

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві
Назва теми

КВРАКІТ.2019066.01.08.ПЗ

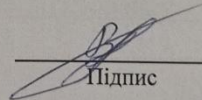
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Назва

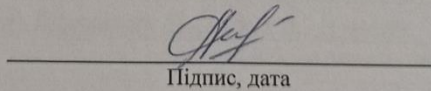
Виконав:

студент III курсу, група АКІТс-19-1


Підпис

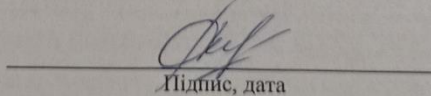
Владислав ПАНЮШКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

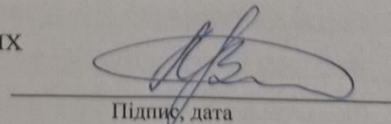
Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«16» червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

Освітній рівень БАКАЛАВР

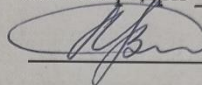
Галузь знань 15 АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Спеціальність 151 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Освітня програма «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри В.В. Мартинюк



“ 02 ” 03 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Панюшкіну Владиславу Андрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві

Керівник проекту (роботи) Корецька Л.О., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2022 р. № 18

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 07.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

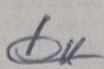
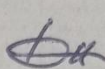
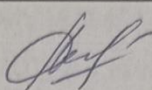
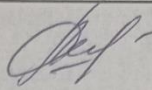
Аналіз відомих методів вентиляції приміщень хімічного виробництва

Проектування автоматизованої вентиляційної системи

Програмно-апаратна реалізація вентиляційної системи

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 10-15 слайдів презентації

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

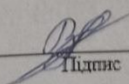
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТ		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТ		

7. Дата видачі завдання « 06 » 09 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

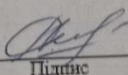
№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2022	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування автоматизованої вентиляційної системи	01.04.2022	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація вентиляційної системи	30.04.2022	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2022	виконано
7	Попередній захист ВКР	02.06.2022	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2021 року	

Студент


Підпис

В.А. Панюшкін
Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Л.О. Корецька
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві».

Автор роботи: Панюшкін Владислав Андрійович.

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна

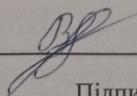
Пояснювальна записка: 56 с., 31 рис., 10 табл., 1 дод., 12 джерел.

Графічна частина: __ презентаційних слайдів.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, ВЕНТИЛЯЦІЙНА СИСТЕМА,
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ.

Метою роботи є розробка системи автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві.

Проаналізовано існуючі види вентиляційних систем. Розглянуто архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та побудовано її структурну схему. У системі використовуються три контури регулювання: припливний контур, викидний контур, контур регулювання по тиску. Розроблено алгоритми реалізації режимів роботи автоматизованої вентиляційної системи. Також було розроблено алгоритм отримання та обробки аналогових та цифрових даних з датчиків системи.



Підпис студента

16.06.2022

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	5
1.1 Аналіз предметної області.....	5
1.2 Класифікація існуючих систем вентиляції.....	7
1.3 Огляд існуючих технічних рішень.....	13
1.4 Висновки до першого розділу.....	16
2 ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	18
2.1 Архітектура автоматизованої вентиляційної системи.....	18
2.2 Структурна схема автоматизованої вентиляційної системи.....	19
2.3 Вибір компонентів автоматизованої вентиляційної системи підприємства	21
2.4 Висновки до другого розділу.....	33
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	35
3.1 Алгоритм роботи вентиляційної системи.....	35
3.2 Логічне проектування автоматизованої системи керування вентиляційною системою на хімічному підприємстві.....	40
3.2 Програмно-технічна реалізація вентиляційної системи.....	46
3.3 Висновки до третього розділу.....	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	61
ДОДАТОК А Фрагмент програмного коду функціонального блоку для управління контролером на мові ПЛ.....	2

КвРАКІТ. 2019066.01.08 ПЗ								
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Панюшкін В.А.		16.06.22				2
Перевір.		Корецька Л.О.		16.06.22				
Н.контр.		Корецька Л.О.		16.06.22				
Затвер.		Мартинюк В.В.		16.06.22				ХНУ, АКІТс-19

ВСТУП

Людина проводить на робочому місці приблизно одну третю частину часу від доби. Робоче місце на хімічному підприємстві – це певний замкнутий простір у спеціальних будівлях, яке пов'язано із додатковими випаровуванням шкідливих речовин у повітря. Забруднене повітря змінює параметри мікроклімату та негативно впливає на самопочуття людини, на якість роботи та безпеки, а також на працездатність людини. У відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» роботодавець зобов'язаний підтримувати параметри мікроклімату у приміщеннях підприємства у заданих межах, а їх відхилення може призвести поганого самопочуття працівника, зниження або втрати працездатності, розвитку професійних захворювань.

До параметрів мікроклімату відносять:

- температуру повітря;
- швидкість руху повітря;
- відносна вологість повітря;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення.

Підвищена температура впливає негативно на людину, оскільки зменшується тепловіддача внаслідок конвекції, кондукції, радіації і зростає тепловіддача через випаровування (потовиділення) вологи з поверхні тіла. А при зниженій температурі активується хімічна терморегуляція — зростає кількість тепла, яке виробляє організм, звужуються шкірні судини.

На значення вологості повітря в робочій зоні впливає технологічний процес, який може підвищувати її до високого рівня. При цьому значення сягають більше 75% відносної вологості. А також може її знижувати. При підвищеній вологості у приміщенні підприємства при низьких значеннях температури повітря швидко насичується до 100%. У результаті конденсується пара та утворюється туман.

На хімічному підприємстві потрібно створювати не лише тепловий комфорт для працівника, а й проектувати систему із додатковими компонентами для можливості діагностики наявності шкідливих речовин, а також для можливості їх видалення.

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		3

Такий захист від шкідливих речовин на хімічному підприємстві може бути реалізований за рахунок використання примусової вентиляційної системи із додатковими датчиками наявності шкідливих газів у повітрі.

Робота вентиляційної системи обслуговується у ручному режимі, що призводить до додаткових витрат, які пов'язані із витратами на оплату праці робітнику, а також неефективне використання вентиляційної системи, що призводить до додаткових витрат енергії. Тому було запропоновано використовувати автоматизовану вентиляційну систему, в основу роботи якої покладено використання показів датчиків для вибору відповідного режиму роботи.

					КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1 Аналіз предметної області

На підприємствах, на яких відбувається переробка або виготовлення хімічних речовин, питанням вентиляції потрібно приділяти велику увагу. Така система вентиляції повинна забезпечувати комфортні та безпечні умови праці для працівників, а також дбати про безпеку навколишнього середовища.

При проектуванні системи вентиляції, розробник повинен керуватись параметрами мікроклімату, які визначають комфортні умови праці співробітникам. Це температура, вологість, швидкість повітря, а також рівень забруднення навколишнього середовища, що є результатом роботи хімічного підприємства.

Параметри мікроклімату поділяються на допустимі та оптимальні та встановлюються кожним підприємством залежно від виконуваних робіт. Допустимі параметри мікрокліматичних умов виробництва встановлюють термічний стан людини, при якому стан організму не виходить за рамки фізіологічних адаптаційних реакцій організму. Проблем зі здоров'ям у робітника не виникає, але є неприємні відчуття та зниження продуктивності праці. Тому намагаються при проектуванні вентиляційної системи врахувати оптимальні параметри вентиляційної системи. При такому мікрокліматі робітник відчуває себе комфортно, а його продуктивність праці залишається незмінною.

Отже при проектуванні системи вентиляції на підприємстві повинно максимально забезпечуватись комфортні умови праці для робітників. А для хімічного підприємства ще й враховуватись чистота повітря, тобто без наявності в ньому такої концентрації шкідливих речовин, яка зашкодить здоров'ю робітника.

Технологічні процеси, що відбуваються на хімічному підприємстві, супроводжуються викидом у повітря шкідливих речовин, таких як газів, парів, рідких та твердих речовин. Гази та пари змішуються з повітрям та утворюють відповідні суміші, рідкі та тверді речовини діляться на пил, туман та дим.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ

Арк.

5

період року, а її значення знаходяться у досить вузькому діапазоні. Значення відносної вологості варіюються у досить значному діапазоні і є сталими незалежно від пори року. Швидкість повітря залежить від складності виконуваних робіт. В теплий період року дозволені її значення можуть бути більшими за значення у холодний період року.

1.2 Класифікація існуючих систем вентиляції

Класифікація систем вентиляції відбувається за наступними ознаками: за призначенням, за способом переміщення повітря, за зоною обслуговування, за конструктивним виконанням (рис. 1.1).

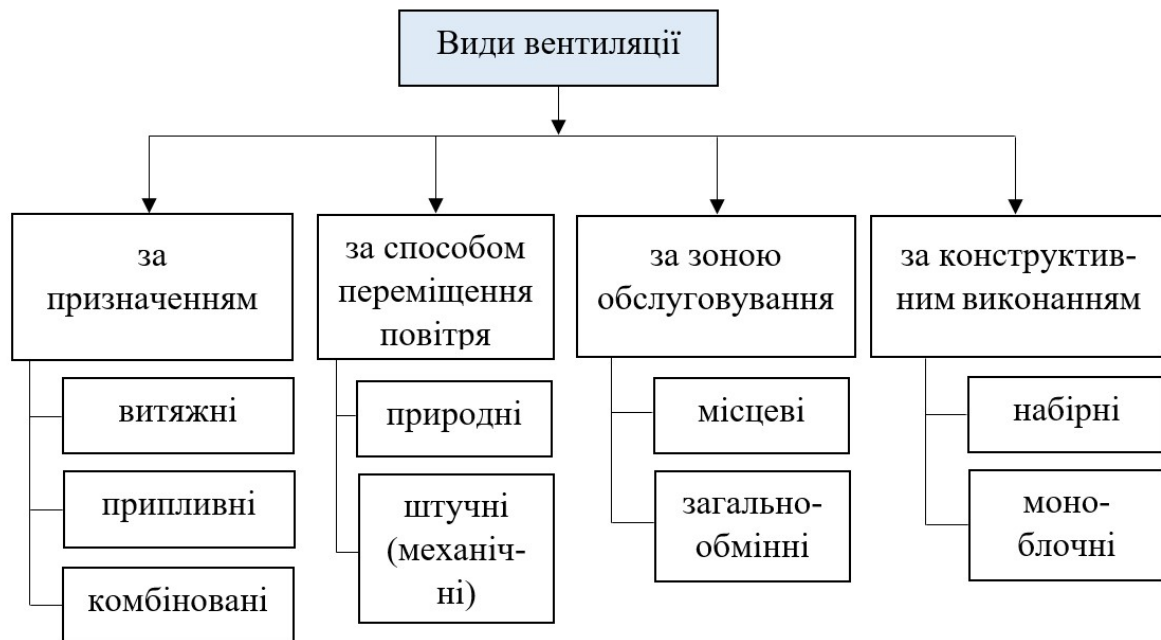


Рисунок 1.1 – Класифікація видів вентиляції

За способом транспортування повітря виділяють природну вентиляцію, яка організовується за рахунок різниці тисків зовнішнього та внутрішнього середовища, та штучну (механічну) вентиляцію, яка створюється із використанням механічних пристроїв: вентиляторів, ежекторів.

За призначенням поділяють на витяжні та припливні системи. Витяжна система виводить назовні відпрацьоване повітря, а через спеціально створені

отвори (пасивна вентиляція) відбувається введення свіжого повітря у приміщення. У припливній системі все відбувається навпаки. У приміщення відбувається примусове нагнітання повітря, а відпрацьоване видаляється через вентиляційні отвори за рахунок створеного підвищеного тиску. Також використовують і гібридні системи – припливно-витяжні, які є суміщенням припливної та витяжної систем. В таких приміщеннях може створюватись як підвищений тиск, так і понижений (розріджене повітря).

За зоною обслуговування вентиляційні системи поділяють на місцеві та загальнообмінні. При використанні місцевої вентиляційної системи свіже повітря подається локально. Її використовують, коли потрібно локалізувати викид шкідливих речовин та забезпечити неможливість розповсюдження їх по приміщенню в цілому. Загальнообміна призначена для вентиляції по всьому приміщенню. Вона може бути як витяжною, так і припливною.

За конструктивним виконанням вентиляційні системи можуть бути набірними, тобто такі, які збираються з окремих компонентів, так і моноблочними, в якому всі компоненти встановлюються у єдиному корпусі із шумоізоляцією.

На хімічному підприємстві природна вентиляція не дасть очікуваних результатів. Оскільки її може бути недостатньо або відкривати вікна просто неможна. Тому найчастіше використовують механічні вентиляційні системи місцевого або загального призначення. Додатково розміщують аварійні комплекси, якщо існує ризик аварії.

При проєктуванні вентиляційної системи на хімічному підприємстві потрібно використовувати механічні вентиляційні системи із комбінованим типом нагнітання повітря у приміщення. Тобто потрібно використовувати припливно-витяжні вентиляційні системи.

Особливостями припливно-витяжних вентиляційних є те, що вони взаємодіють із потоками різного складу, температури та вологості. Це пов'язано із тим, що для очищення та охолодження (або нагріву) використовується зовнішнє повітря. Мікрокліматичні вимоги характеризуються показники, що зображено на рис. 1.2.

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

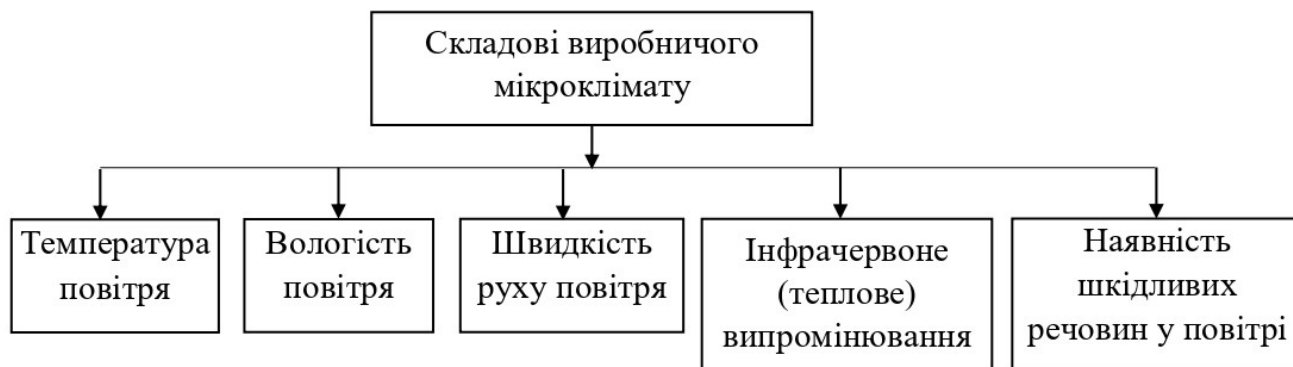


Рисунок 1.2 – Складові виробничого мікроклімату

Тобто, окрім того, що вентиляційна система повинна виконувати функції переміщення повітря у приміщенні, додатково на неї покладені наступні функції:

- охолодження (або нагрів) повітря у приміщенні;
- зволоження (або відведення зайвої вологи) повітря;
- виведення зайвих шкідливих речовин з повітря, що утворюються у

результаті виробничих процесів у приміщенні підприємства.

На рис. 1.3 зображено приклад комбінованої припливно-витяжної вентиляційної системи.

