

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Віктор СИНЄГЛАЗОВ
“ ___ ” _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
“МАГІСТР”

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і
виробництва»

**Тема: Енергоефективна автоматизована система газової
безпеки житлових приміщень**

Виконавець: студент групи КП-226М Настюк Олександр Анатолійович
Керівник: професор кафедри АКІК, к. т. н., доцент Сергеев Ігор Юрійович

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища» _____ Ольховик Ю.О.
(підпис)

Консультант розділу «Охорона праці» _____ Козлітін О.О.
(підпис)

Нормоконтролер: _____ Філяшкін М.К
(підпис)

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів

Освітній ступінь: магістр

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Віктор СИНЄГЛАЗОВ

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи студента

Настюка Олександра Анатолійовича

1. Тема роботи: «Енергоефективна автоматизована система газової безпеки житлових приміщень»

2. Термін виконання роботи: з 20.09.2023 р. до 15.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Розробити енергоефективну автоматизовану систему газової безпеки житлових приміщень.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): 1. огляд важливості газової безпеки, 2. поточні виклики у сфері газової безпеки, 3. компоненти енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки, 4. переваги впровадження енергоефективної автоматизованої системи, 5. практична частина, 6. захист навколишнього середовища, 7. охорона праці.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: 1. структурні схеми, 2. рисунки, 3. таблиці, 4. презентація в MicrosoftPowerPoint.

6. Календарний план-графік:

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Аналіз літературних джерел	22.09.2023	
2.	Збір інформації	23.09. 2023	
3.	Аналіз важливості газової безпеки	24.09.2023- 26.09.2023	
4.	Аналіз існуючих контурів управління польотом за маршрутом	27.09.2023 – 02.10.2023	
5.	Дослідження існуючих систем газової безпеки	03.10.2023 – 17.10.2023	
6.	Аналіз обмежень та недоліків традиційних заходів газової безпеки	18.10.2023 – 28.10.2023	
7.	Компоненти системи та порядок роботи	29.10.2023 – 09.11.2023	
8.	Розробка енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки житлових приміщень	10.11.2023 – 01.12.2023	
9.	Моделювання та спостереження за роботою автоматизованої системи	02.12.2023– 11.12.2023	
10.	Висновки по роботі	12.12.2023	
11.	Оформлення пояснювальної записки	13.12.2023	
12.	Створення презентації	14.12.2023	

7. Консультанти з окремих розділів роботи:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Старший викладач Козлітін О.О.		
Охорона навколишнього середовища	Д.т.н, професор Ольховик Ю.О.		

8. Дата видачі завдання _____

Керівник: _____ Сергєєв І.Ю.

Завдання прийняв до виконання _____ Настюк О.А.

_____ ” _____ 2023 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи «Енергоефективна автоматизована система газової безпеки житлових приміщень» 90 с., 32 рис., 8 табл, 21 джерел.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА; ПІДВИЩЕНА ГАЗОВА БЕЗПЕКА; ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ; КОМПОНЕНТИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ, ІНТЕГРАЦІЯ З ПРИСТРОЯМИ ІОТ, ДЕТЕКТОР ГАЗУ.

Об'єкт дослідження – розробка та впровадження енергоефективних автоматизованих систем газової безпеки в житлових приміщеннях.

Предмет дослідження – структура та алгоритми енергоефективної автоматизованої системи.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка енергоефективної та оптимізованої автоматизованої системи газової безпеки.

Метод дослідження – порівняльний аналіз, обробка літературних джерел, практичне моделювання.

Теоретичні дослідження склалися з проведення аналізу існуючих систем, виявлення їхніх сильних та слабких сторін, а також розроблено власне технічне рішення, яке включає в себе вибір відповідного обладнання, розробку програмного забезпечення та методів інтеграції компонентів системи.

Результати досліджень показали, що запропонована система є енергоефективною та сучасною з точки зору точності виявлення утічки газу та сповіщення користувача.

