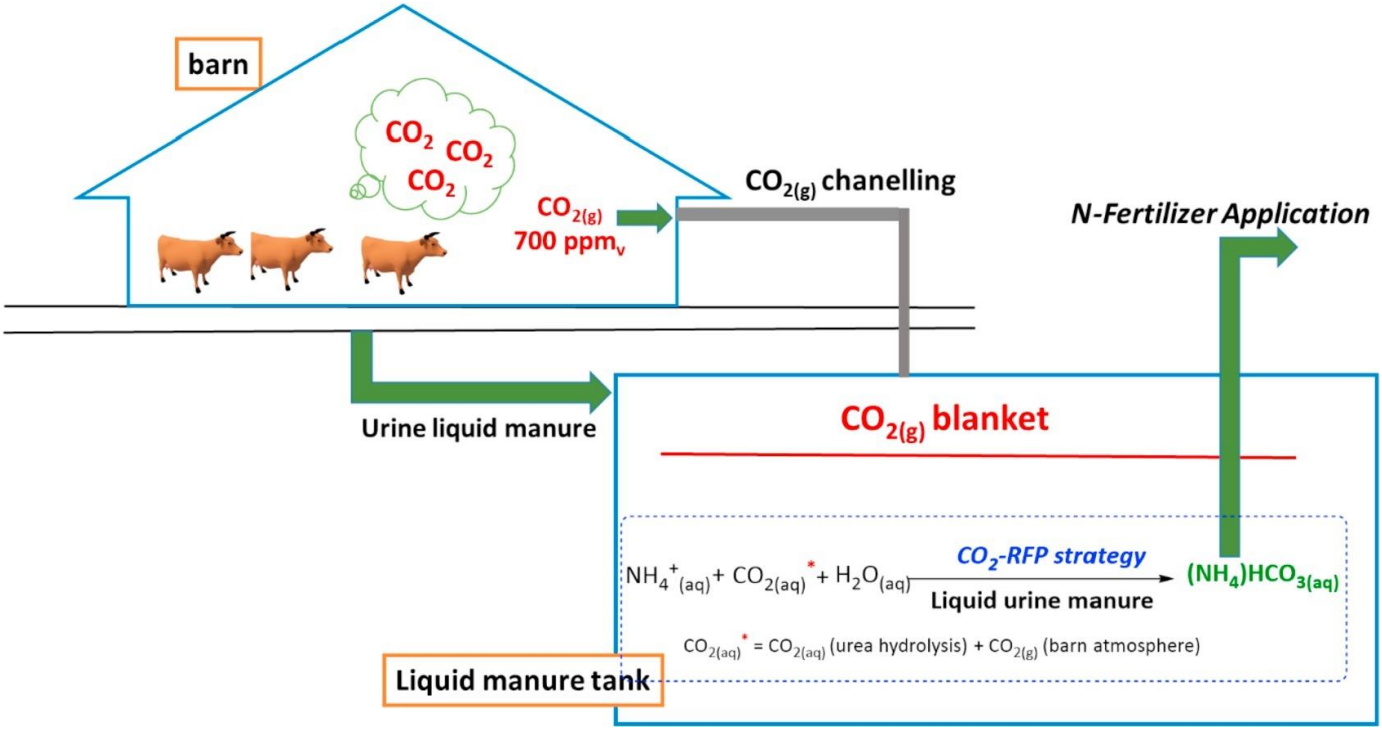

Рисунок 2.1. Графічна абстракція згідно з роботою [3] викидів шкідливих газів на тваринницьких приміщеннях

Розведення корів із низьким рівнем викидів CH_4 вимагає, аби ознаки була мінливими і щоб їх можна було зареєструвати із низькими витратами в достатніх кількостях особин та з високою точністю, однак не з обов'язковою високою точністю. Якщо ознаку вимірюють із високою повторюваністю, то за описаного в роботі [4] варіанту співвідношення CH_4 та CO_2 у повітрі, які видихаються є ознакою, що часто використовують в ролі трасера із прогнозованим виробництвом CO_2 в основі маси тіла, що скоригована по енергії з надою молока та днів вагітності. Такий підхід передбачатиме ефективність по використанню енергії підтримки і виробництва.

Використання енергії поряд з використанням природних ресурсів і відповідних дій забруднення вважаються показниками з інтенсифікації виробничих процесів. Розглядаючи дане питання з іншого боку, зростання кількості населення і потреба в більшій кількості необхідних продуктів харчування із більш безпечною і чистою якістю спонукатимуть виробників підвищити свою енергоефективність [5].

Глобальні потепління і глобальна продовольча безпека вимагають критично важливою розробку енергоефективних та економічно ефективних і стійких систем із виробництва продуктів харчування із мінімальним впливом на навколишнє середовище. Нинішнє міське фермерство є постачальником 15–20 % продовольства в світі. Також воно відіграє важливішу роль в забезпеченні продовольчої безпеки населенню, що росте, в майбутньому [6].

Як один з найважливіших агентів, які стимулюють зріст рослин, вуглекислий газ, CO_2, зазвичай додає до міського фермерства й з метою підвищення урожайності й продуктивності, що може становити показник близький до показника 9–45 %. З метою підвищення в енергоефективності і зниження витрат вирішальні значення матимуть розумний вибір і інтеграція технологій по збагаченню CO_2. В роботі [6] розглядають особливості і обмеження різних технологій, що використовувались чи можуть бути використані для міських ферм. З метою порівняння технологій використано ключові показники по ефективності включно з чистотою CO_2, споживання енергії за умови збагачення та вартість для такого процесу по збагаченню.

Дослідження [7] показало, що накопичення CO_2, зниження pH і зміни у хімії Al несуть згубний вплив на стан розвитку організмів. Скорочення по інтенсивності викиду парникових газів в момент виробництва молока вважають ключовим завданням по сталому розвитку для молочної галузі. Вирішення такого завдання вимагатиме глибокого розуміння по поточним рівням викидів для парникових газів по окремим фермам, а також методів, які впливають для викидів парникових газів, і економічних компромісів, що пов'язані зі скороченням таких викидів [8].