Робота такої вентиляційної системи складається з трьох етапів. На першому етапі із зовнішнього середовища відбувається приплив повітря. Також на цьому етапі відбувається витяжка повітря із приміщення, у якому встановлена вентиляційна система. На другому відбувається теплообмін із зустрічними потоками повітря у рекуператорі (теплообміннику). На третьому етапі у калорифер подається холодне повітря. Витяжне відпрацьоване повітря після його нагріву та обміну теплом виводиться в зовнішнє середовище, а тепле повітря подається у виробниче приміщення. Оскільки підприємство пов'язано із хімічним виробництвом, то обов'язково при проектуванні потрібно продумати фільтрації відпрацьованого повітря.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

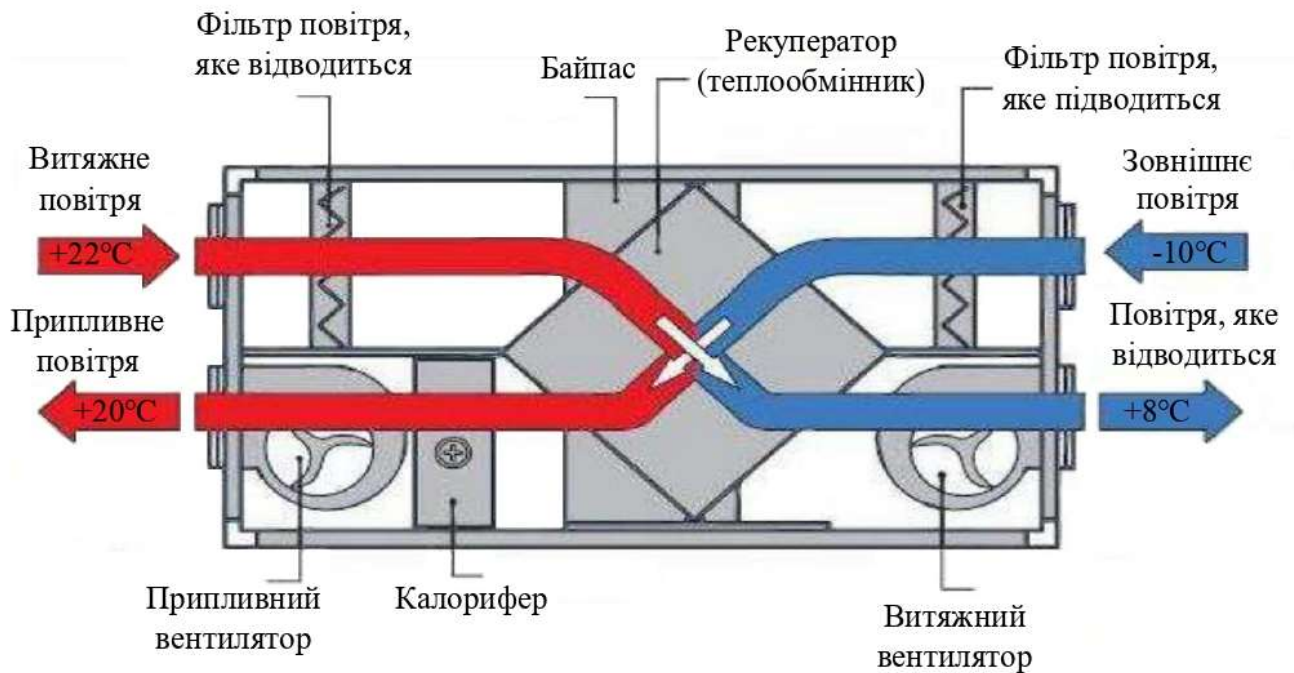


Рисунок 1.3 – Комбінована припливно-витяжна вентиляційна система

Для роботи припливно-витяжної вентиляційної системи необхідно підготувати спеціальні повітряні канали для нагнітання зовнішнього повітря та витяжки внутрішнього повітря. Такі канали прокладають по всьому приміщенні підприємства, а зовні для припливу повітря у приміщення встановлюється спеціальний вентилятор.

У склад вентиляційної системи входить також спеціальний конвектор. Його призначення полягає у тому, що він залежно від пори року та зовнішньої і внутрішньої температур, не лише очищує повітря, а й його охолоджує (у теплу пору року) або нагріває (у холодну). Значення відповідних температур, які повинні встановлюватись у приміщенні, задаються у налаштуваннях системи.

Розглянемо принцип роботи таких систем. При нагнітанні зовнішнього повітря у приміщення підприємства потужним вентилятором, створюється різниця тисків. При цьому відпрацьоване внутрішнє повітря, намагається встановити баланс і виходить назовні через спеціальні витяжні канали.

Недоліком сучасних вентиляційних систем є те, що вони не в повній мірі справляються із задачею очищення повітря. Це особливо гостро помітно при необхідності виведення забрудненого повітря від робочих місць на підприємствах, у приміщеннях зберігання, складах та інших приміщень, в яких є наявне джерело забруднення повітря.

При проектуванні вентиляційної системи при підборі її елементів важливою умовою її ефективного функціонування системи є правильний підбір вентилятора. При занадто великій потужності вентилятора.

На робочих місцях, де неможливі установки місцевих витяжних систем і якщо вони знаходяться поблизу джерел виділення шкідливих речовин, необхідно подавати припливне повітря на постійні робочі місця. Зони, в яких повітря найбільш забруднене або має високу температуру, передбачають видалення повітря системами вентиляції. Видалення повітря системою загальнообмінної вентиляції, якщо відбувається виділення пилу або аерозолів, передбачають із нижніх зон. Із верхніх шарів повітря приміщення видаляється при наявності в ньому шкідливих горючих газів та парів. При цьому видалення забрудненого повітря відбувається не менше одного повітрообміну на годину.

Промислові підприємства, на яких відбувається виділення токсичних парів та газів, хвороботворних бактерій та інших, обладнувати системами вентиляції із рециркуляцією заборонено. В таких приміщеннях підприємства використовують комбіновані припливно-витяжні вентиляційні системи. Значним недоліком вентиляційних систем, особливо прямооточних є створення повітря у приміщення із низьким значенням вологості у холодний період року. Це створює несприятливі мікрокліматичні умови на робочому місці, призводить до пересушення слизових оболонок організму, а також до кровотеч.

Система вентиляції, яка складається з окремих блоків, - це комплекс окремих компонентів системи: вентиляторів, глушника, системи автоматики, фільтрів та інших. Розміщення такої системи зазвичай відбувається у окремому приміщенні або над підвісною стелею. Універсальність такої вентиляційної системи – це їх

перевага. Проте такі системи володіють великими розмірами та є складними при проектуванні та монтажі, що є їх недоліками.

На відміну від складених вентиляційних систем моноблочні представляють собою єдиний шумоізолюваний корпус, в якому містяться всі компоненти системи. Вони можуть бути припливно-витяжними або просто припливними. Для економії енергоресурсів моноблочні припливно-витяжні вентиляційні системи можуть додатково містити рекуператор. Для забезпечення відводу забруднений повітряних мас від зон накопичення шкідливих виділень (локальна місцева витяжна вентиляція) або припливу свіжого повітря у певні зони приміщення (локальна місцева припливна вентиляція) використовуються місцеві вентиляційні системи. Така вентиляційна система є ефективною у тих випадках, коли місця виділення шкідливих речовин є локальними, а їх розповсюдження по приміщенню підприємства можна вважати мінімальним. Для виведення шкідливих речовин із повітря використовують насоси. Перед викидом у атмосферу повітря, яке було уловлено насосами, необхідно очистити від домішок шкідливих речовин. Оскільки така система дозволяє видаляти шкідливі речовини з повітря безпосередньо біля місць їх виникнення, то такі системи вважаються досить ефективними, що є їх перевагою. Але, якщо шкідливі речовини займають великий об'єм повітря у приміщенні підприємства, то такі системи використовувати є недоцільним. В такому випадку не забезпечуються необхідні параметри мікроклімату у приміщенні при подачі повітря.

Для загальної вентиляції всього приміщення використовуються загальнообмінні вентиляційні системи. Ці системи використовуються зазвичай для вентилявання побутових приміщень. Загальнообмінні вентиляційні системи поділяють на припливні та витяжні. Загальна вентиляційна система встановлюється для розведення шкідливих концентрацій парів та газів, виведення надлишкового тепла та вологи, забезпечення санітарно-гігієнічних норм та параметрів мікроклімату у робочій зоні.

Основними елементами припливно-витяжної вентиляційної системи є два незалежних канали. Один канал використовується для подачі повітря, а інший –

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

для його видалення. Кожен з них містить певні окремі пристрої і вони з'єднуються між собою повітропроводами.

Зазвичай припливно-витяжна вентиляційна система містить наступні елементи:

- повітрозабірні решітки;
- повітряні заслінки;
- повітряні фільтри;
- вентилятори;
- шумоглушники;
- повітропроводи;
- повітророзподільники;
- системи автоматики.

Для регулювання таких параметрів внутрішнього повітря у приміщенні припливно-витяжні вентиляційні системи також можуть містити повітронагрівачі, охолоджувачі повітря, зволожувачі повітря або осушники, дросельні клапани та інші. Такі додаткові елементи дозволяють тримати параметри мікроклімату робочого місця працівника у встановлених нормах.

1.3 Огляд існуючих технічних рішень

Більш раціональним підходом є використання пропускання відпрацьованого повітря через теплообмінний елемент, акумулювання тепла з відпрацьованого повітря та використання його для подальшого нагріву повітря з вулиці у холодний період часу. Таким елементом може бути компактна вентиляційна установка з рекуператором Roscheggiani TCL (рис. 1.4).

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 1.4 - Компактна вентиляційна установка з рекуператором Roccheggiani TCL [3]

Використання вентиляційних установок з рекуператором та робота системи з двома потоками повітряних мас дозволяє позбутись таких неприємних наслідків як конденсат та витік тепла.

Припливно-витяжна установка з роторним рекуператором IQvent Minima 400 оснащена рекуператором роторного типу (рис. 1.5).

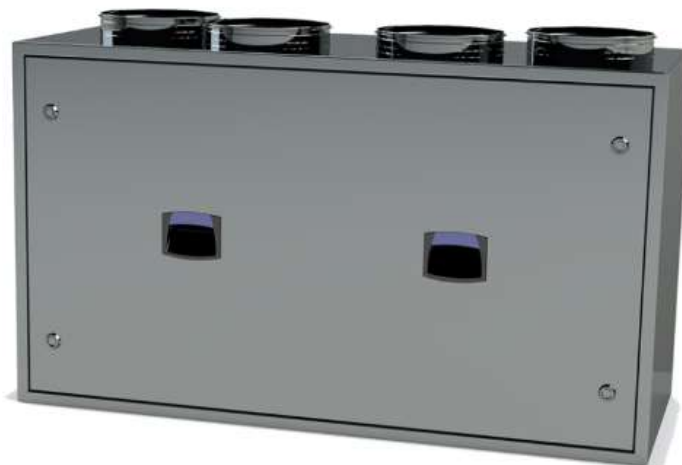


Рисунок 1.5 – Припливно-витяжна установка з роторним рекуператором IQvent Minima 400

У таблиці 2.4 наведено технічні характеристики установки.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики IQvent Minima 400

Параметр	Значення
Клас енергетичної ефективності	A
З реверсивним тепловим насосом	ні
Струм, В	1~230
Частота струму, Гц	50/60
Підігрівання припливного повітря, кВт	1,8
Максимальна сила струму, А	12,9
Температурна енергоефективність, %	86,1
Тип рекуператора	роторний
Матеріал рекуператора	алюміній
Виконання	внутрішнє, зовнішнє
Номінальний перепад тиску фільтр, Па	50
Потужність вентилятора при номінальній швидкості потоку, Вт	79
Потужність вентилятора при максимальній витраті, Вт	105
Потужність установки при максимальній витраті, з дод. нагрівачем кВт	2,84

Кінець таблиці 2.4 – Технічні характеристики IQvent Minima 400

Потужність установки при максимальній витраті, без дод. нагрівача кВт	1,04
Рівень шуму, дБ (А)	33
Фільтр приплив/витяжка	M5, G4/ G4
Максимальна продуктивність установки, м ³ / год / при 150 Па	400

Завдяки спеціальному вбудованому підігріву та системі автоматики із використанням такої установки є можливим регулювати витрати повітря. Кількість повітря за одиницю часу можна змінювати у діапазоні від 400 до 800 м³/год.

1.4 Висновки до першого розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проаналізовано існуючі види вентиляційних систем. Встановлено, що робота на хімічному підприємстві пов'язана із викидом шкідливих речовин у повітря і для виведення їх з приміщення природної вентиляції недостатньо. Запропоновано використовувати припливно-витяжну вентиляційну систему, яка дозволяє регулювати температуру повітря, вологість, а також величину шкідливих речовин у повітрі виробничого підприємства.

Отже метою кваліфікаційної роботи є створення автоматизованої вентиляційної системи на хімічному підприємстві. Для досягнення поставленої мети виконати наступні завдання:

- проаналізувати архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та скласти її структурну схему;
- обрати компоненти системи;
- розробити алгоритм роботи системи;

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

- розробити алгоритми обробки даних (цифрових, аналогових) від відповідних елементів системи;
- розробити програмне забезпечення функціонального блоку автоматизованої вентиляційної системи;
- визначити можливі стани системи та описати функціонування системи у відповідних станах.

					КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

2 ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Архітектура автоматизованої вентиляційної системи

Метою проєктування автоматизованої вентиляційної системи підвищення якості керування процесом вентиляювання приміщень на хімічному підприємстві, автоматизація процесу вентиляювання, що дозволить знизити витрати на енергоресурси та експлуатацію вентиляційної системи.

Основними функціями автоматизованих вентиляційних систем повинні бути збір інформації про поточний стан з датчиків та виконавчих пристроїв та реєстрація відповідних подій, створення повідомлення про виникнення порушень у роботі системи, можливість автоматизованого або ручного дистанційного керування вентиляційною системою, робота вентиляційної системи за розкладом.

Архітектура автоматизованої вентиляційної системи представлена трьома ієрархічними рівнями (рис. 2.1).

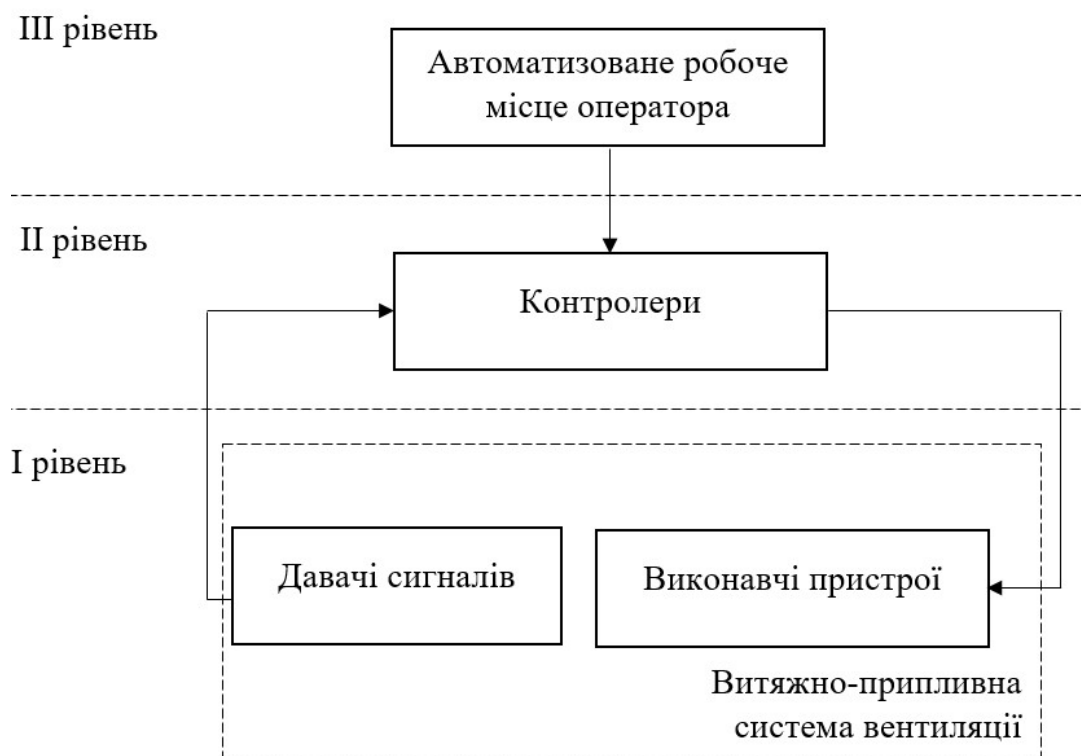


Рисунок 2.1 – Архітектура автоматизованої вентиляційної системи

Перший (нижній) рівень представлено датчиками сигналів та виконавчими пристроями. В склад другого (середнього) рівня входять контролери, функції яких входять керування та регулювання інженерним обладнанням, контроль відповідних параметрів. У склад третього (верхнього) рівня входить автоматизоване робоче місце оператора.

2.2 Структурна схема автоматизованої вентиляційної системи

При проєктуванні автоматизованої вентиляційної системи потрібно враховувати особливості виробничих процесів, які відбуваються на виробництві, а також враховувати оптимальні мікрокліматичні умови для роботи у приміщеннях хімічного виробництва. Такими умовами є температура, вологість, тиск та стан чистоти повітря. Тому використання вентиляційної системи є необхідною умовою для створення комфортних мікрокліматичних умов для робітників підприємства. Вентиляційна система дозволяє забезпечити оптимальний повітрообмін у приміщенні, у результаті якого відбувається відвід надлишків тепла, вологи, пилу та хімічних речовин з приміщення.

Функціями такої вентиляційної системи є:

- забезпечення необхідного значення вологості у приміщенні;
- забезпечення необхідного значення температури;
- підтримання необхідного тиску;
- дотримання вимог щодо чистоти повітря – видалення шкідливих часток з повітря;
- світлова (а у разі аварійної ситуації і звукова) індикація про стан вентиляційної системи;
- візуалізація параметрів температури, вологості, наявності хімічних речовин у повітрі;
- збереження даних у базу даних.