Результати кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-конструкторів автоматизованих систем безпеки.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ВАЖЛИВОСТІ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ.....	9
1.1. Короткий огляд важливості газової безпеки в житлових приміщеннях ..	9
1.2. Зростаюче занепокоєння щодо енергоефективності в домашніх системах.....	10
РОЗДІЛ 2 ПОТОЧНІ ВИКЛИКИ У СФЕРІ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ	12
2.1. Огляд існуючих систем газової безпеки	12
2.2. Обмеження та недоліки традиційних заходів газової безпеки	14
2.3. Необхідність більш ефективного та автоматизованого підходу	16
РОЗДІЛ 3 КОМПОНЕНТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ	18
3.1. Сенсорні технології.....	18
3.1.1. Удосконалені датчики виявлення газу	18
3.1.2. Інтеграція з пристроями IoT.....	22
3.2. Розумні клапани та запірні механізми	25
3.2.1. Принцип роботи розумних клапанів та запірних механізмів	25
3.2.2. Автоматизація для швидкого реагування.....	27
3.2.3. Дистанційне керування та можливості моніторингу	28
3.3. Аналітика даних та машинне навчання	29
3.3.1. Прогностичний аналіз потенційних витоків газу	29
3.3.2. Постійне вдосконалення за допомогою алгоритмів навчання	30
РОЗДІЛ 4 ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ.....	32
4.1. Підвищення безпеки для мешканців	32
4.2. Зменшення споживання енергоресурсів	33
4.3. Мінімізація хибних тривог і збоїв у роботі системи	34
4.4. Віддалений моніторинг і контроль для власників житла.....	36
РОЗДІЛ 5 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	38
5.1. Огляд системи	38
5.2. Принципи вимірювання газу	40
5.3. Методологія.....	43

5.4. Компоненти системи та порядок роботи	45
5.5. Моделювання та спостереження за моделями.....	47
5.6. Повна експериментальна установка.....	54
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
6.1. Вступ	56
6.2. Аналіз умов праці.....	56
6.3. Розробка заходів з охорони праці.....	61
6.4. Пожежна безпека.....	62
6.5. Висновки до розділу	64
РОЗДІЛ 7 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	66
7.1. Введення	66
7.2. Екологічний аспект	67
7.3. Забруднювачі і небезпека	68
7.4. Внутрішнє забруднення приміщень.....	69
7.5. Методи зниження небезпеки	70
7.6. Висновки до розділу	71
ВИСНОВКИ	73
Список Використаної Літератури	75
ДОДАТОК А	78
ДОДАТОК Б.....	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СО- чадний газ

ІЧ- інфрачервоне випромінювання

ЛОС- леткі органічні сполки

УФ- ультрафіолетове випромінювання

ІоТ- Термін “Інтернет речей” (або англійською “Internet of Things”)

АЦП- аналого-цифрове перетворення

РК- рідкокристлічний дисплей

Вступ

У сучасному світі, де питання безпеки та енергоефективності стоять на першому місці, важливість надійних систем газової безпеки в житлових приміщеннях не може бути переоцінена. Підвищення рівня автоматизації в галузі газової безпеки не тільки забезпечує більш ефективний контроль і виявлення небезпечних ситуацій, але й сприяє зниженню витрат на енергію. Така інтеграція автоматизації в системи газової безпеки є актуальною та перспективною темою для дослідження.

Ця дипломна робота присвячена розробці енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки для житлових приміщень. Головна мета роботи - створення такої системи, яка б не тільки відповідала всім сучасним стандартам безпеки, але й була оптимізована з точки зору споживання енергії.

У процесі дослідження буде проведено аналіз існуючих систем, виявлено їхні сильні та слабкі сторони, а також розроблено власне технічне рішення, яке включає в себе вибір відповідного обладнання, розробку програмного забезпечення та методів інтеграції компонентів системи. Особлива увага буде приділена аспектам енергоефективності, включаючи використання енергозберігаючих технологій та розробку алгоритмів для оптимізації споживання енергії.

Важливість цього дослідження обумовлена зростаючими вимогами до безпеки проживання у житлових приміщеннях та необхідністю зниження енергетичного впливу на довкілля. Результати цієї роботи можуть бути використані для покращення існуючих систем безпеки, а також слугувати основою для подальших досліджень у цій галузі.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ВАЖЛИВОСТІ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ

1.1. Короткий огляд важливості газової безпеки в житлових приміщеннях

Газова безпека в житлових приміщеннях є критично важливою проблемою, яка потребує пильної уваги та систематичного управління. Використання газу, насамперед для опалення, приготування їжі та інших побутових потреб, будучи зручним та ефективним джерелом енергії, пов'язане з певними ризиками, які необхідно ретельно контролювати для забезпечення безпеки та добробуту мешканців.