Рисунок 2.2. Графічна абстракція джерела [8]

Результати дослідження [8] можуть бути використаними для визначення і розміщення пріоритету в стратегіях з пом'якшення наслідків у молочному виробництві із метою скорочень викидів для парникових газів у інших країнах. Це швидко розвивається, особливо у регіонах із виробництвом молочних продуктів, в основі чого лежить рослинництво та показники кількості корів в закритих приміщеннях.

Викиди великої кількості парникових газів внаслідок виробництва молочної продукції вважаються основним із джерел викидів, а особливо у Західній Європі. Там даний сектор виріс впродовж останнього десятиліття. Тому, на першому місці

вважають розвиток різних стратегій щодо годівлі та необхідності з визначення ефективних заходів по пом'якшенню наслідків викидів газів [9].

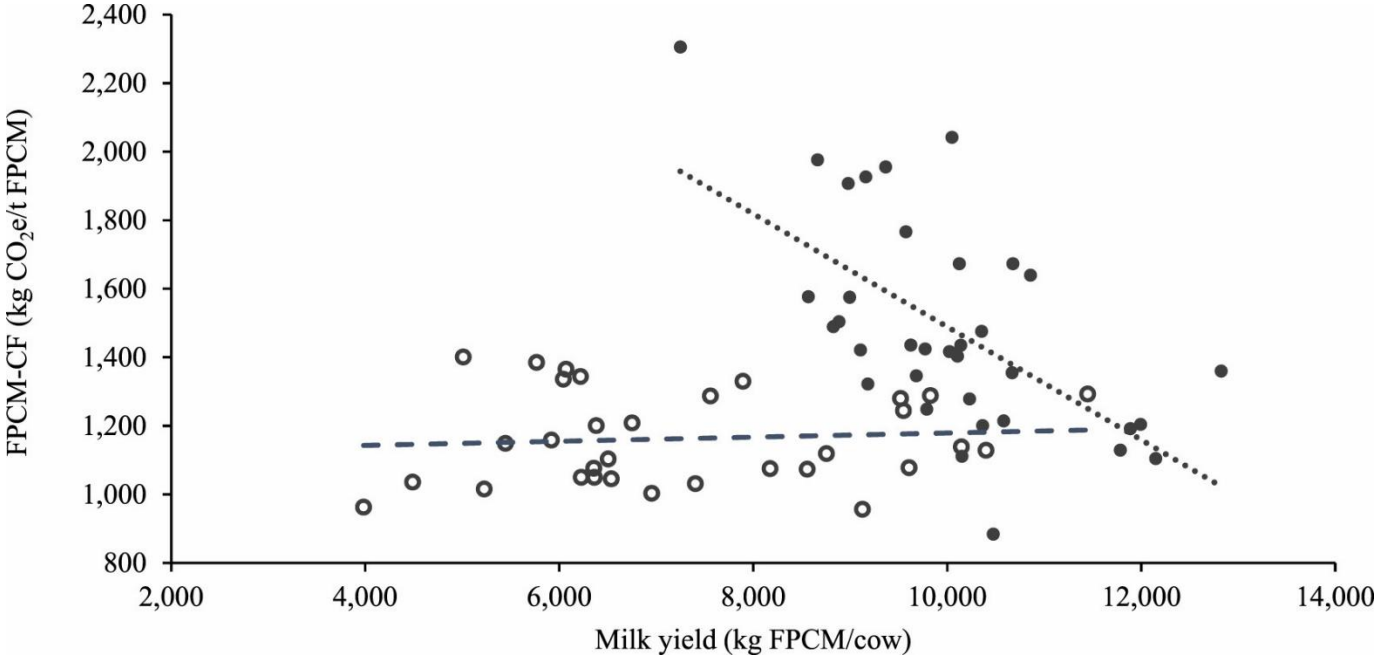

Рисунок 2.3. Вплив показника річного надою молока на коров (кг/корова) і кг CO_2 е/т в різних стратегіях для годівлі; пасовищні й змішані ферми, що об'єднані разом (○ і пунктирна лінія), а також і ферми із критим вмістом (● і пунктирна лінія) [9]

Таким чином, дослідження [9] показало, те що важливим є знання знаходження ферми на континуумі інтенсивності, що описано вище, аби націлитися на стратегії з пом'якшення наслідків по викидам парникових газів, що дадуть найбільший вплив.

Наявність моделей вважається ключовим фактором в умовах вибору інструментів для підтримки прийнять рішень, що спрямовані на покращення виробничого та екологічного аспектів ферм. Існують потреби у надійних моделях, що є зручними для користувачів, а також полегшують оцінки по викидам ферм і аналіз по їх тимчасовим коливанням [10]. Оцінки впливу приміщень на довкілля мають вирішальне значення в подальшому аналізі та оптимізації для свинарських ферм з метою сталого виробництва продукції свинини. Дослідження [11] є першою зі спроб

в кількісній оцінці вуглецевого та водного слідів для стандартної інтенсивної будівлі у свинарській фермі із використанням інформаційного моделювання приміщень та імітаційної моделі в експлуатації.