Структурна схема автоматизованої системи управління вентиляційною системою наведена на рис. 2.2.

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

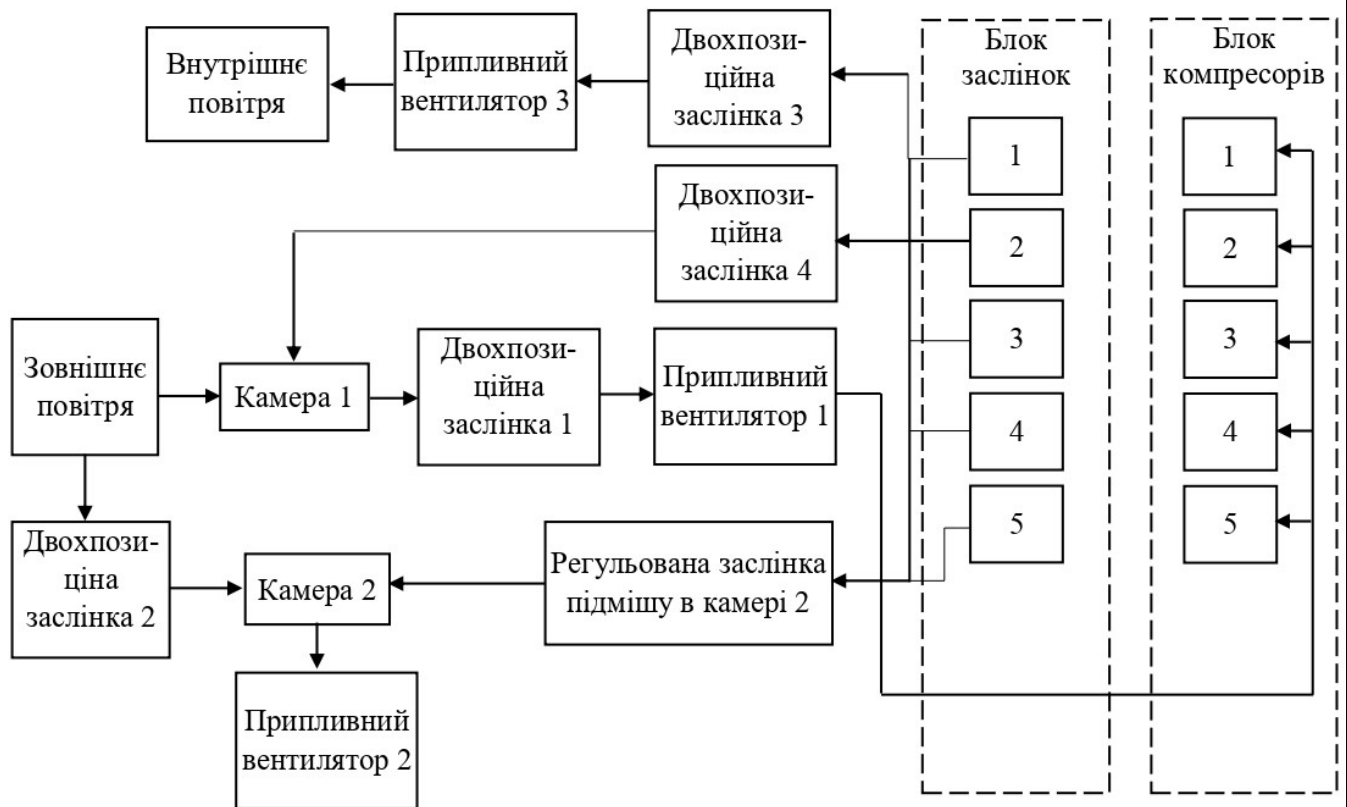


Рисунок 2.2 - Структурна схема автоматизованої системи управління вентиляційною системою

У складі вентиляційної системи використовуються наступні елементи. Дві камери подачі повітря з вулиці: камера 1 призначена для подачі повітря та змішування повітря, з подальшою подачею на вхід компресора, камера 2 – подає повітря, змішує його та подає його далі в приміщення компресорної через двохранозиційну заслінку 2. Блок компресорів, які використовуються для стиску повітря та двохранозиційні заслінки, які керують подачею повітря з компресора. Припливні вентилятори 1 та 2, які слугують для механічного нагнітання повітря з вулиці. Також додатково використовуються давачі температури в компресорному блоці та повітря на вулиці для визначення різниці температур, диференційний давач тиску повітря на вулиці та припливного повітря у компресорному блоці та диференційний давач тиску гарячого повітря до та після загальної заслінки, що встановлена після компресорного блоку.

В запропонованій схемі використовуються три контури регулювання. Припливний контур призначений для вирівнювання значення тиску між вуличним повітрям та повітря у приміщенні блоку компресорів. Зазначений контур забезпечує приплив повітря до блоку компресорів, а також компенсує витрати викидного контуру. Викидний контур призначений для того, щоб забезпечити відбір прогрітого повітря та подачу його на обігрів. Також забезпечується регулювання по тиску, що створюється зовнішнім тиском та охолоджуючим вентилятором. Цим контуром гарантується відбір нагрітого повітря. Контур обігріву використовується для забезпечення утримання заданої температури у встановлених межах у приміщенні компресорного блоку.

2.3 Вибір компонентів автоматизованої вентиляційної системи підприємства

Для організації злагодженого функціонування вентиляційної системи, всіх її складових елементів, забезпечення безпечного користування системою та її експлуатації, координування дій потрібно використовувати шафу управління.

Основними функціями шафи управління у складі вентиляційної системи є такі:

- контроль та управління елементами виконавчої системи: вентиляторів, заслінок, та інших вузлів;
- регулювання параметрів теплообміну на підприємстві;
- індикація стану робочих процесів системних вузлів (дисплейні показники, датчики);
- моніторинг за станом факторів, які негативно впливають на устаткування та інші модулі системи;
- контроль за рівнем нагріву приводу;
- контроль сигналізації, яка відповідає за стан фільтрів;
- захист від промерзання повітропроводів та теплообмінних систем.

Залежно від особливостей побудови вентиляційної системи, існують наступні види шаф управління вентиляційними системами:

- шафа управління для припливної вентиляційної системи (дозволяє забезпечувати охолодження та нагрів повітря, зволоження, подачу свіжого повітря, очищення повітря від пилу);
- шафа управління для витяжних вентиляційних систем (дозволяє видаляти забруднені повітряні маси);
- шафа управління для комбінованої вентиляційної системи (дозволяє регулювати приплив та вихід повітря).

Основою конструкції шафи управління (рис. 2.3) є контролер. Модель та тип контролера можуть бути різноманітними, залежно вимог устаткування та середовища використання. Система може бути перепрограмована для вирішення оновленого набору завдань.

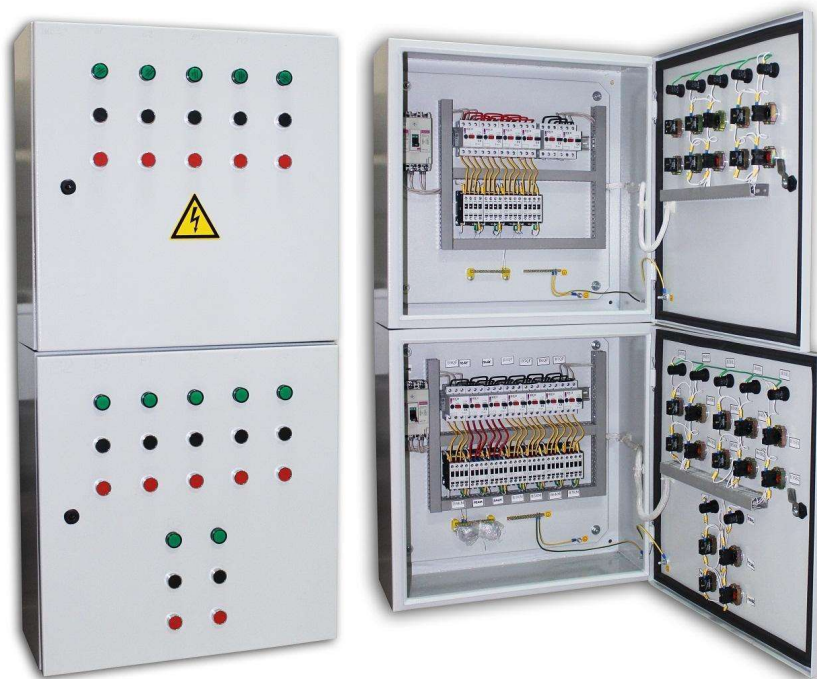


Рисунок 2.3 – Шафа управління припливно-витяжною системою вентиляції

Використання таких шаф керування має ряд переваг. Зокрема, наявність веб-інтерфейсу для можливості здійснювати дистанційний контроль системою; автоматизація режиму регулювання повітрообміном у приміщенні підприємства;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

можливість встановлення таймера; світлова та звукова індикація роботи системи та окремих її складових.

Наступним кроком при виборі компонентів системи є вибір вентиляційної установки з рекуператором. При її виборі слід точно розрахувати її потужність та ефективність.

Відповідно до нормативних вимог залежно від об'єму повітря у приміщенні та особливостей робіт, що виконуються на підприємстві, показники повітрообміну за 1 годину наведені у таблиці 2.1 [4].

Таблиця 2.1 - Показники повітрообміну за 1 годину у різних видах приміщень

Вид приміщення	Швидкість повітрообміну, м ³ /год
для загальних залів	>40
для коридорів і прихожих	>10
для робочих зон	>60
душових, туалетних і ванних кімнат	>70
для курильних	>100
в житловому просторі на кожну людину	>3

При використанні вентиляційної системи з рекуперацією тепла, які використовуються на підприємстві великої площі нормативи для розрахунку 20 м³/год на 1 м². На промислових підприємствах, на яких виробництво пов'язано із токсичними та леткими речовинами, цей показник слід збільшити до 45 м³/год на 1 м². На великих площах та об'ємах можна встановлювати парні вентиляційні системи.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ

Арк.

23

Для розрахунку системи вентиляції та нагріву (або охолодження) повітря у приміщенні підприємства, у якому працює обладнання, потрібно враховувати об'єм приміщення, а також потужності встановленої вентиляційної системи.

Для проведення орієнтованого розрахунку системи охолодження (нагріву) приймається наступна формула:

$$Q = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T, \quad (2.1)$$

де Q – теплова потужність від обладнання, яке працює;

V – об'єм повітря, що витрачається від вентиляційної установки, м³ / год ;

ρ – густина повітря. $\rho = 1,2$ кг/м³ ;

C_p – теплоємність повітря. $C_p = 1005$ Вт/м³ · К ;

ΔT – різниця температур між повітрям у приміщенні підприємства та повітря, яке нагнітається з вулиці.

Звідси можна визначити об'єм повітря, який необхідний для охолодження в теплий період року або нагріву повітря у холодний період року (2.2):

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T}. \quad (2.2)$$

Також слід враховувати об'єм повітря, яке потрібно на працівників у приміщенні підприємства. Визначається за формулою (2.3):

$$V = N \cdot V_{\text{норм}}, \quad (2.3)$$

де N - кількість працівників, які постійно знаходяться у приміщенні;

$V_{\text{норм}}$ - нормоване значення об'єму повітря, яке потрібно на людину, м³/год.

Для видалення зайвої вологості з приміщення об'єм повітря визначається наступним чином (2.4):

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

$$V = \frac{1000 \cdot w}{1,2 \cdot (d_n - d_e)}, \quad (2.4)$$

де w - маса вологи, що поступає у приміщення за одиницю часу, кг/ГОД,
 d_n , d_e - вологовміст припливного та витяжного повітря відповідно.

У випадку встановлення вентиляційної системи на хімічному підприємстві при розрахунку необхідного повітрообміну слід враховувати викиди хімічних речовин, їх масу та допустимі значення їх наявності у повітрі. Об'єм свіжого повітря, яке необхідне для таких приміщень розраховується за формулою 2.5:

$$V = \frac{m_{ш}}{c_{гдк} - c_{пр}}, \quad (2.5)$$

де $m_{ш}$ - маса шкідливих речовин, які виділяються у повітря;

$c_{гдк}$ – гранично-допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі [1],
 мг/м³;

$c_{пр}$ - концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, мг/м³.

У виробничих приміщеннях, робота яких пов'язана із виділенням горючих газів та/або шкідливих газів або парів, забруднене повітря слід видаляти із верхньої зони приміщення. Об'єм не менше одного повітрообміну за годину. В приміщеннях, висота яких більше 6 м, такий об'єм повинен становити не менше 6 м³/год на 1 м².

При проектуванні припливно-витяжної вентиляційної системи слід також враховувати, що вона працює з двома повітряними потоками, незалежно від наявності рекуперації повітря. Один з потоків нагнітає повітря, а другий витягує відпрацьовані маси повітря, включаючи речовини, які є шкідливими для органів дихання людини. Припливна частина вентиляційної системи відповідає за

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

нагнітання повітря з зовні всередину каналу, його очищення, при необхідності нагрівання.

При використанні механічного відведення повітря з приміщення, повітряні маси спочатку проходять через фільтр (для видалення шкідливих часток), а потім безпосередньо направляється на вулицю.

З метою моніторингу за станом повітря у приміщенні на підприємстві та подачу відповідних керуючих сигналів на вентиляційну систему потрібно використовувати датчі. Для створення комфортного мікроклімату у приміщенні потрібно відслідковувати показники температури у приміщенні. Для визначення об'єму повітря та міри його нагріву (охолодження) визначають температуру зовнішнього повітря. З цією метою потрібно використати два датчі температури.

Канальний датч температури АКФ10+ (рис. 2.4) призначено для визначення значення температури витяжного та припливного повітря.



Рисунок 2.4 – Канальний датч температури АКФ10+

Датчі Thermokon АКФ10+ застосовуються для вимірювання температури повітря у вентиляційних каналах, температури рідини у резервуарах, трубопроводах холодного та гарячого водопостачання. Датчі можуть мати різні значення термоопорів. Також вони можуть бути додатково укомплектовані перетворювачами у стандартні 4-20мА, або 0-10В. Працюють за протоколами Bascnet, LON, Modbus, що дає можливість з'єднувати їх у схему із різними контролерами.

У таблиці 2.2 наведено основні технічні характеристики датча АКФ10+

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики давача АКФ10+

Діапазон вимірювань (залежно від моделі) пасивний:	-50..+ 120 +150 +160 +260 °C
Діапазон вимірювань залежно від типу термоопору	TRV TRA: -50..+50 -20..+80 -15..+35 -10..+120 0..+50 0..+100 0..+160 0..250 °C
Заводські налаштування	0..+160 °C
LON:	-45..+130 °C
RS485 Modbus:	-50..+160 °C
Bacnet:	-50..+160 °C

Принцип роботи цього давача оснований на тому, що при зміні температури зовнішнього середовища відбувається зміна електричного опору чутливого елемента давача. Давач розраховано на різні діапазони вимірювання залежно від типу термоопору та від моделі давача.

Для керування повітряними заслінками та клапанами потрібно використати електричний привод повітряних заслінок. Електричний привод BELIMO BFN230 зображено на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Електричний привод BELIMO BFN230

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Електричний привод BELIMO BFN230 призначено для керування протипожежними клапанами (вогнеутримуючими). Такі клапани, що встановлені в системи кондиціонування та вентилявання, мають бути невеликого розміру.

Принцип дії такої системи полягає в тому, що при переміщенні заслінки клапана в нормальний стан, зворотна пружина зводиться. Заслінка повертається у початковий стан при припиненні подачі живлення за рахунок накопиченої енергії в пружині. Протипожежний клапан утримується у захисному положенні для забезпечення максимальної безпеки із використанням спеціального механізму Safety Position Lock.

Окрім автоматизованого режиму роботи, можливий і ручний. Також є можливим його фіксування у будь-якому положенні. При подачі живлення на привод відбувається деблокування. Або деблокування можливе і вручну.

У наявних кліматичних умовах потрібно забезпечити елементи вентиляційної системи від перегріву та від переохолодження. Для цього може бути використаний термостат захисту від перегріву та від промерзання. Основними елементами такого термостату є контакти. Контакти 1-4 переходять у стан замикання при перевищенні температурою встановленого значення (шкала RANGE). При цьому контакти 1-2 переходять у стан розмикання (рис. 2.6, точка I). При переході температури у встановлені значення контакти повертаються у вихідне положення при зниженні температури нижче точки, значення якої дорівнює встановленому значенню (шкала RANGE) віднявши значення диференціалу (шкала DIFF) (рис. 2.6, точка II).

Термостат виконує функції захисту від промерзання і перегріву та використовується для регулювання температури у вентиляційних системах.