Важливість газової безпеки зумовлена небезпечним характером витоків газу, які можуть призвести до тяжких наслідків, таких як пожежі, вибухи та отруєння шкідливими газами. Природний газ, який зазвичай використовується в побуті, не має запаху і кольору у своєму первинному стані, що ускладнює виявлення витоків без належного обладнання. Навіть незначний витік, якщо його не виявити, може з часом накопичуватися і створювати потенційно вибухонебезпечне і токсичне середовище. Це підкреслює потребу в ефективних механізмах виявлення газу та безпеки в житлових приміщеннях.

Більше того, вплив інцидентів, пов'язаних з газом, виходить за рамки безпосередніх фізичних ризиків і включає довгострокові наслідки для здоров'я. Вдихання газу або його побічних продуктів, таких як чадний газ, смертельний газ без запаху, що утворюється в результаті неповного згоряння, може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям, включаючи респіраторні захворювання та неврологічні ушкодження.

Занепокоєння щодо газової безпеки не обмежується межами окремих будинків; вона має ширші наслідки для безпеки громади. У густонаселених житлових районах газовий інцидент в одному помешканні може мати каскадний ефект, загрожуючи цілим районам. Цей колективний ризик підкреслює важливість комплексного підходу до газової безпеки.

Крім того, зі збільшенням уваги до енергоефективності в житлових приміщеннях зростає попит на системи газової безпеки, які не лише захищають мешканців від небезпек, але й відповідають цілям екологічної стійкості. Традиційні заходи газової безпеки, хоча і є функціональними, часто не відповідають цим сучасним потребам.

У цьому контексті розробка енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки для житлових приміщень є важливою інновацією. Така система не лише підвищує безпеку завдяки вдосконаленому виявленню та автоматизованому реагуванню, але й сприяє енергозбереженню. Метою цієї дипломної роботи є дослідження функціональних можливостей та переваг цього сучасного рішення для забезпечення газової безпеки, а також розуміння того, як воно вирішує подвійну задачу - безпеку та енергоефективність у житлових приміщеннях.

1.2. Зростаюче занепокоєння щодо енергоефективності в домашніх системах

Останніми роками зростає занепокоєння щодо енергоефективності домашніх систем, викликане як екологічними міркуваннями, так і зростаючою вартістю енергії. Цей зсув у бік енергетичної свідомості відображає ширше усвідомлення впливу енергоспоживання в житловому секторі на глобальне довкілля та потребу в сталих життєвих практиках.

Концепція енергоефективності в домашніх системах обертається навколо використання технологій і практик, які зменшують споживання енергії без шкоди для комфорту і функціональності будинку. Це передбачає впровадження систем, які не тільки ефективно виконують свою основну функцію, але й мінімізують використання енергоресурсів. Прагнення до енергоефективності зумовлене кількома факторами:

- *Вплив на навколишнє середовище:* Одним з основних мотивів підвищеної уваги до енергоефективності є турбота про навколишнє середовище. Житлові будинки роблять значний внесок у глобальне споживання енергії, а отже, і у

викиди парникових газів. Ефективні домашні системи допомагають зменшити вуглецевий слід житла, сприяючи боротьбі зі зміною клімату.

- *Економічні міркування:* Оскільки вартість енергії продовжує зростати, ефективні домашні системи пропонують практичне рішення для зменшення рахунків за комунальні послуги. Домовласники все частіше шукають способи скоротити витрати на енергію, а енергоефективні системи є фінансово вигідним варіантом у довгостроковій перспективі.
- *Технологічний прогрес:* Стрімкий розвиток технологій зробив енергоефективні рішення більш доступними і дешевими. Інновації у сфері домашньої автоматизації, розумних приладів та систем енергоменеджменту дозволили домовласникам оптимізувати використання енергії з більшою легкістю та точністю.
- *Регуляторна політика та стимули:* Уряди та міжнародні організації відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності за допомогою нормативно-правових актів та стимулів. Така політика заохочує впровадження енергоефективних технологій у житловому секторі, сприяючи подальшому розвитку тенденції до створення більш сталих будинків.
- *Проінформованість споживачів та попит:* Серед споживачів зростає обізнаність про переваги енергоефективних систем не лише з точки зору економії коштів, але й екологічної стійкості. Ця обізнаність призвела до зростання попиту на будинки, обладнані енергоефективними технологіями.