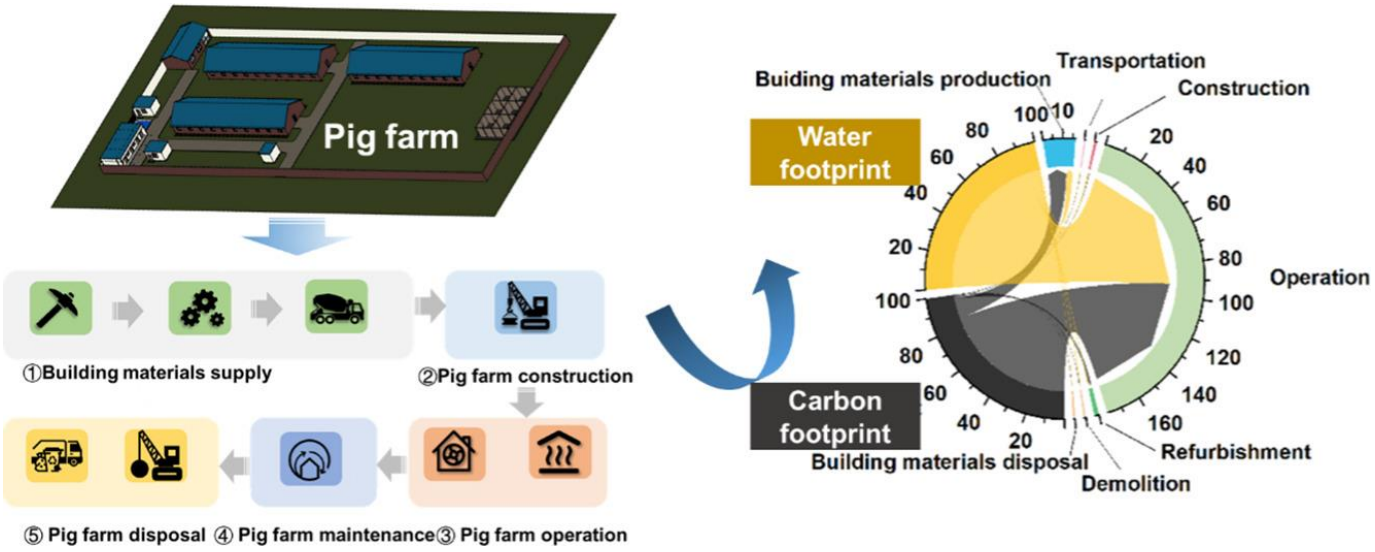

Рисунок 2.4. Графічна модель дослідження [11]

Отриманий в дослідженні [11] аналіз вуглецевого і водного слідів для свиноферми дає цінну інформацію в подальших проектуваннях і розробці сільськогосподарських приміщень. Для прикладу, експлуатація приміщень вважається основним із джерел вуглецевого і водного слідів і сильно залежатиме від матеріалів з метою кладки по причині значної ролі теплопередачі у споживанні енергії. Таким чином, необхідною є розробка матеріалів з метою кладки із високими теплоізоляційними характеристиками для тваринницьких приміщень.

З описаного вище літературного наголошено на контролі вмісту шкідливого вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях. Для прикладу, одним із елементів в комплектації аналізу та захисту довкілля можна представити вимірювач вмісту в приміщеннях CO_2 DE (рисунок 2.5).

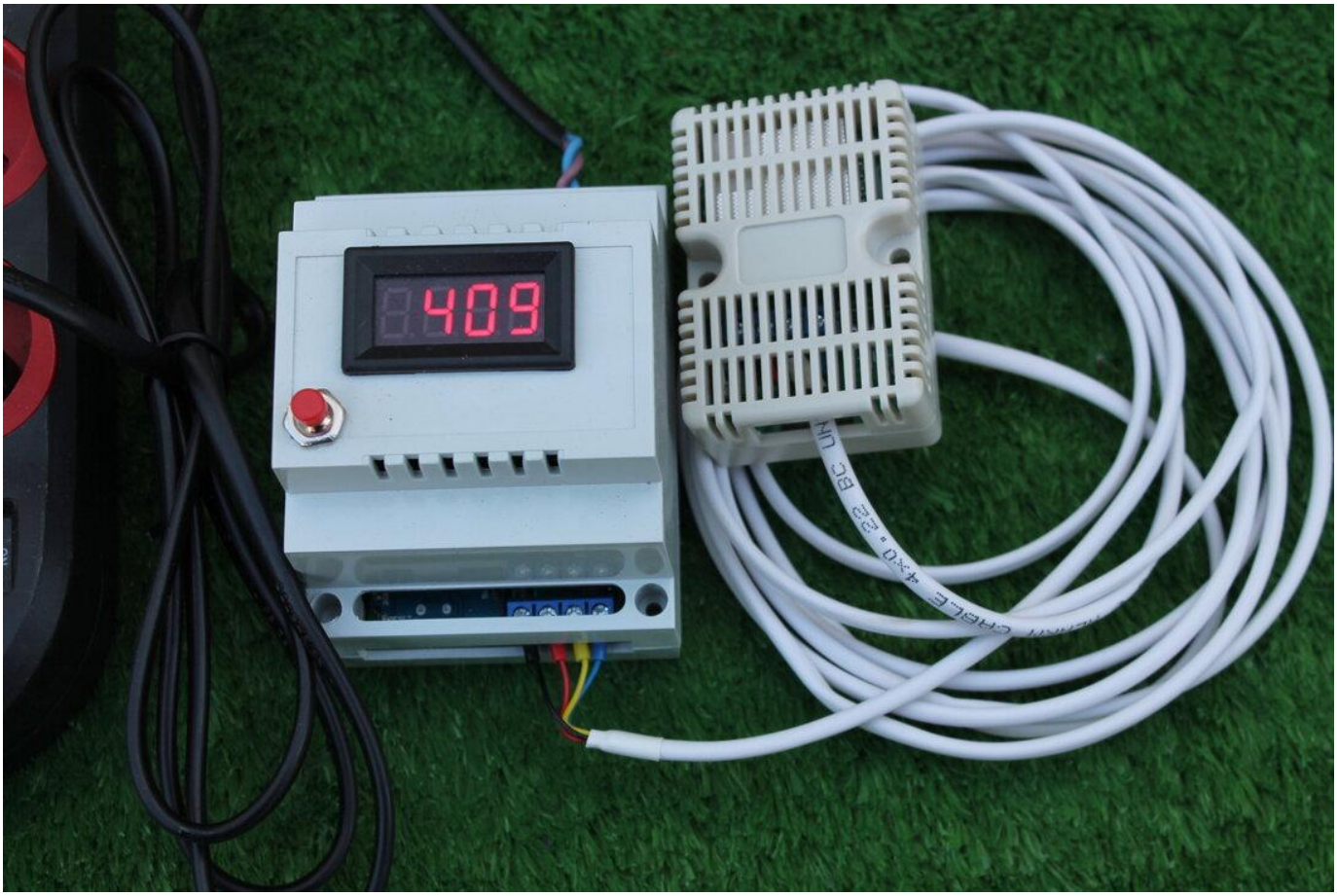

Рисунок 2.5. Вимірювач вмісту CO_2 DE

Порівняно дешевий та якісний вимірювач CO_2 для:

- теплиць;
- грибниць;
- житлових приміщень;
- тваринницьких приміщень.