У таблиці 2.2 наведено технічні характеристики термостату Danfoss KP61.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

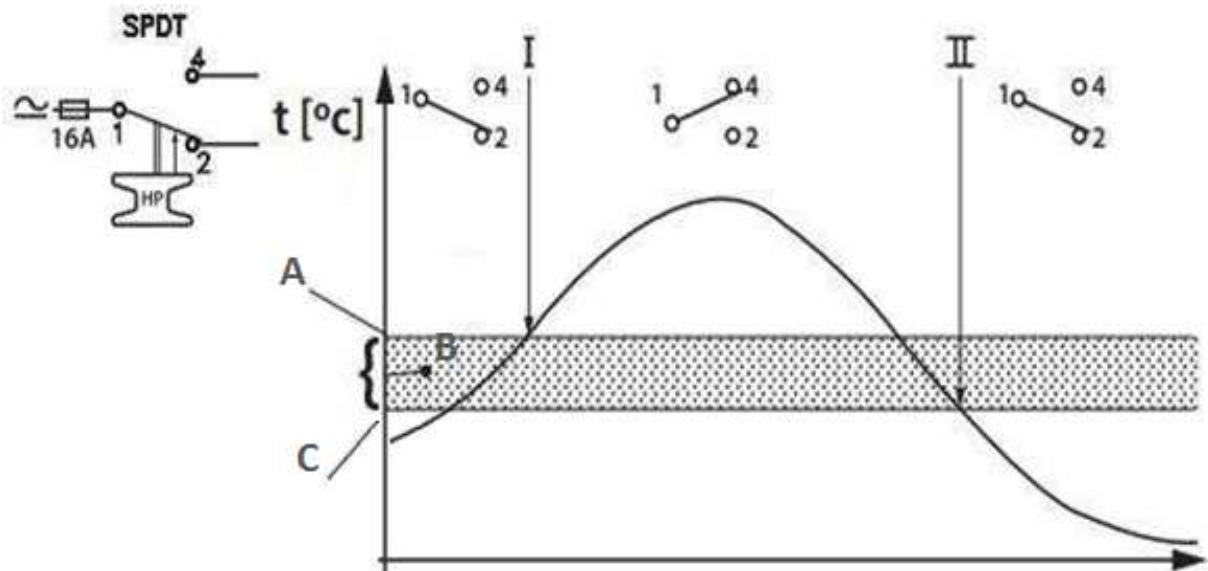


Рисунок 2.6 – Діаграма перемикання контактів термостату:
де А – максимально можливе значення температури, В – диференціал, С –
мінімально можливе значення температури

Для цього було обрано термостат данійської компанії Danfoss (рис. 2.7) [6].



Рисунок 2.7 – Термостат Danfoss KP61

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики термостату КР61

Параметр	Значення
Температура спрацювання	-30...+15°C
Тип наповнювача	Пароподібний
Тип чутливого елемента	Капілярна трубка без термобалону
Максимально допустима електронне навантаження	АС-1 16А, 400 В АС-3 16А, 400 В АС-15 10А, 400 В DC-13 12Вт, 220 В
Контактна система	SPDT
Диференціал	3 можливістью налаштування
Клас захисту корпусу	IP30
Температура навколишнього середовища	-40...+65°C
Максимальна температура чутливого елемента	120°C
Маса, кг	0,46 – 0,87

Для контролю за зниженим та підвищеним тиском у вентиляційній системі, а також для контролю перепаду тиску на блоці вентиляторів та фільтрів заплановано використання давача-реле перепаду тиску повітря PS500 (рис. 2.8).

Функціями контролю таких давачів є:

- перепад тиску на вентиляторі;
- забруднення повітряного фільтру.

Встановлення давачів-реле у автоматизованих вентиляційних системах дозволяють оптимізувати технологічні виробничі процеси. Також запропонований пристрій встановлюється у вентиляційну систему для можливості контролю стану вентиляційних систем та фільтрів повітряного типу. Давач може працювати із системами, в склад яких входять клапани та повітряні заслінки, а за їх допомогою

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

може відбуватись захист від утворення обледеніння. У опалювальних системах давачі-реле тиску можуть дозволити уникнути аварійних ситуацій.



Рисунок 2.8 – Давач-реле перепаду тиску повітря PS500

У таблиці 2.3 наведено технічні характеристики давача-реле перепаду тиску повітря.

Робота хімічного підприємства тісно пов'язана із такими небажаними явищами як викиди шкідливих речовин у повітря. Такими речовинами може бути, наприклад, газ метан на нафтопереробному, хімічному та нафтохімічному підприємствах. Тому додатково потрібно використовувати давачі якості повітря для забезпечення комфортного мікроклімату на робочому місці, а також для уникнення аварійних ситуацій, які пов'язані із високою вибухонебезпечністю газів метану.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ

Арк.

31

Таблиця 2.3 – Технічні характеристик давача-реле перепаду тиску повітря

Параметр	Значення
Діапазон вимірювання	30...500 Па
Струм комутації: – резистивне навантаження: – індуктивне навантаження: – АС	максимальне значення 3А максимальне значення 2А максимальне значення 250 В
Середовище вимірювання	Повітря та неенергічні гази
Умови експлуатації	-20...+60°C
З'єднувальний шланг	PVS, м'який
Ступінь захисту	IP54
Маса, кг	0,15
Виробник	Thermokon, Німеччина

Оптичний інфрачервоний давач газів МІРЕХ-02 є повністю цифровий. Цей давач створено для роботи у токсичних та небезпечних місцях. Він володіє високою точністю вимірювань, має високу надійність, тривалий строк служби, високу швидкодію. На рис. 2.9 наведено зображення зовнішнього вигляду цього давача.



Рисунок 2.9 - Оптичний інфрачервоний давач газів МІРЕХ-02

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ

Арк.

32

Принцип роботи оптичного давача газів полягає у його безконтактному методі аналізу концентрації вмісту шкідливих речовин у повітрі. Оптичний інфрачервоний давач газів аналізує різницю між опорним та вимірюваним сигналами. Або в основу вимірів може бути покладена визначення рівня енергії потоку випромінювання певного спектрального діапазону (для вуглеводнів є характерним спектр поглинання 3,33 мкм або 3,4 мкм). Цей потік проходить через вимірювальну камеру та досягає оптичного приймача, який перетворює його у електричну величину [7].

Використання оптичних інфрачервоних давачів має свої переваги:

– стійкість давача до «отруєння». При «отруєнні» робота давача може бути ускладнена за рахунок забруднення вимірювальних елементів газового давача шкідливими речовинами. Це призводить до погіршення роботи давача з високою точністю;

– мінімальний дрейф сигналу;

– низька вартість використання через відсутність необхідності заміни частин давача;

– низька відмовостійкість;

– давачі MIREX не потребують демонтажу давача для очистки фільтру, оскільки фільтр є знімним мембранного типу;

– швидка реакція на збільшення концентрації газу у повітрі приміщення.

2.4 Висновки до другого розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та побудовано її структурну схему. Показано, що в запропонованій схемі використовуються три контури регулювання: припливний контур призначений для вирівнювання значення тиску між вуличним повітрям та повітря у приміщенні блоку компресорів; викидний контур, який призначений для того, щоб забезпечити відбір прогрітого повітря та подачу його на обігрів;. Та контур регулювання по тиску, яким гарантується відбір нагрітого повітря.

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		33

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Алгоритм роботи вентиляційної системи

Алгоритм функціонування вентиляційної системи представлено логічною схемою певної послідовності окремих алгоритмів, які підключаються в роботу в окремих ситуаціях. Такими ситуаціями можуть бути: занадто висока або низька температура у приміщенні підприємства, у повітрі є надлишок шкідливих речовин, вологість повітря вийшла за межі норми. Такі окремі алгоритми повинні виконувати такі основні операції:

- отримання вхідних даних про дію на об'єкт керування;
- отримання інформації про результати керування системою;
- збір, обробка та аналіз отриманих даних;
- прийняття рішень;
- формування керуючого сигналу у канал керування.

Алгоритм функціонування автоматизованої системи управління вентиляційною системою на хімічному підприємстві встановлений у циклічний стан його роботи. Кожен цикл роботи системи починається із опитування датчиків: вимірюваних нерегульованих параметрів, вимірюваних вихідних параметрів, вимірюваних регульованих параметрів (рис. 3.1).

До вимірюваних нерегульованих параметрів відносяться:

- температура зовнішнього повітря;
- вологість зовнішнього повітря;
- атмосферний тиск;
- швидкість та напрям вітру;
- температура та тиск пари в тепловій мережі;
- сонячна радіація.

Вимірювані вихідні параметри визначають у робочій зоні. За цими параметрами характеризується тепловий режим. До таких параметрів відносяться:

- температура повітря;

- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря.

Вимірювані вихідні параметри, за якими визначають ефективність управління вентиляційною системою. До таких параметрів відносять:

- тиск та температура води у зворотних трубопроводах;
- витрати електроенергії;
- витрати теплофікаційної води.

Регульовані параметри – параметри, значення яких можуть змінюватись відповідними виконавчими механізмами:

- кількість припливного повітря;
- температура припливного повітря;
- температура води на виході підмішуючих насосів.

Інформація з виходів відповідних елементів у цифровому вигляді через перетворювачі надходить в пристрій керуючої обчислювального пристрою, в якому із використанням спеціальних програм, отримана інформація обробляється та моделюється теплова поведінка будівлі. За необхідності відбувається оптимізація надходження тепла від системи кондиціонування повітря приміщення. При відхиленні отриманих даних відбувається коригування теплового режиму, який був встановлений у попередньому циклі. При цьому на органи керування виконавчими механізмами через концентратор, перетворювачі, підстанції надходять необхідні сигнали.

Керування системою може відбуватись і ручному режимі оператором. За отриманими даними на екрані пульта управління про дані у будь-якому місці об'єкта та роботи системи в цілому, оператор визначає потребу у втручанні в роботи автоматизованої системи. При цьому сигнали надходять по другому контуру системи, але одночасно відбувається моніторинг та контроль змінених параметрів оператором. Якщо змінені параметри системи оператором можуть призвести до виникнення аварійної системи, то відбувається попередження та сигналізування про такі стани системи.

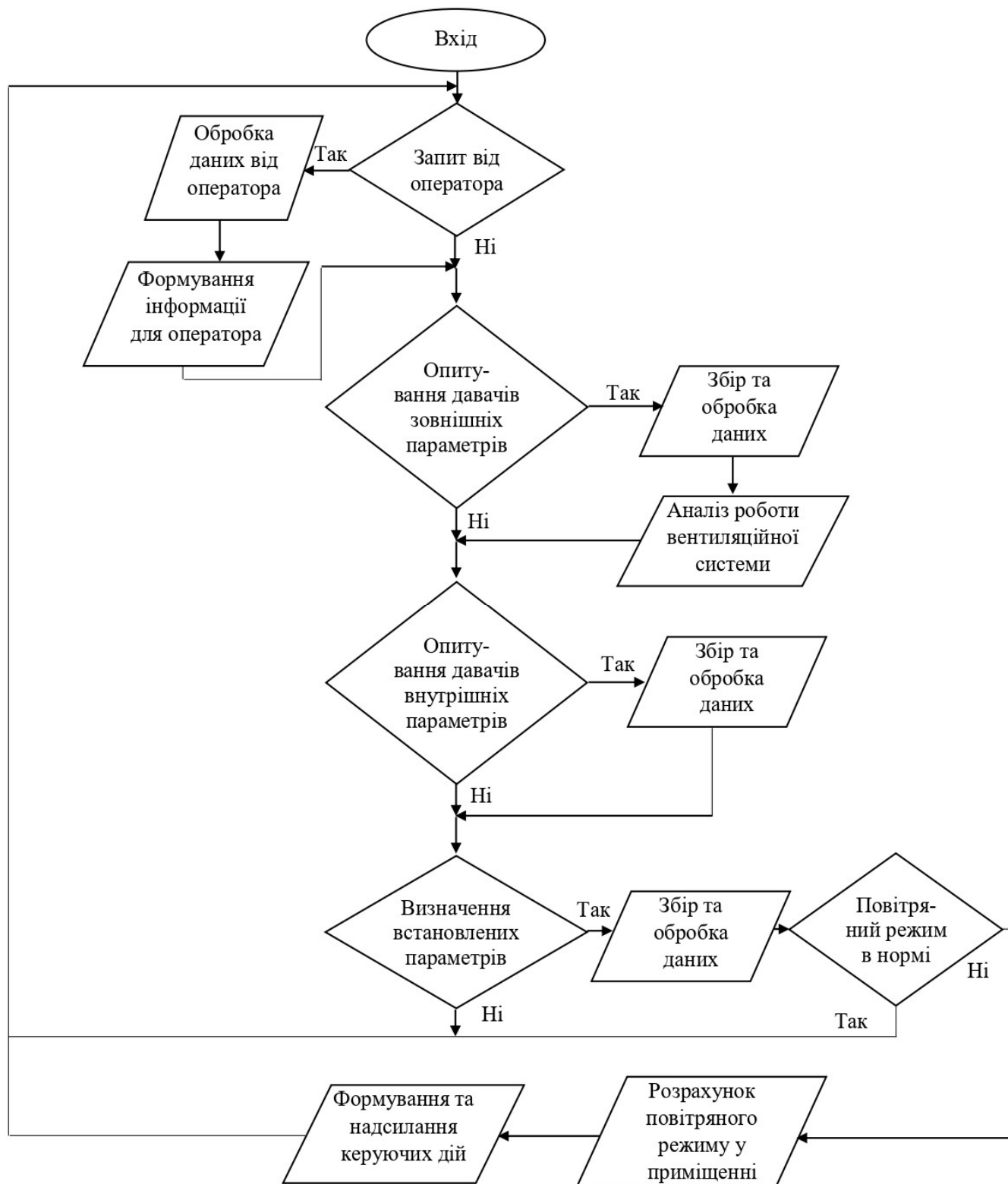


Рисунок 3.1 – Алгоритм роботи автоматизованої вентиляційної системи

Дані про вимірювання, стан системи зберігаються у базі даних та будь-який момент за запитом оператора можуть бути видані на друк. Дані можуть фільтруватись за певний період часу, по обраним об'єктам або групам об'єктів, так і по всіх об'єктах вентиляційної системи. За цими даними відбувається аналіз роботи автоматизованої системи, енерго- та теплоспоживання, ефективність роботи та використання обладнання, енергозбереження та економія обладнання.

Процес управління вентиляційною системою слід розбити на часові цикли тривалістю до 10 хв. Запуск циклу роботи системи відбувається від електронного годинника, що вбудований та запрограмований у керуючому обчислювальному комплексі. Роботі системи обрано синхронний принцип зв'язку керуючого обчислювального комплексу з об'єктом у реальному масштабі часу. Теплові та хімічні процеси, що відбуваються у приміщенні виробництва, змінюються досить повільно. Керуючий обчислювальний комплекс знаходиться у режимі очікування.