У контексті систем газової безпеки акцент на енергоефективності є особливо актуальним. Традиційні системи газової безпеки, хоча й ефективні у забезпеченні безпеки, часто не враховують аспект енергоспоживання. Розробка енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки є відповіддю на цю проблему, поєднуючи імператив безпеки з принципами енергозбереження.

РОЗДІЛ 2 ПОТОЧНІ ВИКЛИКИ У СФЕРІ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ

2.1. Огляд існуючих систем газової безпеки

У контексті житлових приміщень системи газової безпеки мають важливе значення для запобігання та управління ризиками, пов'язаними з використанням природного та зрідженого нафтового газу. Ці системи охоплюють низку технологій і стратегій, кожна з яких призначена для виявлення, оповіщення та реагування на потенційні витіки газу. Однак, незважаючи на свою важливу роль, існуючі системи газової безпеки стикаються з низкою проблем, які можуть поставити під загрозу їхню ефективність.

1. Стандартні газові детектори: Найпоширенішими пристроями в житлових приміщеннях є стандартні газові детектори. Ці пристрої призначені для виявлення присутності газу в повітрі та спрацьовування сигналу тривоги, коли концентрація газу досягає небезпечного рівня. Хоча ці детектори ефективні в базовому виявленні, вони мають обмеження з точки зору чутливості та специфічності, що часто призводить до запізнених реакцій або хибних тривог через фактори навколишнього середовища.

2. Контроль вентиляції: Вентиляційні системи впроваджуються для зменшення ризику накопичення газу. Вони функціонують, розбавляючи концентрацію газу в повітрі, тим самим зменшуючи потенційну можливість займання. Однак ефективність цих систем залежить від їх правильного встановлення, обслуговування та динаміки повітряних потоків у приміщенні, яка може сильно відрізнятися в житлових приміщеннях.

3. Автоматичні запірні клапани: Деякі сучасні системи газової безпеки включають автоматичні запірні клапани. Вони призначені для автоматичного перекриття подачі газу при виявленні витіку. Хоча ця функція додає додатковий рівень безпеки, вона часто залежить від здатності датчика точно і швидко ідентифікувати витік, що не завжди гарантується.

4. Детектори чадного газу (CO): Як побічний продукт згоряння газу, чадний газ викликає значне занепокоєння. Тому детектори чадного газу є невід'ємною частиною газової безпеки, попереджаючи мешканців про присутність цього газу без запаху і кольору. Однак ці детектори не відчують виток природного газу безпосередньо і повинні використовуватися в поєднанні з іншими системами виявлення газу.

5. Розумні системи газової безпеки: Нові технології призвели до розробки розумних систем газової безпеки, які пропонують такі функції, як підключення до Інтернету та інтеграція з системами домашньої автоматизації. Ці системи дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг і контроль, але часто обмежені залежністю від стабільного інтернет-з'єднання і джерел живлення.

6. Вимоги до технічного обслуговування: Надійність систем газової безпеки значною мірою залежить від регулярного технічного обслуговування та калібрування. Ця вимога є складною, особливо в тих випадках, коли власники будинків можуть нехтувати регулярними перевірками або не знати про потреби в технічному обслуговуванні своїх систем.

7. Обмеження щодо встановлення та покриття: На ефективність систем газової безпеки також впливає їхнє встановлення та територія, яку вони охоплюють. У багатьох випадках датчики розміщуються неоптимально, залишаючи певні ділянки будинку незахищеними і збільшуючи ризик невиявлених витоків газу.

8. Енергоспоживання та енергоефективність: Традиційні системи газової безпеки, як правило, не надають пріоритету енергоефективності. Як наслідок, вони можуть сприяти підвищеному споживанню енергії, що є контрпродуктивним з огляду на зростаючий акцент на енергозбереженні в житловому секторі.