Кріплення пристрою відбувається на DIN-рейку. Використовується пристрій з виносним інфрачервоним NDIR датчиком, що працює в діапазоні вимірювання 400 - 10 000 ppm. Довжина провідного кабелю для датчика складає 3, 5, 7 чи 10 метрів. Аналіз системою відбувається з відображенням дійсного значення CO_2 в приміщенні.

Однак, доцільність проведення дослідження, представленого в завданні даної роботи полягає в отриманні цілісного пристрою, яким відбувається контроль за

процесами перебігу вмісту вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях та реагуванні на його критичні значення. У звязку із вище сказаним, основними завданням в розробці єдиної системи з контролю за вмістом вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях вважаються:

- аналіз контролера, що є багатофункціональним з функціями запам’ятовування та фіксації зміни вмісту вуглекислого гачу за певні проміжки часу;

- аналіз функціональних можливостей системи;

- визначення доцільності використання інших пристроїв;

- залучення засобів знешкодження підвищеного рівня вуглекислого газу шляхом автоматизації використовуваного в системі пристрою;

-визначення ефективності функціонування системи.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ

Шкідливі гази тваринницьких приміщень виникають, в основному, із сечі, а також при перегниванні азотовмісних органічних речовин в ґрунті, на гноєсховищах, з відходів різних хімічних комбінатів. Крім того, причинами збільшення вмісту CO_2 можуть бути недостатня робота в системах каналізації і вентиляції.

Санітарно-гігієнічне значення несе прямий відбиток у повітрі для тваринницького приміщення у концентрації шкідливих газів. Є кілька способів по визначенню загазованості повітря. Їх було перераховано у попередніх розділах. В виробничих умовах безпосередньо у тваринницькому приміщенні прискорені методи визначення концентрації CO_2 мають ряд переваг:

- дослідження виконують протягом короткого терміну;
- обладнання, яким виконується аналіз, легко транспортується або є стаціонарним, а його показники відображаються на окремих табло чи комп'ютерах;
- робота системи є автоматизованою.

3.1. Контролер кількості вуглекислого газу

З метою відображення дійсного дослідження доцільно показати один із представників такого обладнання для визначення показників місткості CO_2 в повітрі тваринницького приміщення. В даному випадку, огляд відбуватиметься на пристрій AZ-7530 (рисунок 3.1). Робота даного пристрою полягає, перш за все, в виконанні функцій не як аналізатора, а як безпосередньо контролера.

Функціями контролера визначено як аналіз місткості вуглекислого газу в повітрі тваринницького приміщення та вмикання або вимикання необхідного обладнання. Таке обладнання використовується з метою реагування на перевищення допустимої концентрації речовини.

Зазвичай, основними виконуючими елементами при реагуванні на перевищення концентрації вуглекислого газу вважаються вентиляційні установки. Крім того, функціями такого пристрою визначено та закладено в функціональний набір – звукову сигналізацію щодо перевищення концентрації шкідливої речовини.

Рисунок 3.1. Контролер AZ-7530

Робота пристрою базується на виконанні функцій аналізу за загазованістю CO_2 в приміщенні. Реалізується дана функціональна особливість за рахунок використання виносного датчика. Слід зауважити, що це і є необхідною умовою роботи такого пристрою. Виносний дистанційний датчик працює як щуп аналізатора. Безпосередньо результати вимірювань відображаються на екрані самого пристрою.

Окрім виносного датчика у контролера наявний виконавчий механізм – релейний вихід, яким відбувається регулювання подачі сигналів до механізмів, якими відбувається реагування на збільшення або перевищення допустимої концентрації. Основним елементом, в даному випадку, є вихід на 220В для під'єднання вентиляційних установок та подібного обладнання.

Крім вентиляції є можливість під’єднання автоматичних дверних роз’ємів, воріт тощо. Тобто, вентилювання приміщення відбуватиметься не активним способом, якби це було з використанням вентилятора, а мимовільно – надходження повітря через автоматично відкриті двері, ворота або інші вентиляційні занавіски або заслінки.

В результаті, набір функцій забезпечується прецизійним двоканальним інфрачервоним NDIR-сенсором, що характеризується низьким дрейфом показань. Отриманий набір функцій працює за програмованим значенням для зони з допустимих концентрацій вуглекислого газу і центрального значення CO_2. Виконано це з метою керування вихідним сигналом про подачу напруги до пристроїв знешкодження критичних значень концентрації вуглекислого газу. Живлення для такого релейного виходу контролера не подається тоді, коли значення з концентрації CO_2 буде меншим за встановлене центральне значення на половину для зони з безпеки. Аналогічно, живлення буде подаватися тоді, коли концентрація CO_2 буде вищою центрального значення в половину для зони з безпеки.

Процес вимірювання в тваринницькому приміщенні відбувається за рахунок виносного під’єднувального датчика CO_2. Таким чином, при вимірюванні рівня CO_2 закритого приміщення із використанням зовнішнього датчика радіус вимірювань та передачі сигналів можна збільшити або зменшити шляхом використання різної довжини кабелів. Вимірювання здійснюються в реальному часі з низькими затримками в діапазонах вимірювання та відображення результатів. Така функція цілком відображається на монітора пристрою шляхом подачі виміряних даних у вигляді діаграм із регульованою шкалою часу, яка одразу може бути зміненою для оператора на:

- тиждень;
- день;
- година;
- хвилина;
- постійно.

Крім того, відображення шкали та графіку запам’ятованих виміряних значень окремо відсікається двома поділками мінімального та максимального значень концентрації.

Звукові сигнали попередження щодо рівня концентрації CO_2 активуються, в результаті чого зумером подається звуковий сигнал. Це відбувається у випадку, коли значення з концентрації CO_2 є вищим за встановлене центральне значення, обране для зони безпеки, й вимикається тоді, коли концентрацію CO_2 зменшено до показника, що є нижчим за це значення.

Запрограмована функція автоматичного визначення дня і ночі для переналаштувань по рівню контролю CO_2 має також важливе значення. За умови використання контролера у теплиці, контроль за вмістом CO_2 у повітрі може бути необов’язковим у той час, коли слабким буде показник освітленості.