Важливим етапом роботи вентиляційної системи є розрахунок повітряного режиму у приміщенні. В основу роботи автоматизованої вентиляційної системи може бути покладений термодинамічний або кібернетичний принципи. При термодинамічному принципі роботи системи використовуються дані про фізичні процеси тепло- та масообміну, які здійснюються у приміщенні підприємства. Такий підхід розглядає автоматизовану вентиляційну систему у вигляді взаємопов'язаних вхідних та вихідних величин. При кібернетичному принципі побудови системи будівля підприємства розглядається як невідомий пристрій і вивчається взаємозв'язок вхідних та вихідних параметрів. Для побудови роботи вентиляційної та проведення відповідних розрахунків у даній кваліфікаційній роботі було обрано термодинамічний підхід. На рис. 3.2 зображено схему математичної моделі формування теплового режиму будівлі підприємства.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

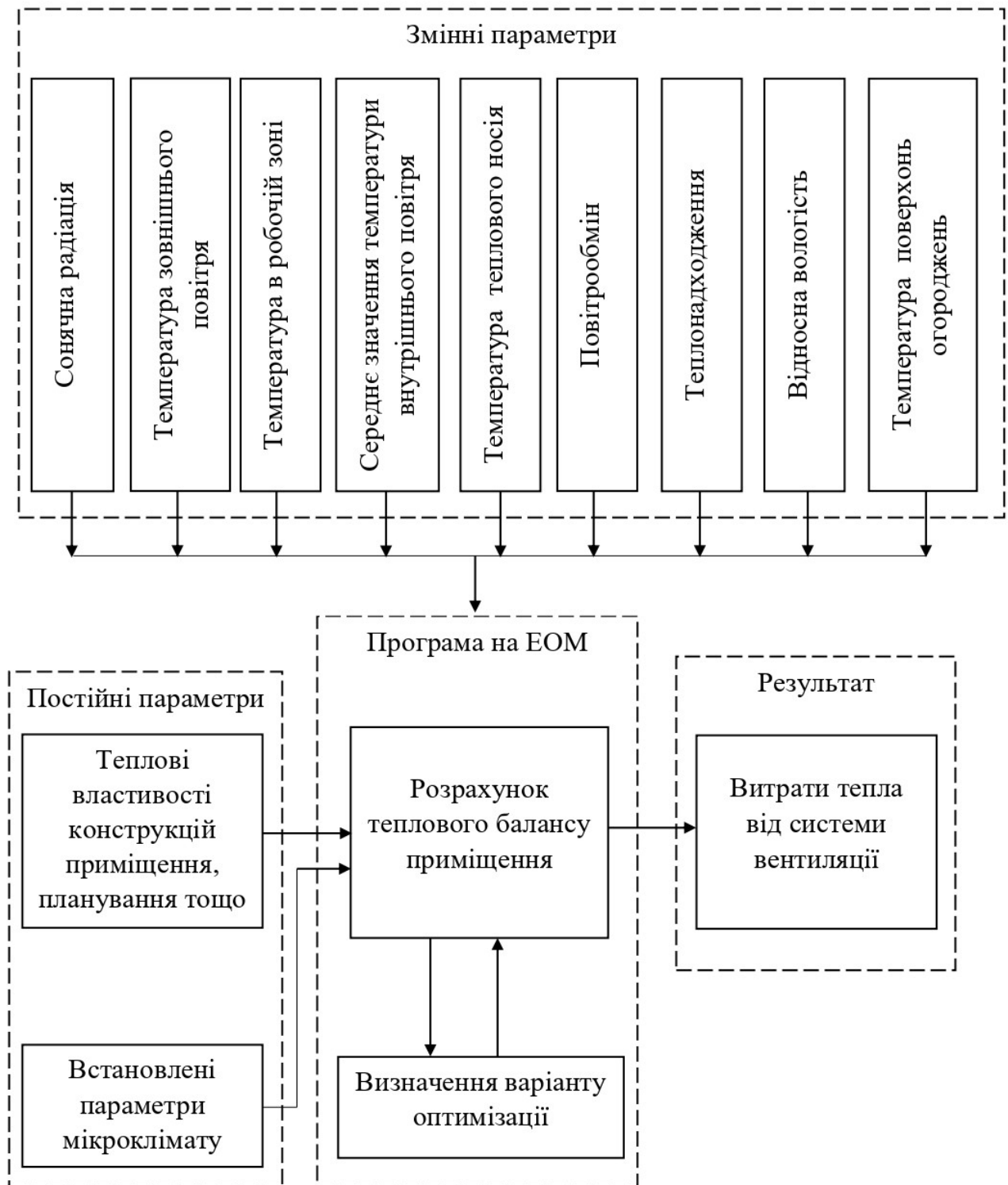


Рисунок 3.2 – Схема математичної моделі розрахунку теплового режиму приміщення підприємства

При розрахунку складаються рівняння теплового балансу, які описують повітрообмін у приміщенні, зовнішні кліматичні умови, технологічні теплові виділення енергії, теплові втрати з рахунок теплопровідності та фільтрації через

зовнішні огороження, теплові вмісти внутрішніх огорожуючих конструкцій та технологічного обладнання.

3.2 Логічне проектування автоматизованої системи керування вентиляційною системою на хімічному підприємстві

Для створення логічної моделі автоматизованої системи управління вентиляційною системою використовується мова візуального проектування UML. UML (Unified Modeling Language) – це графічна мова візуалізації програмного забезпечення із використанням набору діаграм та побудована на основі об'єктно-орієнтованої нотації.

Для логічного проектування роботи інформаційної системи необхідно створити діаграми, які є відображенням її основних аспектів:

- діаграму класів;
- діаграму послідовностей;
- діаграму варіантів використання.

Із використанням прецедентів та акторів моделюють функціональність системи і при цьому будується діаграма варіантів використання. Варіанти використання – це набір дій, функцій, служб, які можуть бути використані актором, для взаємодії з системою. В даній кваліфікаційній роботі – це автоматизована система управління вентиляційною системою на хімічному підприємстві. Актори – це персонал, зовнішні системи, організації, які мають свої певні ролі для роботи у системі.

Із використанням діаграм варіантів є можливим визначати будь-які зовнішні або внутрішні фактори, які впливають на систему в цілому.

Для цього для кожного з акторів опишемо функції, які повинна реалізовувати автоматизована система управління вентиляційною системою. Представлені наступні актори:

- підсистема автоматичного керування вентиляційною системою (ПАУВС)
- управління вентиляційною системою у автоматичному режимі;
- оператор – ручний режим керування вентиляційною системою;

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

– система управління електронним журналом.

Нижче в таблицях 3.1-3.4 наведено прецеденти.

Таблиця 3.1 – Прецеденти

	Прецеденти	Короткий опис
1	Управління вентиляційною системою у автоматичному режимі	Автоматичне управління вентиляційною системою, занесення у операційний журнал запису
2	Управління вентиляційною системою у ручному режимі	Ручне управління вентиляційною системою, занесення у операційний журнал запису
3	Управління операційним журналом	Формування запису про певну подію у електронному операційному журналі.

Таблиця 3.2 - Опис прецедента

	Управління в ручному режимі	Управління вентиляційною системою у автоматичному режимі	Управління операційним журналом
Прецедент:	Управління вентиляційною системою у ручному режимі	Приймати рішення вручну	Управління операційним журналом
ID:	1	2	3

Продовження таблиці 3.2 - Опис прецедента

Опис короткий:	ручне управління вентиляційною системою та внесення запису у електронний операційний журнал	Управління вентиляційною системою у автоматичному режимі	Формування запису про подію в електронний операційний журнал
Головний актор:	Оператор	підсистема автоматичного керування вентиляційною системою	Система управління електронним операційним журналом
Другорядні актори:	ні	ні	підсистема автоматичного керування вентиляційною системою, оператор
Попередня умова:	За ініціативою оператора починається прецедент	прецедент починається за ініціативою підсистеми автоматичного керування вентиляційною системою	прецедент починається за ініціативою підсистеми автоматичного керування вентиляційною системою або оператора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Кінець таблиці 3.2 - Опис прецедента

<p>Основний потік:</p>	<p>Автоматизована система управління вентиляційною системою переводиться у режим ручного керування оператором, регулює температуру повітря у приміщенні та заносить дані у електронний операційний журнал</p>	<p>підсистема автоматичного керування вентиляційною системою забезпечує регулювання температури повітря та запис даних у електронний операційний журнал</p>	<p>підсистема автоматичного керування вентиляційною системою або оператор формує запис про подію, яка заноситься у електронний операційний журнал під керуванням системи управління електронним операційним журналом.</p>
<p>Наступна умова:</p>	<p>Зміни температури повітря у приміщенні візуально фіксуються оператором і заносяться у електронний операційний журнал</p>	<p>Підтримання заданої температури повітря</p>	<p>в електронному операційному журналі з'являється новий запис</p>
<p>Альтернативні потоки:</p>	<p>ні</p>	<p>ні</p>	<p>ні</p>

На основі таблиці 3.2 створюється діаграма варіантів використання автоматизованої системи керування вентиляційною системою хімічного підприємства (рис. 3.3).

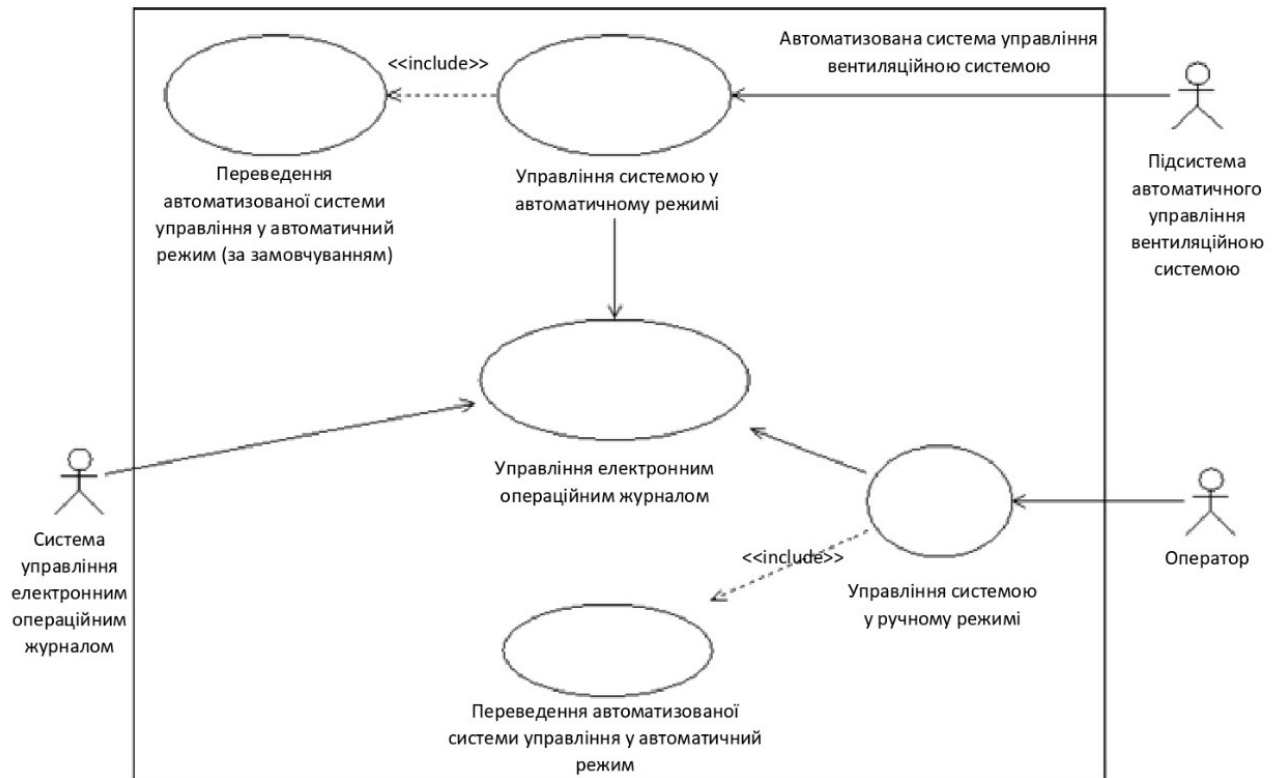


Рисунок 3.3 – Діаграма варіантів використання автоматизованої системи управління вентиляційною системою хімічного підприємства

Із використанням наведеної діаграми можна відслідкувати функціональний аспект автоматизованої системи управління вентиляційною системою. Для візуалізації та перевірки різних сценаріїв виконання варіантів використання застосовують діаграми послідовностей, які носять назву діаграм подій. Діаграми послідовностей можуть показати та передбачити моделі поведінки автоматизованої системи. При цьому виявляються задачі, які клас повинен мати у процесі моделювання нової системи.

Нижче наведемо основні сценарії функціонування автоматизованої системи управління вентиляційною системою. Діаграма послідовності сценарію автоматичного управління вентиляційною системою наведена на рис. 3.4.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

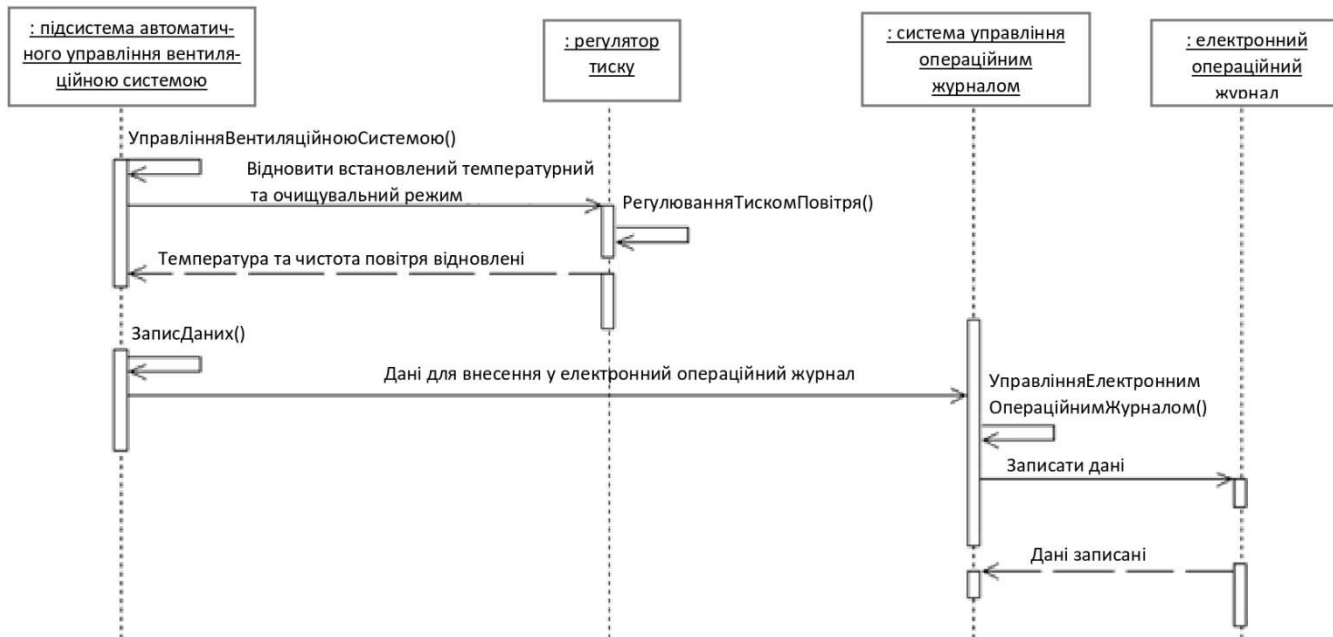


Рисунок 3.4 – Діаграма послідовностей сценарію автоматичного управління вентиляційною системою

При виявленні відхилення значення температури від норми, об'єктом «підсистема автоматичного управління вентиляційною системою» зніціюється процес. Об'єктом «підсистема автоматичного управління вентиляційною системою» формується команда управління вентиляційною системою та передає її об'єкту «регулятор тиску» у вигляді повідомлень.

Об'єкт «регулятор тиску» здійснює процедуру регулювання тиску повітря у компресорній. При цьому об'єкту «підсистема автоматичного управління вентиляційною системою» повертається повідомлення про відновлення температурного режиму.

На наступному етапі об'єктом «підсистема автоматичного управління вентиляційною системою» формуються дані для запису у електронний операційний журнал і передає їх об'єкту «система управління операційним журналом». Об'єкт «система управління операційним журналом» передає дані об'єкту «електронний операційний журнал» та формує команду управління для запису даних у об'єкт «електронний операційний журнал». Дані об'єктом «електронний операційний журнал» записуються, а об'єкту «система управління операційним журналом» надсилається повідомлення про результат операції.

Після цього процес автоматичного управління вентиляційною системою завершується.

3.2 Програмно-технічна реалізація вентиляційної системи

Метою створення програмної реалізації технічного об'єкта є його автоматизований розв'язок задач збору даних, первинної обробки до такого вигляду, який зручний для надання оператору автоматизованої системи або для реєстрації даних про об'єкт, обробки даних, який включає в себе процес оптимізації, що основана на аналізі математичної моделі теплового режиму приміщень, задач, які обслуговують зв'язок персоналу оперативно-диспетчерської служби із системою автоматизованого управління вентиляційною системою, а також процес створення керуючих сигналів на виконавчі пристрої та механізми системи вентиляції та опалення. Програмне забезпечення запропонованої автоматизованої вентиляційної системи – це комплекс взаємопов'язаних програмних засобів.

В основу системи автоматики автоматизованої вентиляційної системи входить промисловий логічний контролер ПЛК160. У якості пристрою людинно-машинного інтерфейсу використовується панель оператора СП270-Т. Запрограмована система автоматично проводить опитування датчиків температури на вулиці та у приміщенні, датчиків пилу, вологості. За математичною моделлю відбувається розрахунок необхідного об'єму повітря та регулювання подачі та змішування повітря системи вентиляції із використанням регульованих заслінок та частотних приводів.

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це електронний спеціалізований пристрій, який призначено для роботи у реальному режимі часу. ПЛК можна запрограмувати у різних режимах та легко адаптувати до вимог певного технологічного процесу.

Основною перевагою використання ПЛК полягає у тому, що один невеликий механізм може замінити велику кількість електромеханічних реле. Також ПЛК може забезпечувати швидкий час сканування, компактні системи вводу/виводу,

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

спеціальні інтерфейси, які дозволяють об'єднувати різне обладнання у єдину систему управління або підключати нетрадиційні пристрої автоматики до контролера. Також містить стандартизовані засоби програмування станів автоматизованої системи.