Нижче наведено методи виявлення газу:

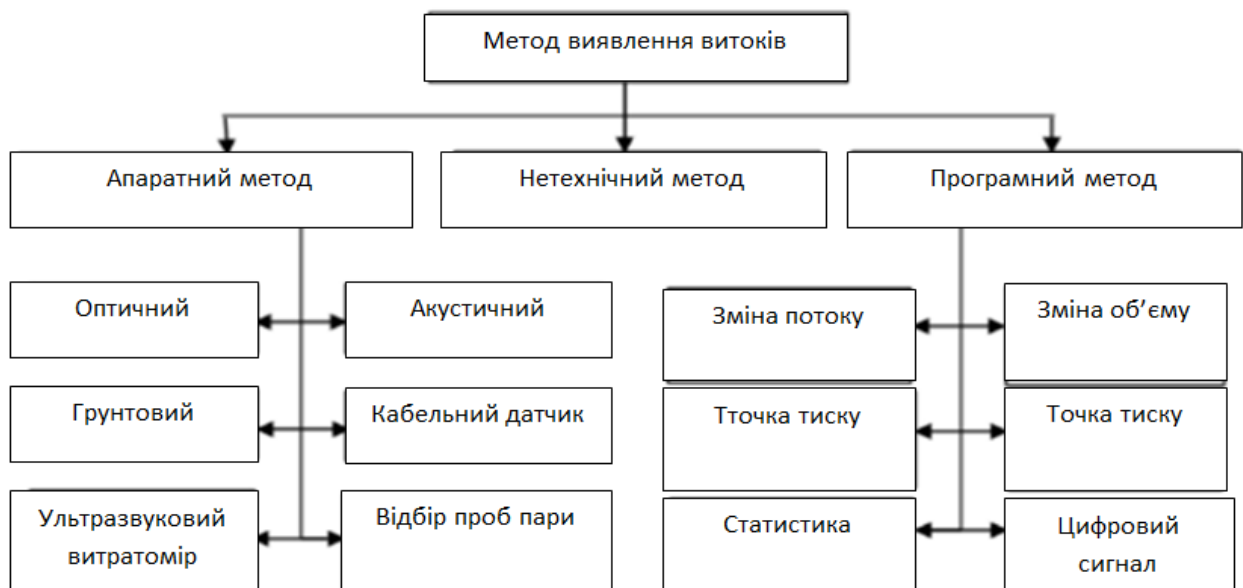


Рис.1 Метод виявлення витоків газу на основі технічної природи

Отже, хоча існуючі системи газової безпеки є важливою лінією захисту від небезпек, пов'язаних з газом, вони стикаються з такими проблемами, як запізніле виявлення, залежність від технічного обслуговування, обмежене покриття та відсутність інтеграції з іншими домашніми системами. Ці проблеми підкреслюють необхідність інноваційного підходу, який не лише підвищить ефективність заходів газової безпеки, але й відповідатиме сучасному попиту на енергоефективність.

2.2. Обмеження та недоліки традиційних заходів газової безпеки

Традиційні заходи газової безпеки, хоча і мають фундаментальне значення для забезпечення базової безпеки в житлових приміщеннях, все частіше визнаються як такі, що мають свої обмеження та недоліки. Ці проблеми не лише ставлять під сумнів ефективність систем газової безпеки, але й підкреслюють необхідність у більш сучасних, комплексних рішеннях.

1. Затримка виявлення та реагування: Основним недоліком багатьох традиційних газових детекторів є їхній повільний час реагування при виявленні витоків газу. Ця затримка може бути критичною, оскільки витік газу може швидко збільшуватися, що призводить до потенційно небезпечних ситуацій. Часовий лаг

між початком витoku та його виявленням може стати різницею між безпечним вирішенням проблеми та катастрофою.

2. Обмежена чутливість та специфічність: Традиційні датчики часто мають обмежену чутливість, що може призвести до того, що вони не зможуть виявити витoku низького рівня. Крім того, їхня недостатня специфічність може призвести до хибних тривог, спричинених небезпечними речовинами або факторами навколишнього середовища, що може знизити довіру до надійності системи.

3. Залежність від дій людини: Більшість традиційних систем вимагають втручання людини після виявлення витoku, будь то евакуація з приміщення або ручне перекриття подачі газу. Ця залежність є суттєвим недоліком, особливо в ситуаціях, коли мешканці можуть спати, бути відсутніми або не в змозі швидко відреагувати.

4. Відсутність інтегрованих функцій безпеки: Традиційні системи газової безпеки зазвичай працюють ізольовано і не інтегруються з іншими системами домашньої безпеки або автоматизації. Така відсутність інтеграції може призвести до втрачених можливостей для скоординованого реагування на витoku газу або інші пов'язані з ними небезпеки.