За рахунок використання в контролері спеціального фотореле, ним здійснюється аналіз стану доби і відповідним чином відбувається аналіз запрограмованих усталених значень по концентрації, що є допустимими окремо для дня і окремо для ночі. Одночасно із цим, є можливість встановлення усереднених значень окремо для інших рослин або тварин і окремо для людини. Для людини, значення є запрограмованими одразу і незмінними. Керування такими параметрами відбувається з екрану пристрою, що є досить зручно для користувача в приміщенні.

Таким чином, основний з елементів аналізу та відображення інформації щодо концентрації вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях охарактеризовано. Відчутною перевагою такого пристрою є автоматичний режим як постійного аналізу за концентрацією з постійним відображенням даних на діаграмі, так і автоматичне ввімкнення засобів зниження такої концентрації в приміщенні. Виконано це з метою максимального уникнення ручної праці людини. Окрім того, за рахунок використання систем автоматизації є можливість зниження людських помилок. Як наслідок – зменшення вірогідності зупинки роботи системи через аварійні ситуації. Автоматизація такого процесу є актуальним завданням, з яким є можливість

конкурувати іншим пристроям, що працюють виключно в ручному режимі та в окремі періоди часу, обрані оператором даного обладнання для аналізу вмісту CO_2 у повітрі.

Під розробкою електротехнологічного пристрою контролю, як це вказано в темі даної роботи, мається на увазі повний цикл підключення готової до використання системи. Тому, набір структурних елементів має включати в себе:

- ввідні пристрої захисту (автоматичні вимикачі);
- контролер концентрації CO2;
- засоби зниження концентрації (вентилятори);
- пост керування та сигналізації.

Основні кілька елементів, з перерахованих вище, мають бути змонтованим в одному цілісному електричному щиті з постом керування.

3.2. Засоби знешкодження граничного значення концентрації CO_2

Засобами для знешкодження частіше за все є вентиляційні установки. Автоматизація такого процесу є описаною в попередньому підпункті даного розділу. Внаслідок аналізу та визначення граничного значення концентрації вуглекислого газу у повітрі відбувається спрацювання звукової сигналізації та окремо подача напруги до вихідного роз'єму для керування зовнішніми пристроями.

Однак, доцільно перерахувати можливі варіанти обладнання для знешкодження граничного значення місткості вуглекислого газу. Основним з них, як було указано вище, є вентилятори. Однак, з іншого боку, можливість використання відсувних поверхонь, дверей, воріт та заслінок дає можливість виконання процесу знешкодження за порівняно простішим принципом. Однак, і продуктивність таких систем може бути різною. Залежить вона саме від площі робочої поверхні, якою буде керувати система в разі відкриття або закриття вентиляційних роз'ємів.

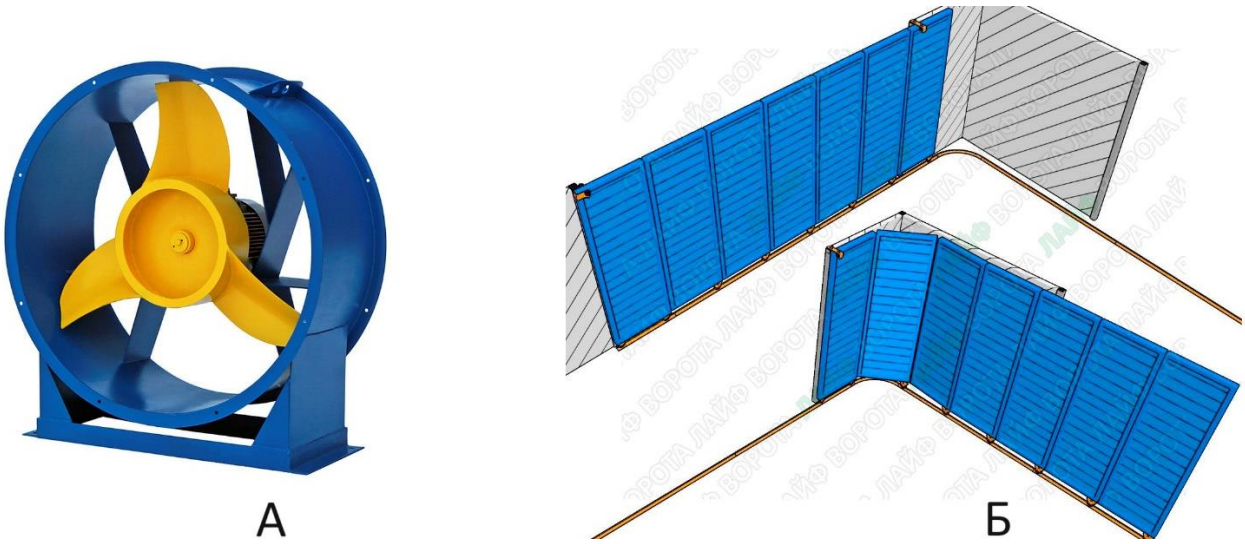

Рисунок 3.2. Способи керування вентиляцією в тваринницьких приміщеннях. А – вентилятор; Б – роздвижні двері/ворота/роз’єми

Внаслідок автоматизації подачі сигналів до виконавчих елементів є можливість автоматичного регулювання концентрації газу приміщенні.

3.3. Пост керування

Під поняттям поста керування мається на увазі керування даною установкою та спостереження за даними від датчика місткості вуглекислого газу. В такий спосіб, доцільним є використання єдиного електричного щита з засобами захисту у вигляді ввідного автоматичного вимикача та, окремо, набором елементів у вигляді розгалужувача для подачі сигналів до виконавчого елементу або одразу декількох, якщо це необхідно в системі.

В результаті, змонтований пост керування включає в себе електричний, де одразу знаходяться автоматичний вимикач, а також контролер концентрації вуглекислого газу. Поруч з виводом до виконуючих елементів контролера знаходиться розгалужувач для під’єднання одразу кількох виконуючих елементів в єдину цілісну систему вентиляції з метою знешкодження граничної концентрації CO_2.