Основними функціями контролера вентиляцією приміщень підприємства є:

- автоматичне регулювання значень температур повітря приміщеннях;
- систематичні заміри та циклічний контроль найважливіших параметрів системи: температури зовнішнього та внутрішнього повітря, вологості повітря, тиску, рівня наявності пилу у повітрі;
- діагностика та сигналізація про аварійні стани системи;
- створення та передача команд керування складовим пристроям вентиляційної системи – вентиляторам, калориферам, насосам тощо.

Для побудови системи повного керування та прийняття рішень для побудованої системи керування вентиляційною системою використовується система автоматики, яка побудована на базі програмованого промислового логічного контролера ПЛК160 (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд контролера ПЛК160

Створення програмованих логічних мікроконтролерів ПЛК160 відбувається у відповідності до стандарту ІЕС 61131-2. Це забезпечує високу апаратну надійність.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ПЛК160 мають наступні характеристики (при відсутності операційної системи вони характеризують потужні обчислювальні ресурси) – табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики ПЛК160

Характеристика	Значення
Процесор	RISC компанії Atmel
Архітектура процесора	ARM9
Частота оновлення	200МГц
Об'єм постійної пам'яті (Flash-пам'ять)	4МБ
Об'єм оперативної пам'яті	8МБ
Об'єм енергонезалежної пам'яті	16КБ
Час циклу при 50 логічних операціях	1мс
Підключення до персонального комп'ютера через порт USB та канал Ethernet	так

Як видно з наведених характеристик ПЛК160 побудований на основі високопродуктивного процесору з великою за об'ємом оперативною та постійною пам'яттю.

Для програмування ПЛК160 використовується програмне забезпечення, яке наведено у табл. 3.2.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.2 – Програмне забезпечення для програмування ПЛК160

Програмне забезпечення	Призначення
Windows XP/Vista/7	операційна система, яка необхідна для інсталяції та запуску програмного забезпечення CoDeSys
CoDeSys (Controller Development System)	<ul style="list-style-type: none"> - середовище програмування; - встановлюється на персональний комп'ютер; - застосовується при підготовці програм контролера
Файл налаштування цільової платформи (target-файл)	відповідає контролеру, який використовується

На рис. 3.6 зображено інтерфейс програмного забезпечення CoDeSys, яке використовується при програмуванні контролера.

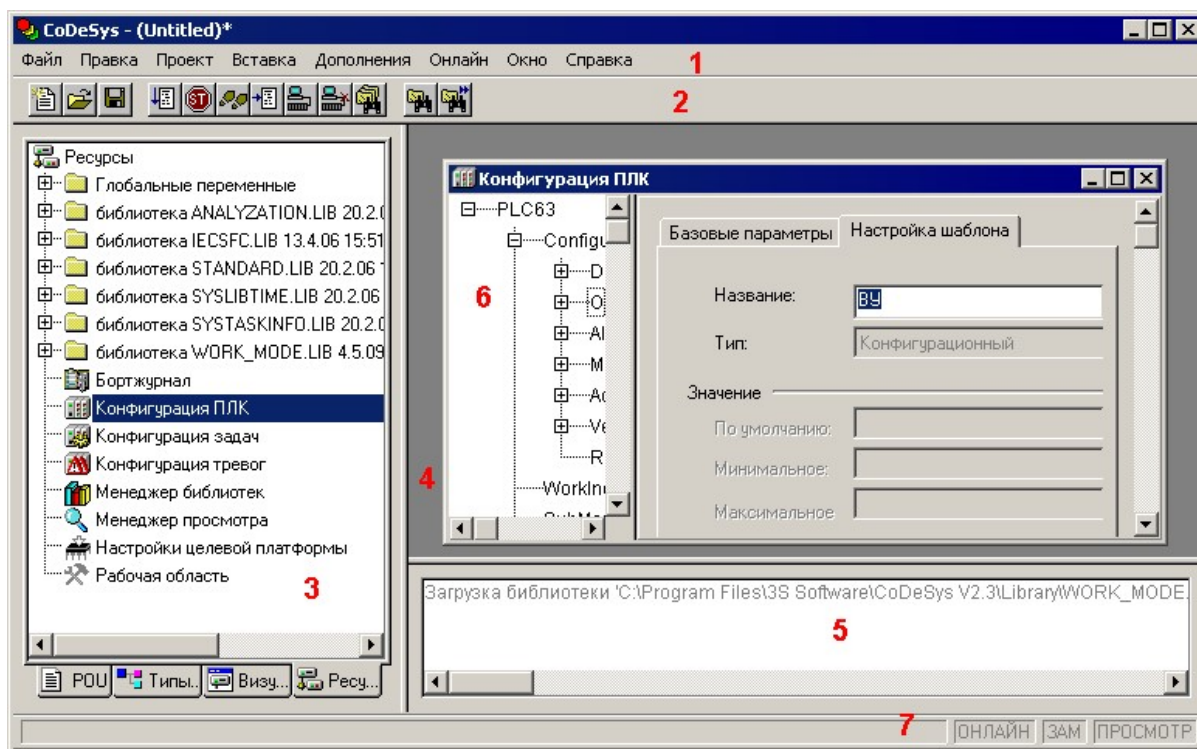


Рисунок 3.6 – Головне вікно середовища програмування CoDeSys

Зв'язок середовища з базою даних відбувається із використанням інжинірингового інтерфейсу ENI (Engineering Interface), який працює в архітектурі клієнт-сервер.

Із використанням зовнішньої бази даних відбувається забезпечення обміну даними між різними користувачами та цілісність даних (рис. 3.7)

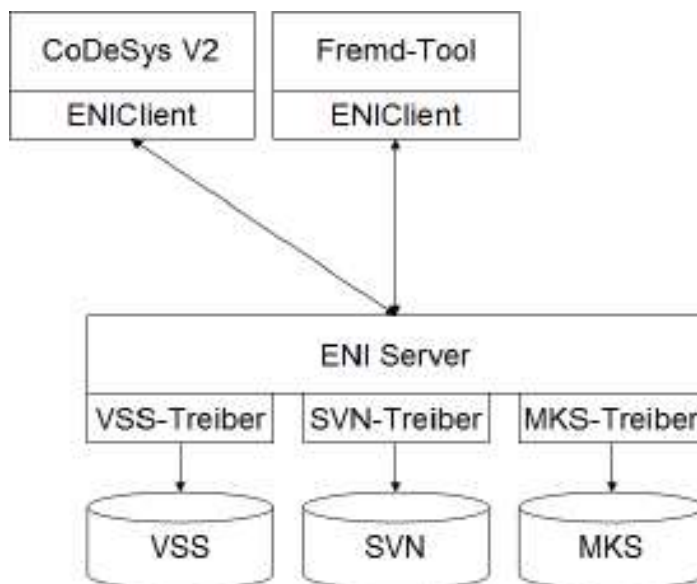


Рисунок 3.7 – Інтегрування ENI з зовнішніми базами даних

Зовнішня база даних призначена для зберігання даних, які використовуються при практичній реалізації задач автоматизації та при їх проектуванні.

Передача даних у CoDeSys іншим Windows-додаткам відбувається із використання механізму DDE.

У середовищі CoDeSys для розробки програмного забезпечення для контролера ПЛК160 використовується мова програмування ІЛ. Приклад використання наведено на рис. 3.8.

Мова програмування ІЛ (Instruction List) призначена для програмування програмованих логічних контролерів і є однією з п'яти мов, що підтримуються стандартом ІЕС 61131-3, і є мовою низького рівня. Спільні елементи системи визначають змінні та виклик функції. Тому різні мови можуть використовуватись в одній програмі. Фрагмент програми функціонального блоку на мові ІЛ для керування ПЛК160 наведено у додатку А.

```

0001 FUNCTION Fct : INT
0002 VAR_INPUT
0003     PAR1:INT;
0004     PAR2:INT;
0005     PAR3:INT;
0006 END_VAR

0002     LD     PAR1
0003     MUL   PAR2
0004     DIV   PAR3
0005     ST     Fct
0006

```

Рисунок 3.8 – Приклад створення функції на мові IL

Для зберігання даних про стан системи прийнято рішення використовувати таблиці даних у форматі звичайних текстових файлів. А в якості електронного оперативного журналу використовувати текстові файли формату *.CSV (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Структура таблиці оперативного журналу

Тип даних	Назва поля	Опис
Дата	EventDate	Дата події
Число	PlmID	Номер повідомлення
Текст	EventCode	Код повідомлення

Великого об'єму пам'яті для зберігання таких файлів не потребується. Цей момент є досить критичним для програмованих логічних елементів. Для читання даних з таких документів достатньо найпростішого текстового редактора, тобто не потребується спеціальної програми для роботи з таблицями.

При проектуванні автоматизованої вентиляційної системи використовувались такі технічні та програмні засоби: ПЛК160-220.У-М – програмований логічний контролер; СП270-Т панель оператора; МК110-220.4ДН.4Р - модуль дискретного вводу-виводу; МВ110-224.2А - модуль аналогового вводу; БП30Б-ДЗ-9 - блок живлення 9 В; БП30Б-ДЗ-24 - блок живлення 24 В; Hyundai N700Е-300НF частотно-регульовані приводи 30кВт, 2 шт.

Із використанням програмного забезпечення CoDeSys відбувається програмування програмованого логічного контролера. При цьому використовується дискретне введення та виведення, аналогове введення та виведення даних.

Дискретне введення:

- контроль температури двигунів вентиляторів;
- стан двопозиційних заслінок;
- стан вентиляторів та компресорів (вимкнено/ввімкнено);

Дискретне виведення:

- дозвіл роботи частотних приводів вентиляторів;
- керування двигуном припливного вентилятора;
- керування заслінками.

Аналогове введення:

- положення пропорційних заслінок;
- диференційний тиск (перепад на витяжному вентиляторі);
- диференційний тиск (перепад вулиця/приміщення);
- давач температури зовнішнього повітря;
- давач температури приміщення компресорної.

Аналогове виведення:

- встановлення частоти обертання двигунів вентиляторів (частотні перетворювачі);
- встановлення положення пропорційних заслінок.

Алгоритм збору та обробки цифрових даних наведено на рис. 3.9, аналогових – на рис. 3.10.

В процесі виконання алгоритм збору, зберігання та обробки дискретних сигналів виконуються наступні операції:

- для давача, який піддається опитуванню, встановлюється номер;
- комутатор перемикається для опитування i -ого давача;
- відбувається опитування пристрою вводу дискретних сигналів;

- на дисплей та пристрій друку видається інформація про стан роботи механізмів;
- зміна номера давача, який піддається опитуванню;
- перехід до опитування наступного давача.

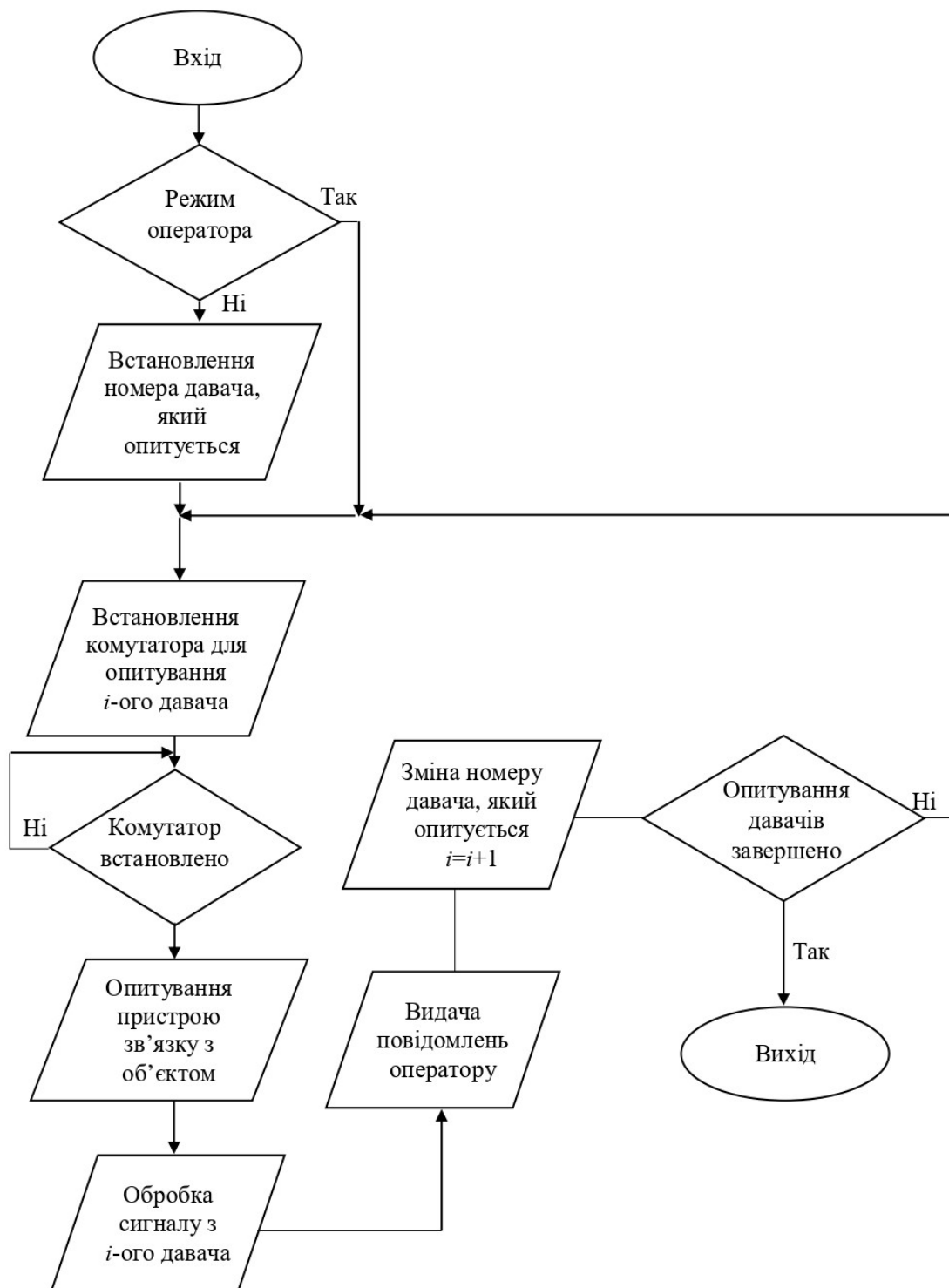


Рисунок 3.9 – Алгоритм обробки цифрових даних

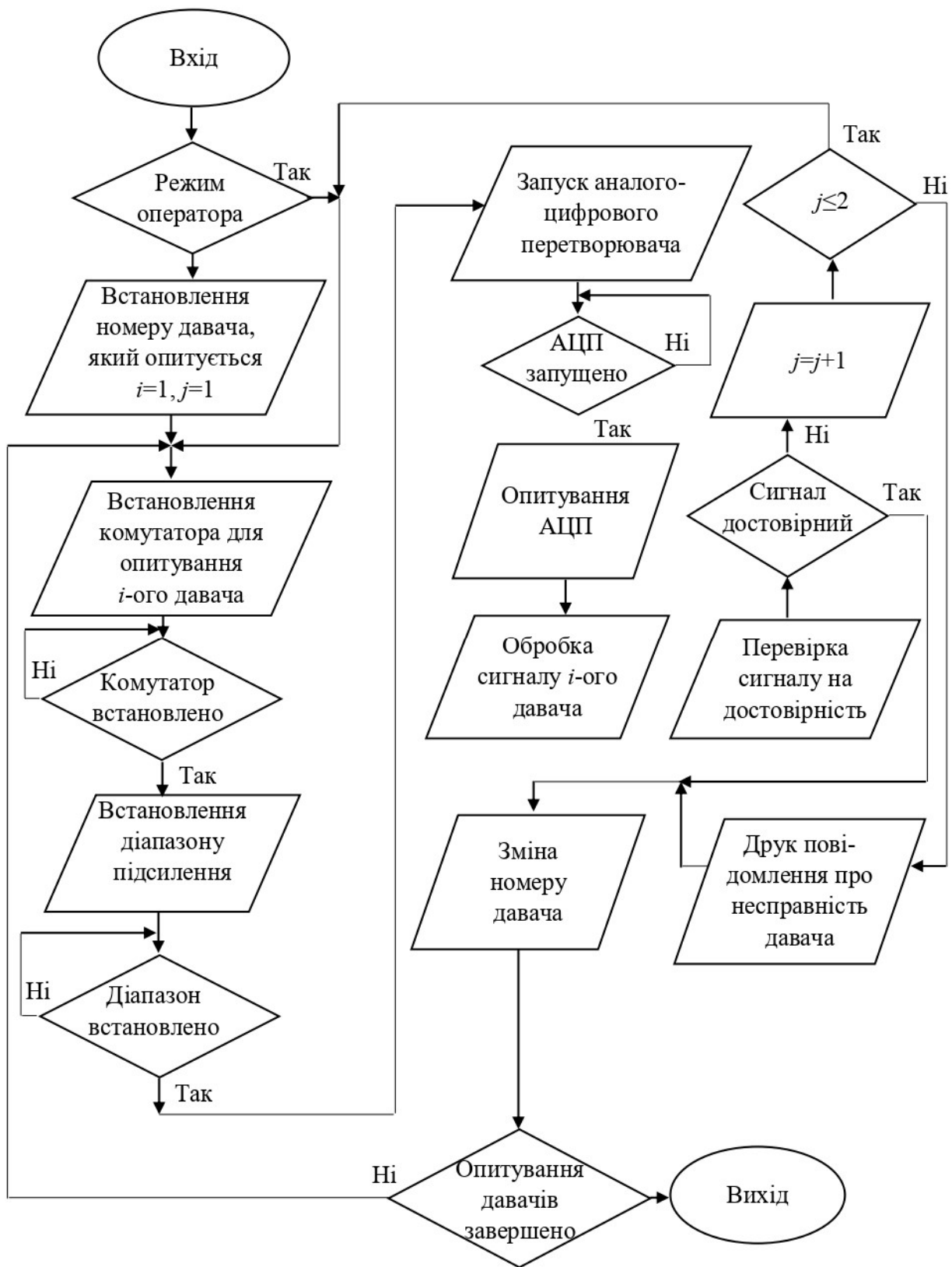


Рисунок 3.10 – Алгоритм обробки аналогових даних

нестандартних станів системи вентиляції, а також при необхідності заміни або ремонту вузлів системи.

Режим «пожежа» призначений для встановлення вентиляційної системи у безпечний стан.

Алгоритм роботи шафи автоматики полягає у наступному. Чотири чотиригрупові реле режиму у початковому (без живлення або при підключенні шафи) стані формують сигнали управління на виконавчі механізми (ВМ) безпосередньо в обхід контролера і забезпечують суворий розрив способу управління від ПЛК.

При встановлення у автоматичний режим за допомогою відповідного перемикача на контролер надходить відповідний сигнал підтвердження. При цьому реле переводиться у активний стан. Контакти перекидаються та переключають приймання сигналів керування пристроєм на керування від ПЛК.

Доки перемикач вибору режиму встановлений в положення «Автоматичний», контролер підтверджує наявність свого сигналу готовності до роботи із керуванням системою, керування знаходиться у автоматичному режимі.

При зникненні сигналу, який підтверджує готовність до роботи контролера, а також при поверненні перемикача у положення «ручне керування», на чотирьох групових реле пропадає живлення і вони повертаються у вихідне положення. Таким чином відбувається метод жорсткого переправлення прийому управління від фіксованих сигналів. Цей режим може бути використаний також при заміні елементів, які вийшли з ладу, обслуговуванні вентиляційної системи.

При замиканні зовнішньої сухої пари надходить зовнішній сигнал від пристроїв автоматики, який сигналізує про пожежу. При цьому пожежні реле зводяться, а на щитку «пожежа» відбувається відповідна індикація. Ланки керування як для автоматичного так і для ручного режимів керування відповідними пожежними реле розмикаються. Сигнали з керуючих пристроїв знімаються навіть без зняття живлення зі всієї шафи: пропорційні та двопозиційні заслінки закриваються, вентилятори зупиняються. Вентиляційна система

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

відновлює свою роботу у будь-якому із встановлених режимів при зникненні сигналу про пожежу та при наявності сигналу на шафі автоматики.

Робота контролера відбувається за наступним алгоритмом. При ввімкненні автоматизованої вентиляційної системи контролер починає відслідковувати параметри системи та стан виконавчих механізмів. А саме:

- температуру внутрішнього повітря;
- температуру зовнішнього повітря;
- різницю перепаду тиску між вуличним повітрям та повітрям у приміщенні підприємства;
- рівень хімічних речовин у повітрі приміщень підприємства;
- стан компресорів;
- величину перепаду тиску на вентиляторі, який витягує повітря з приміщення;
- крайні закриті стани двопозиційних заслінок.

Контролер керує:

- швидкістю обертання припливних вентиляторів;
- швидкістю обертання витяжних вентиляторів;
- двопозиційними заслінками припливних вентиляторів;
- двопозиційними заслінками на вуличних повітрозабірниках вентиляторної камери;
- двопозиційними заслінками над кожним з компресорів;
- пропорційною загальною заслінкою;
- пропорційними заслінками рециркуляції.

Завданнями роботи контролера є створення керуючого сигналу для утворення плавного рівня відкриття заслінок. Таким чином після компресора буде забезпечено плавне розподілення потоку повітряних мас на потоки викиду повітря або підігрівної рециркуляції після компресорів. Також контролер повинен керувати переправленням потоку гарячих повітряних мас назад у те саме приміщення. Таким чином можна буде регулювати температуру повітря в компресорній, а також і параметрами повітря, яке забирається у компресор.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Контролером повинен підбиратись рівень взаємозворотнього відкриття заслінок залежно від того, як він відрізняється від встановленого заздалегідь значення, яке повинно бути у компресорній та вимірної температури одним із давачів, що розташований поблизу повітрязабірного отвору. Наприклад, діапазон встановлених значень у компресорній може знаходитись у межах від 18 до 35°C.

3.3 Висновки до третього розділу

У третьому розділу кваліфікаційної роботи розроблено алгоритми реалізації режимів роботи автоматизованої вентиляційної системи. Показано, що дані від елементів системи, зокрема від давачів, можуть зберігатись у базі даних, що надає можливість проводити аналіз та відповідні розрахунки роботи системи. Використання електронного операційного журналу у якості текстового файлу формату *.csv дозволяє спрощувати керування базою даних, оскільки для роботи з таблицями не потребується спеціальної програми.

Також було наведено алгоритм отримання та обробки аналогових та цифрових даних з давачів системи. Обрано середовище розробки програмного коду функціонального блоку для управління мікроконтролером на мові ПЛ.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проаналізовано існуючі види вентиляційних систем. Встановлено, що робота на хімічному підприємстві пов'язана із викидом шкідливих речовин у повітря і для виведення їх з приміщення природної вентиляції недостатньо. Запропоновано використовувати припливно-втяжну вентиляційну систему, яка дозволяє регулювати температуру повітря, вологість, а також величину шкідливих речовин у повітрі виробничого підприємства.

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розгорнуто архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та побудовано її структурну схему. Показано, що в запропонованій схемі використовуються три контури регулювання: припливний контур призначений для вирівнювання значення тиску між вуличним повітрям та повітря у приміщенні блоку компресорів; викидний контур, який призначений для того, щоб забезпечити відбір прогрітого повітря та подачу його на обігрів;. Та контур регулювання по тиску, яким гарантується відбір нагрітого повітря.

Для запропонованої вентиляційної системи потрібно використовувати давачі тиску, температури, вологості повітря, оптичні давачі для роботи у токсичних та небезпечних місцях для можливості регулювати параметри мікроклімату у приміщенні підприємства на робочому місці працівника.

Така система має додатковий функціонал – це можливість нагрівати повітря для подачі його у приміщення у холодний період року. Перевагами такої автоматизованої системи із рекуперацією є можливість зміни її продуктивності, регулювання, нарощування, можливість регулювати теплову потужність калорифера.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено алгоритми реалізації режимів роботи автоматизованої вентиляційної системи. Показано, що дані від елементів системи, зокрема від давачів, можуть зберігатись у базі даних, що надає можливість проводити аналіз та відповідні розрахунки роботи системи. Використання електронного операційного журналу у якості текстового файлу

					КвРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

формату *.csv дозволяє спрощувати керування базою даних, оскільки для роботи з таблицями не потребується спеціальної програми.

Також було наведено алгоритм отримання та обробки аналогових та цифрових даних з датчиків системи. Обрано середовище розробки програмного коду функціонального блоку для управління мікроконтролером на мові ПЛ.

					КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text>

2. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
URL: <https://www.sop.com.ua/article/82-osnovn-vimogi-ta-zahodi-z-normalzats-mkroklmatichnih-umov-na-robochih-mstsyah>

3. Компактні вентиляційні установки Roccheggiani TCL. URL: <https://air.com.ua/ua-ventiljacionnye-sistemy/>

5. ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ДБН В.2.5-67:2013. URL: <https://tehnadzor.cc/pages/dbn-v-2-5-67-2013-opalennya-ventylyaciya-ta-kondycionuvannya.php>

6. Сайт компанії Данфос. URL: <https://www.danfoss.com/en/>

7. Сайт компанії Міпех. URL: <https://mipex-tech.com/contacts/index.php?lang=en>

8. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 11,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с. – Назва з екрана.

9. Бурштинський М.В. Давачі / М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Харчишин Б.М. – 2-ге вид. доповн. – Львів: ТзОВ „Простір М”, 2014. – 202 с.

10. Разживін О. В. Засоби автоматизації технологічних процесів: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О. В. Разживін, О. В. Суботін. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 147 с.

11. Автоматизація виробничих процесів. Технічні засоби автоматизації. Навчально-методичний посібник до практичних робіт для здобувачів освітнього ступенів «бакалавр» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» та 18 «Виробництво та технології» усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

В.В. Тичков, В.Я. Гальченко, Р.В. Трембовецька, К.В. Базіло]; Мво освіти и науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. - Черкаси: ЧДТУ, 2020. - 321 с.

12. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-виробничих процесів: навч. посібник / Л. П. Ларичева, М. Д. Волошин, О. П. Луценко – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 320 с.

					КВРАКІТ.2019066.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТОК А

Фрагмент програмного коду функціонального блоку для управління контролером
на мові ІЛ

```
FUNCTION_BLOCK MemBuf (*мова ІЛ*)
VAR_INPUT
in_data: POINTER TO BYTE; (*вказівник на дані*)
in_size: UINT; (*розмір блоку даних*)
WR : BOOL; (*читання/запис FALSE/TRUE*)
CLR:BOOL; (*очистка прочитаного буфера*)
RST : BOOL; (*скидання буферів при переповненні*)
END_VAR
VAR_OUTPUT
out_data: POINTER TO BYTE; (*вказівник на блок даних*)
out_size: UINT; (*розмір блоку даних *)
empty : BOOL := TRUE;
full : BOOL := FALSE;
END_VAR
VAR
buffer1:ARRAY [1..max_buf] OF BYTE; (*буфер 1*)
buffer2:ARRAY [1..max_buf] OF BYTE; (*буфер 2*)
...
END_VAR
[Class.COMM_ONLY_RS]
Module1=DEBUG_USART
Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART [Class.COMM_RS_MOD]
Module1=DEBUG_USART
Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART
Module4=Modem_module
```

[Class.COMM_RS_TCP]

Module1=DEBUG_USART

Module2=COM1_USART

Module3=COM2_USART

Module5=TCP_ID221

Module6=Modem_module

[Class.COMM_RS_TCP_FILE]

Module1=DEBUG_USART

Module2=COM1_USART

Module3=COM2_USART

Module5=TCP_ID221

Module6=FILE_Archivator

Module7=Modem_module

[Module.Root]

Id=1

Name=Class=CPU_Class

Alignment=5

ModuleAlignment=1

SubModul1=Type=Slot,Class=I_FAST_INPUTS,Default=I_SIMPLE_INPUT

SubModul2=Type=Fix,Section=ID130

SubModul3=Type=Fix,Section=ID131

SubModul4=Type=Fix,Section=ID125

SubModul5=Type=Fix,Section=ID126

SubModul6=Type=Fix,Section=ID103

SubModul7=Type=Fix,Section=ID104

SubModul8=Type=Variable,

Class=Handlers

SubModul9=Type=Variable,

Class=ConstantClass

Icon=Plcconf.ico

Param1=Name='MinCycleLength

ms',Section=MinCycleLength,

Access=RW,

Visible=True

Param2=Name='MaxCycleLength

ms',Section=MaxCycleLength,Access=RW,Visible=True

Param3=Name='back-up working time',

Section=MaxBackupTime,

Access=RW,Visible=True

Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві

Виконав: ст. гр. АКІТс-19 ПАНЮШКІН Владислав

Керівник: КОРЕЦЬКА Людмила

Мета роботи:

- ▶ розробити автоматизовану вентиляційну систему на хімічному виробництві

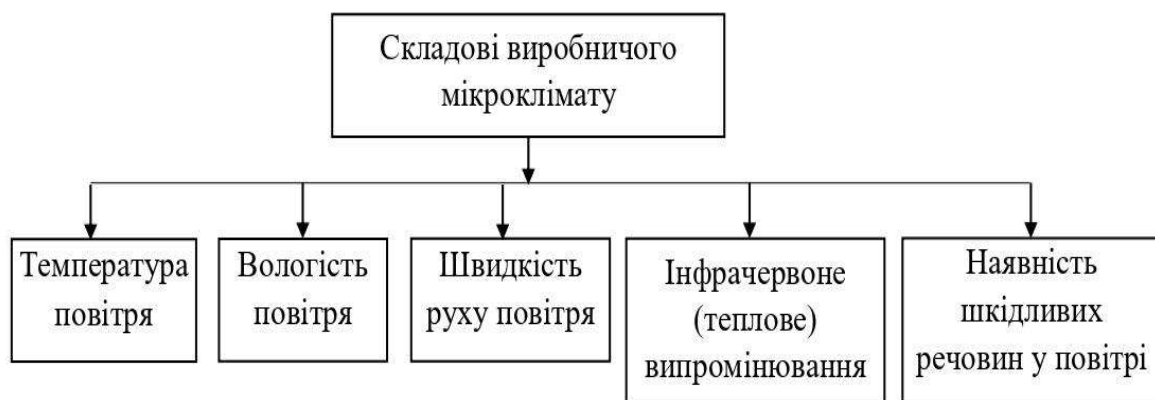
Завдання:

- ▶ - проаналізувати архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та скласти її структурну схему;
- ▶ - обрати компоненти системи;
- ▶ - розробити алгоритм роботи системи;
- ▶ - розробити алгоритми обробки даних (цифрових, аналогових) від відповідних елементів системи;
- ▶ - розробити програмне забезпечення функціонального блоку автоматизованої вентиляційної системи;
- ▶ - визначити можливі стани системи та описати функціонування системи у відповідних станах.