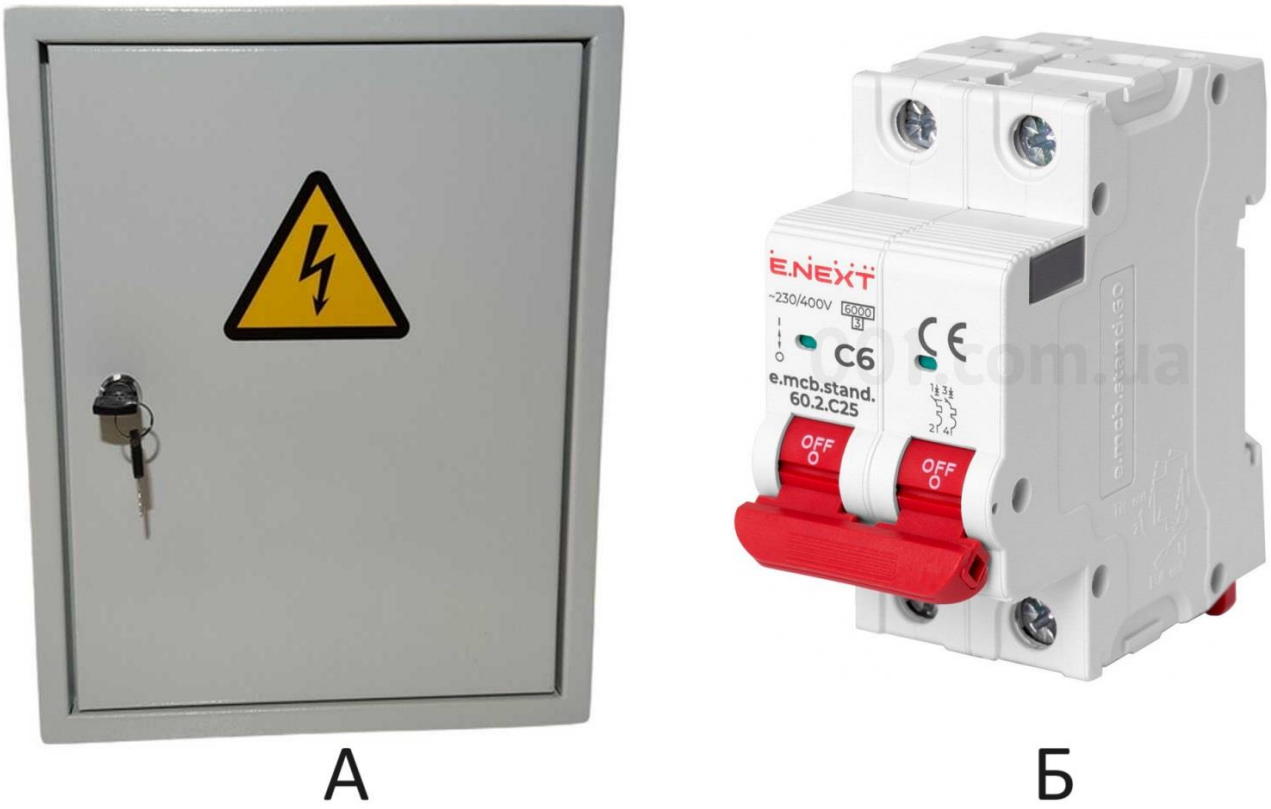

Рисунок 3.3. Ввідні елементи для системи керування. А – електричний щит; Б – автоматичний вимикач

3.4. Схема технологічного пристрою

Структурно схему технологічного пристрою та принципу роботи системи є можливість зобразити шляхом набору елементів та відобразити їх зв'язок один між одним.

Очевидно, що якісне функціонування системи є можливим лише за умов правильного підключення усіх елементів. Крім того, важливим етапом є вирішення для кожного зі споживачів у варіанті вибору виконуючих елементів, що працюють за сигналами контролера у разі перевищення граничного значення вуглекислого газу.