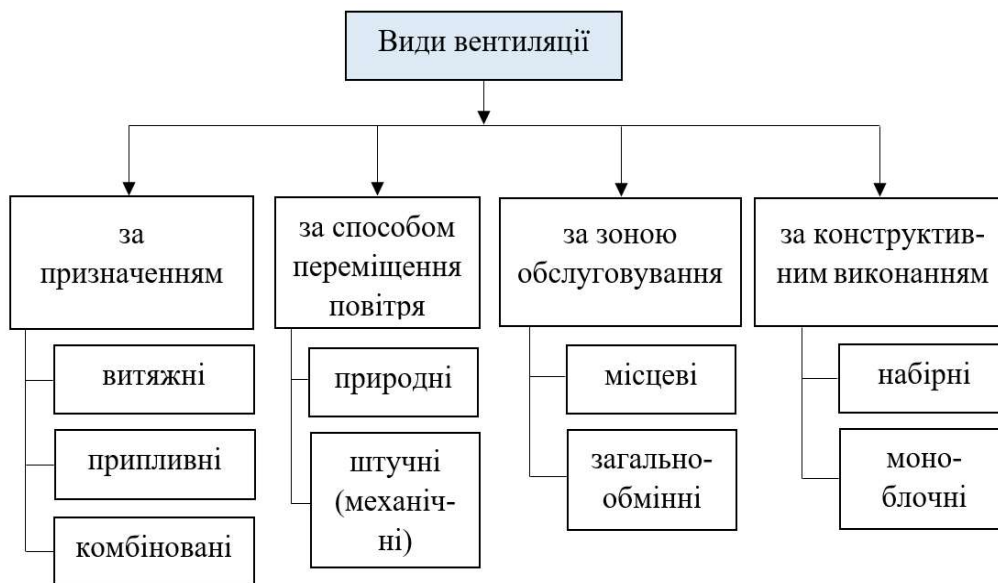
Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

Категорія робіт	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/сек.	
	Холодний період року	Теплий період року	Холодний період року	Теплий період року	Холодний період року	Теплий період року
Легка Іа	22-24	23-25	60-40	60-40	0,1	0,1
Легка Іб	21-23	22-24	60-40	60-40	0,1	0,2
Середньої важкості ІІа	19-21	21-23	60-40	60-40	0,2	0,3
Середньої важкості ІІб	17-19	20-22	60-40	60-40	0,2	0,3
Важка ІІІ	16-18	18-20	60-40	60-40	0,3	0,4

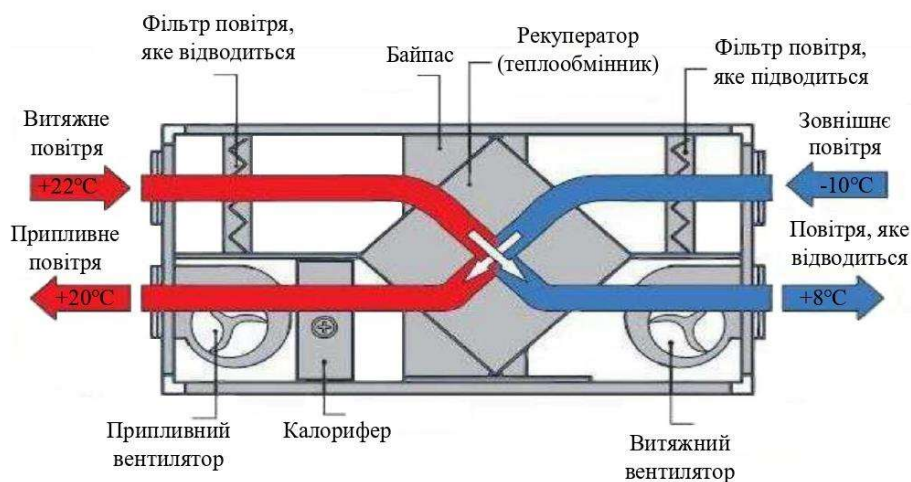
Складові виробничого мікроклімату



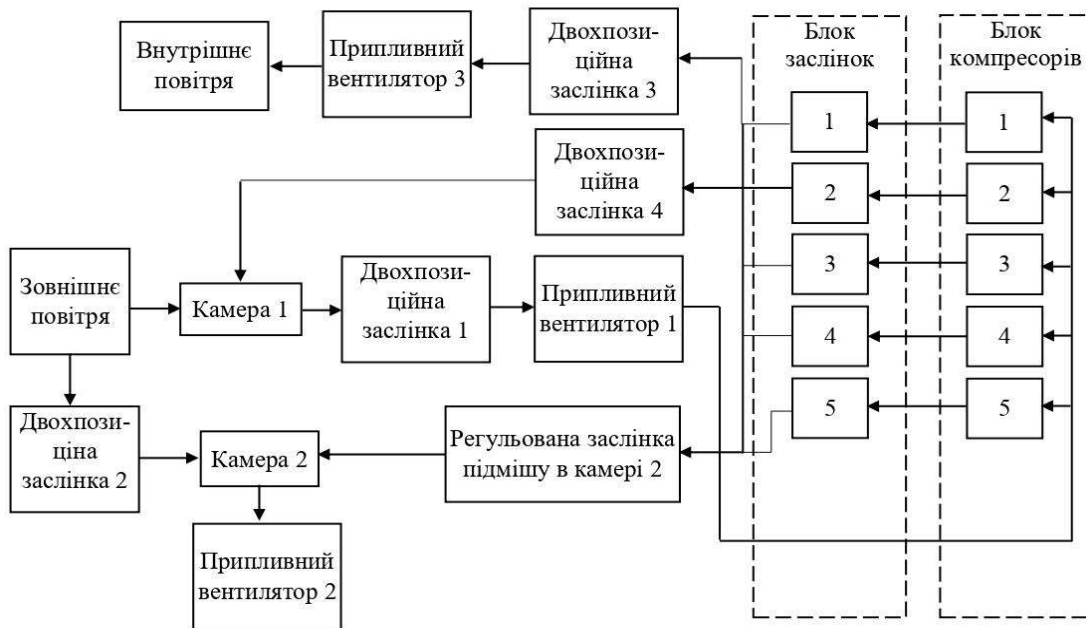
Класифікація видів вентиляції



Комбінована припливно-витяжна вентиляційна система



Структурна схема автоматизованої системи управління вентиляційною системою



Алгоритм роботи автоматизованої вентиляційної системи

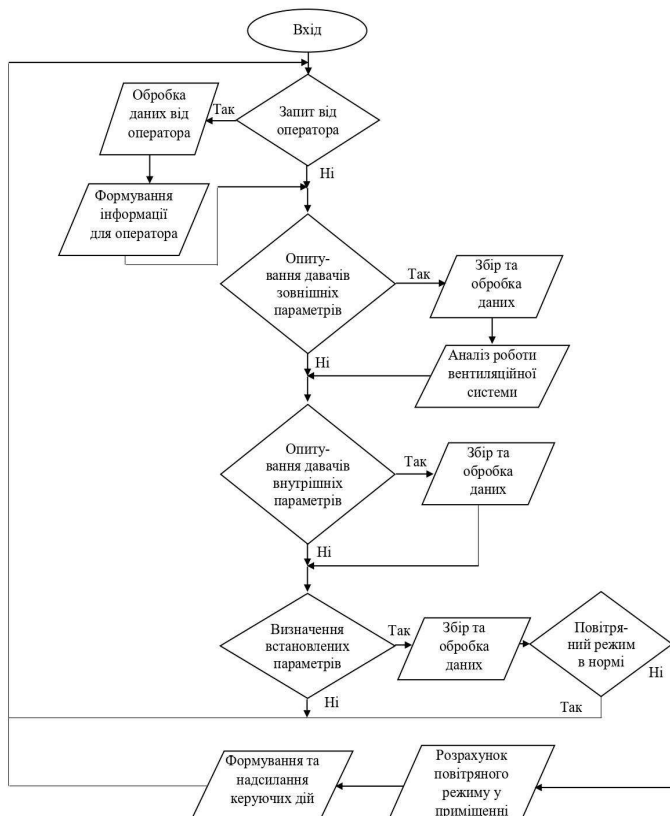
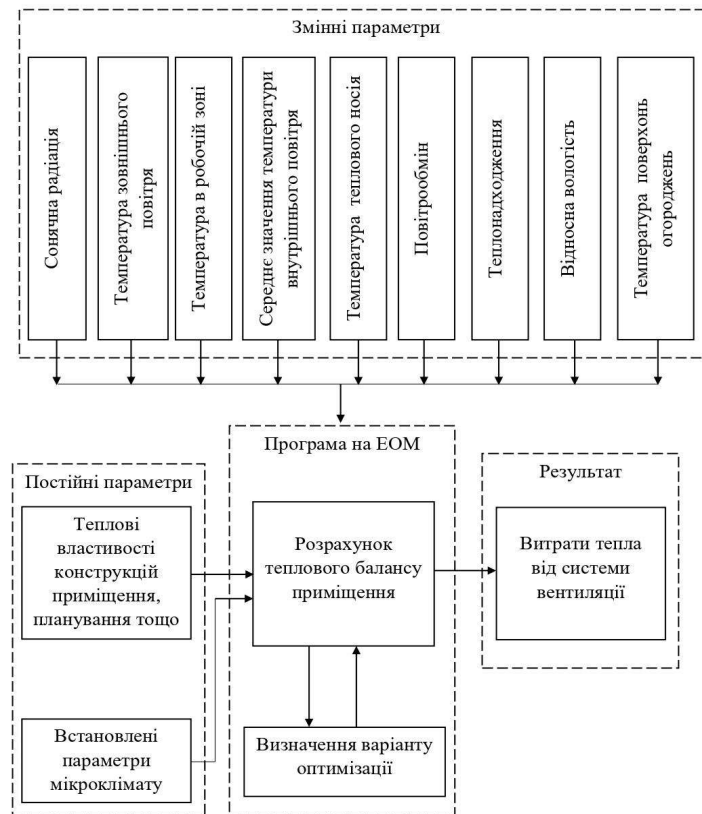
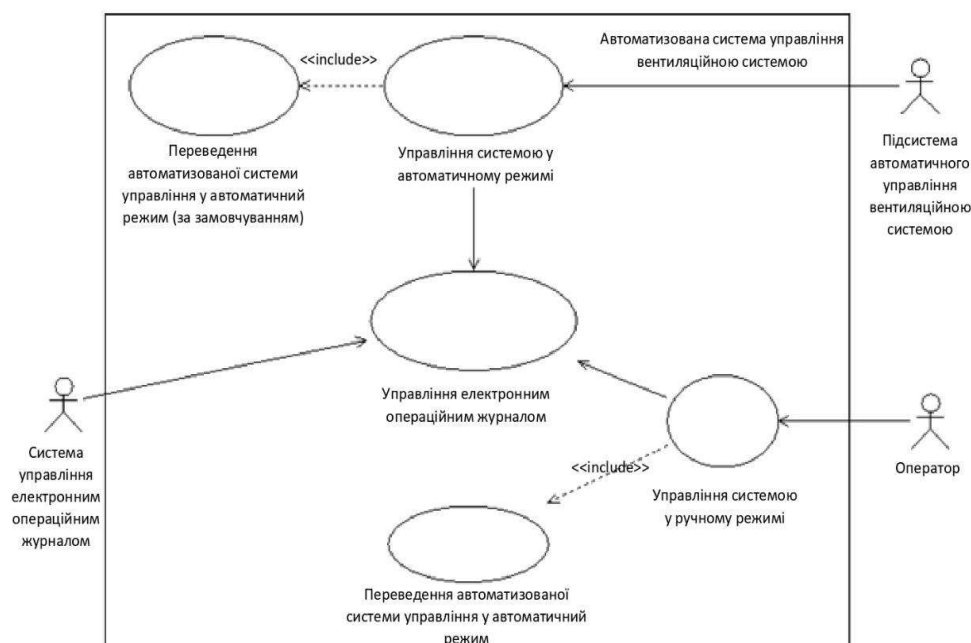


Схема математичної моделі розрахунку теплового режиму приміщення підприємства

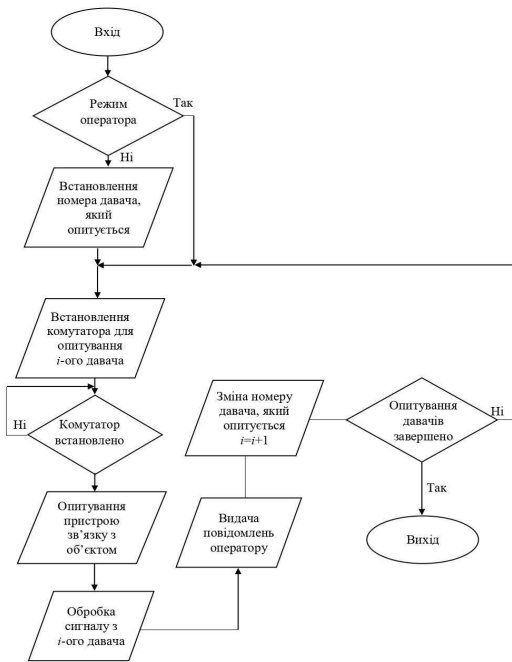


Діаграма варіантів використання автоматизованої системи управління вентиляційною системою хімічного підприємства

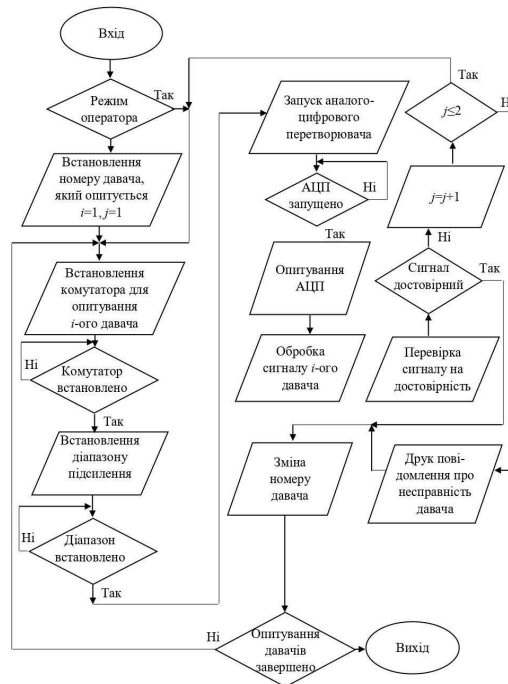


Алгоритми обробки даних:

алгоритм обробки цифрових даних:



алгоритм обробки аналогових даних:



Висновки:

- ▶ У першому розділі кваліфікаційної роботи було проаналізовано існуючі види вентиляційних систем. Встановлено, що робота на хімічному підприємстві пов'язана із викидом шкідливих речовин у повітря і для виведення їх з приміщення природної вентиляції недостатньо. Запропоновано використовувати припливно-вивтяжну вентиляційну систему, яка дозволяє регулювати температуру повітря, вологість, а також величину шкідливих речовин у повітрі виробничого підприємства.
- ▶ У другому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та побудовано її структурну схему. Показано, що в запропонованій схемі використовуються три контури регулювання: припливний контур призначений для вирівнювання значення тиску між вуличним повітрям та повітря у приміщенні блоку компресорів; викидний контур, який призначений для того, щоб забезпечити відбір прогрітого повітря та подачу його на обігрів та контур регулювання по тиску, яким гарантується відбір нагрітого повітря.
- ▶ Для запропонованої вентиляційної системи потрібно використовувати давачі тиску, температури, вологості повітря, оптичні давачі для роботи у токсичних та небезпечних місцях для можливості регулювати параметри мікроклімату у приміщенні підприємства на робочому місці працівника.
- ▶ Така система має додатковий функціонал - це можливість нагрівати повітря для подачі його у приміщення у холодний період року. Перевагами такої автоматизованої системи із рекуперацією є можливість зміни її продуктивності, регулювання, нарощування, можливість регулювати теплову потужність калорифера.
- ▶ У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено алгоритми реалізації режимів роботи автоматизованої вентиляційної системи. Показано, що дані від елементів системи, зокрема від давачів, можуть зберігатися у базі даних, що надає можливість проводити аналіз та відповідні розрахунки роботи системи. Використання електронного операційного журналу у якості текстового файлу формату *.csv дозволяє спрощувати керування базою даних, оскільки для роботи з таблицями не потребується спеціальної програми.
- ▶ Також було розроблено алгоритм отримання та обробки аналогових та цифрових даних з давачів системи. Обрано середовище розробки програмного коду функціонального блоку для управління мікроконтролером на мові IL.

Дякую за увагу!

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
17.06.2022 10:48:10 EEST

Дата звіту:
17.06.2022 10:50:37 EEST

ID перевірки:
1011601659

Тип перевірки:
Doc vs Internet

ID користувача:
100005862

Назва документа: Панюшкін антиплагіат

Кількість сторінок: 49 Кількість слів: 8322 Кількість символів: 67923 Розмір файлу: 3.49 MB ID файлу: 1011470204

1.48% Схожість

Найбільша схожість: 0.48% з Інтернет-джерелом (<https://iqvent.com.ua/product/pritochno-vytyazhnaya-ustanovka-iqv...>)

1.48% Джерела з Інтернету

72

Сторінка 51

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

73

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 0.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 9%

ID: 105801 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-17 Автора: Панюшкін В. Керівники: Корецька Л.О. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	61594	533	666 (1%)	10 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Панюшкін Владислав Андрійович

Тема: Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень _____ Кількість сторінок записки _____ 56 _____

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є розробка системи автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі. Встановлено, що робота на хімічному підприємстві пов'язана із викидом шкідливих речовин у повітря і для виведення їх з приміщення природної вентиляції недостатньо. Запропоновано використовувати припливно-витяжну вентиляційну систему, яка дозволяє регулювати температуру повітря, вологість, а також величину шкідливих речовин у повітрі виробничого підприємства. У другому розділі розглянуто архітектуру автоматизованої вентиляційної системи та побудовано її структурну схему. Показано, що в запропонованій схемі використовуються три контури регулювання: припливний контур, викидний контур та контур регулювання по тиску. У третьому розділі розроблено алгоритми реалізації режимів роботи автоматизованої вентиляційної системи. Також було розроблено алгоритм отримання та обробки аналогових та цифрових даних з датчиків системи. Обрано середовище розробки програмного коду функціонального блоку для управління мікроконтролером на мові П.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється програмній реалізації

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

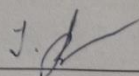
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (4,50/В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Гуца Ігор Володимирович, доцент, кафедра фізики і електротехніки

“17” 06 2022 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТ
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Панюшкіна В.А.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 3 курсу, групи АКІТс-19-1

ЗАЯВА

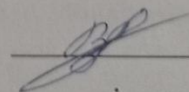
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

16.06.2022

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система автоматизованого керування вентиляцією на хімічному виробництві

Автор: Владислав ПАНЮШКІН

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітня програма 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Науковий керівник к.т.н., доц. Людмила КОРЕЦЬКА

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 1,48%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

17.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Людмила КОРЕЦЬКА

Зав. каф. АКІТ

Валерій МАРТИНЮК