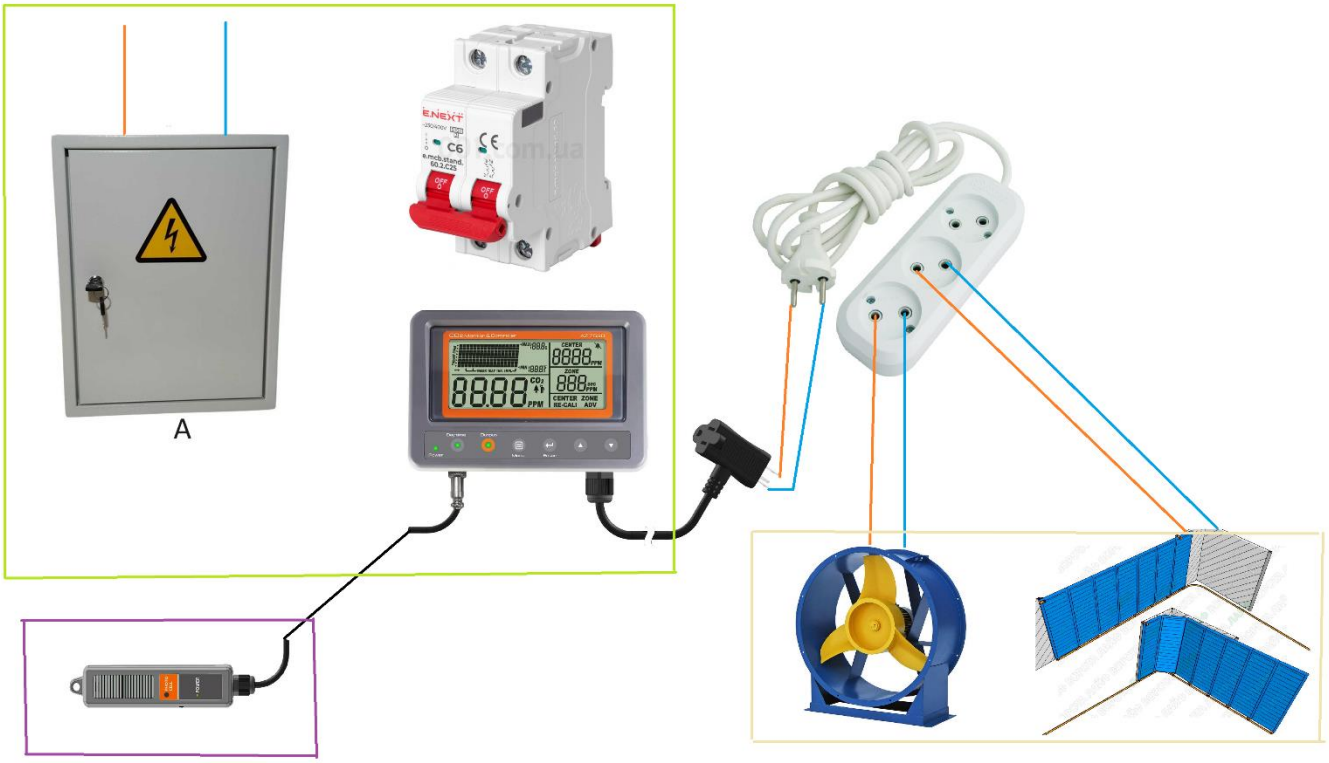

Рисунок 3.4. Структурна схема системи контролю концентрації CO_2

Зі схеми, показаної на рисунку 3.4, слідує, що система є досить простою, що було підкреслено в вимогах та завданнях для пристрою контролю концентрації вуглекислого газу даної роботи. Окремо слід підкреслити відносно широкий набір можливостей щодо виконавчих елементів. Пояснюється це широким спектром вибору вентиляторів як за розмірами, такі за потужністю. Окремо, аналогічним чином, слід підкреслити спектр вибору роздвижних дверей та воріт, що можуть бути різних розмірів.

Таким чином, якісна робота системи є можливою з зазначеним набором елементів та їх функціонуванням в автоматизованому режимі.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Даний розділ є продовженням попереднього розділу, що спрямований на зменшення концентрації вуглекислого через перевищення надмірної концентрації газу у приміщенні.

З точки зору розгляду даної тематики в напрямку питань охорони праці слід розглянути негативний вплив надмірної газифікації в приміщенні на стан здоров'я людини, де серед людей є персонал підприємства.

Серед негативних впливів на здоров'я людини від збільшеної концентрації газу у повітрі виділяються:

- отруєння газом;
- погіршення самопочуття;
- запаморочення;
- погіршення зору, слуху;
- погіршення роботи органів чуття;
- втрата свідомості.

Для зменшення проявів такого впливу персонал підприємства має бути забезпеченим засобами індивідуального захисту, а саме:

- захисними засобами дихання;
- захисними рукавицями;
- захисними костюмами;
- захисними окулярами.

Розглядаючи засоби колективного захисту, слід наголосити на обов'язковому регулюванні концентрації за рахунок:

- вентиляції приміщення;
- фільтрів газу.

Окремим пунктом, що відноситься до засобів колективного захисту, є розробка системи, що представлена у даній роботі. А саме, - автоматизована система керування загазованістю у приміщенні.

За рахунок введення в дію даної системи є можливість постійного моніторингу концентрації газу у повітрі, а за умови перевищення допустимої концентрації відбувається вентиляція приміщення.

Окремо відбувається оповіщення персоналу присутніх поруч людей про перевищення концентрації газу за рахунок світлової та звукової сигналізації, що підключено до контролера.

В такий спосіб є можливість зменшення впливу на здоров’я за певних порушень в роботі системи та контроль за параметрами, яким підпорядковано тваринницьке приміщення структури.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

З метою введення в експлуатацію системи вентиляції є доцільність приведення техніко-економічних показників, а саме, - затрат на комплектування на запуску такої системи.

Розрахунок затрат для впровадження системи по вентиляції здійснимо за такою схемою:

Структура капіталовкладень К ділиться на три основні елементи:

$$К = Коб + Кбмр + Кін, \quad (1)$$

де: $К_{об}$ – капіталовкладення на придбання устаткування;

$К_{бмр}$ – капіталовкладення на виконання будівельно-монтажних робіт;

$К_{ін}$ – капіталовкладення на інші види робіт, що не передбачені в $К_{об}$ та $К_{бмр}$.

Розглянемо більш детально кожну із даних складових по певному переліку позицій.

Витрати $К_{об}$ включають вартість:

- обладнання, яке потребуватиме монтажні роботи (попередні складання, встановлення й налагоджень);

- обладнання, яким не передбачено монтаж;

- необхідні КВП та інструмент.

Знаходимо капіталовкладення:

$$К_{об} = \sum n, \text{ грн} \quad (2)$$

$$К_{об} = 17000 + 600 + 1500 = 19100 \text{ грн}$$

Капіталовкладення для виконання будівельно-монтажних робіт $К_{бмр}$ включають:

- витрати в будівництво нових, розширення, реконструкції й технічного переозброєння постійної і тимчасової будівель та споруд;
- монтаж конструкцій і обладнання;
- спорудження інфраструктури та комунікацій.

$$К_{бмр} = \frac{К_{об}}{3}, \text{ грн} \quad (3)$$

$$К_{бмр} = \frac{19100}{3} = 6366{,}6 \text{ грн}$$

Інші витрати $К_{ін}$ включають вартість:

- проведення науково-дослідної роботи;
- виконання проектно-вишукувальної роботи;
- здійснення технічного та авторського контролю за будівництвом;
- підготовку персоналу об’єкту будівництва.

$$К_{ін} = \frac{К_{об}}{7} \cdot 100, \text{ грн} \quad (4)$$

$$К_{ін} = \frac{19100}{7} \cdot 100 = 2728{,}5 \text{ грн}$$

Знаходимо загальну суму капіталовкладень:

$$К = 19100 + 6366{,}6 + 2728{,}5 = 28195{,}1 \text{ грн}$$

ВИСНОВКИ

Автоматизовані системи керування вмістом вуглекислого газу в тваринницьких приміщеннях спрямовані на покращення умов функціонування тварин при тих чи інших умовах їх існування. Якісна робота тваринницьких ферм здатна покращити якість як продукції, так і піднімати показники фермерського господарства шляхом підвищення показника ефективності по:

- надою молока;
- масним продуктам;
- економічним показникам;
- збільшенню кількості клієнтів, а, отже, збільшенню економічної ефективності;
- збільшення кількості робочих місць;
- покращення продовольчої безпеки як для фермерського господарства, що конкурує з іншими господарствами, так і продовольчої безпеки регіону або країни вцілому.

В даній роботі представлено аналіз шкідливих чинників на функціонування тваринницького приміщення, зокрема, - перевищення концентрації вуглекислого газу. Визначено основні причини перевищення такої концентрації та наслідки від такого згубного процесу.

Автоматизація процесів контролю за вмістом CO_2 в тваринницьких приміщеннях розглянута шляхом аналізу функціональних можливостей двох аналізаторів або контролерів. Встановлено, що значної ефективності даний процес дає за обов'язкового підключення до контролера виконуючих елементів. Такими елементами здійснюється своєчасне реагування на перевищення вмісту вуглекислого газу.

В третьому розділі, окрім аналізу особливостей контролера, здійснено аналіз можливих варіантів виконуючих пристроїв. Попередньо, в розділах 1 та 2, визначено,

що досить ефективним та певним рядом переваг є процес природньої вентиляції. Там же встановлено і ряд переваг для процесу активної вентиляції приміщення. В результаті, в третьому розділі, розглянуто варіанти використання засобів:

- природньої вентиляції тваринницького приміщення – роздвижні ворота, двері, проєми;

- активної вентиляції – використання вентиляційних установок, що працюють напряму від електричної мережі.

Таким чином, розглянуто функціонування цілісної системи з контролю за кількістю вуглекислого газу в приміщенні та знешкодження критичного її рівня, показник якого є можливість запрограмувати в контролері концентрації газу для приміщення, де здійснюється контроль. Схему роботи системи розроблено та представлено також в третьому розділі даної роботи.

Встановлено, що система є ефективною та надійною в користуванні для споживача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Janus, J., & Ertunç, E. (2023). Impact of land consolidation on agricultural decarbonization: Estimation of changes in carbon dioxide emissions due to farm transport. *The Science of the total environment*, 162391 . https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162391

2. Özilgen, M. (2017). Assessment of the energy utilization and carbon dioxide emission reduction potential of the microbial fertilizers. A case study on “farm-to-fork” production chain of Turkish desserts and confections. *Journal of Cleaner Production*, *165*, 564-578. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.169

3. Alonso-Moreno, C., Garde, J.J., Zafrilla, J.E., Canales-Vázquez, J., Gueddari, A., & García-Yuste, S. (2018). The Carbon Dioxide-Rumen Fermentation Processes-strategy, a proposal to sustain environmentally friendly dairy farms. *Journal of Cleaner Production*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.295

4. Huhtanen, P., Bayat, A.R., Lund, P., Hellwing, A.L., & Weisbjerg, M.R. (2020). Short communication: Variation in feed efficiency hampers use of carbon dioxide as a tracer gas in measuring methane emissions in on-farm conditions. *Journal of dairy science*. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18559

5. Sefeedpari, P., Shokoohi, Z., & Behzadifar, Y. (2014). Energy use and carbon dioxide emission analysis in sugarcane farms: a survey on Haft-Tappeh Sugarcane Agro-Industrial Company in Iran. *Journal of Cleaner Production, 83*, 212-219. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.048

6. Li, H., Guo, W., Sun, Q., Liu, S., & Avelin, A. (2024). Selecting carbon dioxide enrichment technologies for urban farming, from the perspectives of energy consumption and cost. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114604

7. Fivelstad, S., Waagbø, R., Zeitz, S.F., Hosfeld, A.D., Olsen, A.B., & Stefansson, S.O. (2003). A major water quality problem in smolt farms: combined effects of carbon dioxide,

reduced pH and aluminium on Atlantic salmon (Salmo salar L.) smolts: physiology and growth. *Aquaculture, 215*, 339-357. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00197-7

8. Wei, S., Ledgard, S.F., Fan, J., Tian, Y., & Dong, H. (2024). Carbon footprints, mitigation effects and economic performance of dairy farm systems in Inner Mongolia. *Agricultural Systems*. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103835

9. Sorley, M., Casey, I., Styles, D., Merino, P., Trindade, H., Mulholland, M., Resch Zafra, C., Keatinge, R., Le Gall, A., O'Brien, D., & Humphreys, J. (2023). Factors influencing the carbon footprint of milk production on dairy farms with different feeding strategies in western Europe. *Journal of Cleaner Production*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140104

10. Salcedo Díaz, G., Merino Pereda, P., & Salcedo-Rodríguez, D. (2024). Assessing the carbon footprint in dairy cattle farms in the northern temperate region of Spain. *Farming System*. https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100058

11. Si, B., Wang, C., Cheng, S., Ma, X., Xu, W., Wang, Z., Li, B., Wang, Y., Shi, Z., & Jiang, W.Z. (2023). Carbon and water footprint analysis of pig farm buildings in Northeast China using building-information-modeling enabled assessment. *The Science of the total environment*, 164088 . https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164088

12. ДБН В.2.2-1-95 "Будівлі і споруди для тваринництва".

13. ДСТУ 4693:2006 Мікроклімат тваринницьких приміщень. Терміни та визначення понять

14. Молдабаєва М. Н., Автоматизація технологічних процесів та виробництв. Підручник, Інфра-Інженерія. 2019, 223 с.

15. Ельперін І.В., Автоматизація виробничих процесів. Підручник. Вид. 2-ге, Ліра-К. 2021, 378 с.

16. Синєглазов В.М., Сергеєв І. Ю. Автоматизація технологічних процесів. НАУ, 2015. 444 с.

17. ВЕНТИЛЯЦІЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ Вимоги до виконання систем вентиляції та кондиціонування повітря (EN 13779:2007, IDT) ДСТУ Б EN 13779:2011

18. Система стандартів безпеки праці СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЙНІ Загальні вимоги ДСТУ Б А. Введено: «ИМЦ» (г. К иев, 3.2 просп. Красноз вездны й, 51; т/ф. 391- 42- 10) -12:2009

19. ДСТУ EN 13141-8:2019 Вентиляція в будівлях. Випробування експлуатаційних характеристик компонентів/виробів для вентиляції житлових приміщень. ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»). Наказ від 21.12.2019 № 472 Про прийняття та скасування національних стандартів

20. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). 21.08.2017. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України