5. Проблеми технічного обслуговування та експлуатації: Регулярне технічне обслуговування, таке як заміна батарейок та калібрування датчиків, має вирішальне значення для належного функціонування традиційних систем газової безпеки. Однак власники будинків часто нехтують технічним обслуговуванням або проводять його неналежним чином, що призводить до виходу системи з ладу або зниження її ефективності.

6. Енергетична неефективність: Традиційні системи газової безпеки, як правило, не розробляються з урахуванням енергоефективності. Як наслідок, вони можуть споживати більше енергії, ніж потрібно, що призводить до збільшення витрат на електроенергію та більшого вуглецевого сліду.

7. Обмежена зона дії та проблеми розміщення: Ефективність традиційних газових датчиків також залежить від їхнього розміщення в житловому приміщенні.

Неадекватне розміщення може призвести до того, що деякі ділянки будинку будуть погано контролюватися, збільшуючи ризик невиявленого накопичення газу.

8. Обмеження щодо вартості та доступності: Встановлення та постійне обслуговування традиційних систем газової безпеки може бути надто дорогим, особливо для більш досконалих моделей. Цей фінансовий бар'єр може призвести до нерівного доступу до основних заходів безпеки для різних соціально-економічних груп.

9. Вразливість до зовнішніх факторів: Традиційні системи можуть бути чутливими до зовнішніх факторів, таких як перебої в електропостачанні, екстремальні температури та вологість, які можуть впливати на їхню продуктивність та надійність.

Таким чином, обмеження та недоліки традиційних заходів газової безпеки в житлових приміщеннях підкреслюють нагальну потребу в новому поколінні рішень для забезпечення газової безпеки. Ці рішення повинні бути не лише більш чутливими, надійними та оперативними, але й легко інтегруватися з сучасними системами домашньої автоматизації та відповідати зростаючій увазі до енергоефективності.

2.3. Необхідність більш ефективного та автоматизованого підходу

У контексті сучасних вимог до газової безпеки в житлових приміщеннях, ключовим аспектом є розвиток більш ефективних і автоматизованих систем. Це обумовлено постійними змінами в екологічних, енергетичних та технологічних стандартах. Ефективність у цьому контексті вимірюється не лише зниженням витрат на енергію та ресурси, але й здатністю системи швидко реагувати на потенційні загрози, забезпечуючи високий рівень безпеки для мешканців.

З підвищенням цін на енергоресурси та акцентом на збереженні довкілля, енергоефективність стає важливим критерієм для систем газової безпеки. Енергоефективні системи дозволяють не тільки знижувати витрати, але й сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Автоматизація вносить значний вклад у безпеку систем. Автоматизовані системи забезпечують швидке виявлення та реагування на витoki газу або інші небезпечні ситуації. Додатково, з можливістю дистанційного моніторингу та керування, вони дозволяють користувачам контролювати стан системи навіть на відстані. Це не тільки підвищує безпеку, але й надає додатковий комфорт та контроль. Інтеграція з іншими домашніми системами, такими як системи опалення та вентиляції, додатково покращує ефективність та безпеку.

Враховуючи ці аспекти, сучасний підхід до систем газової безпеки має відповідати новим вимогам безпеки, енергоефективності та технологічної інтегрованості. Такий підхід не тільки забезпечує кращий захист для мешканців, але й сприяє збереженню природних ресурсів та захисту довкілля.

РОЗДІЛ 3 КОМПОНЕНТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОВОЇ БЕЗПЕКИ

3.1. Сенсорні технології

У сфері енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки сенсорні технології відіграють ключову роль. Ці передові компоненти є невід'ємною частиною швидкого і точного виявлення витоків газу, що забезпечує безпеку і благополуччя мешканців житлових приміщень.



Рис. 2 Структурна схема системи виявлення витоків газу

3.1.1. Удосконалені датчики виявлення газу

Основою енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки для житлових приміщень є її здатність точно і швидко виявляти витoki небезпечного газу. Вдосконалені датчики виявлення газу відіграють ключову роль у досягненні цієї мети. Ці датчики призначені для розпізнавання різних типів газів, таких як природний газ, пропан і чадний газ, які зазвичай використовуються в житлових приміщеннях.

Детектор газу - чутливий елемент або вимірювальний перетворювач, що використовується для визначення якісного та/або кількісного складу газової суміші.

Датчики газу є частиною датчиків або систем вимірювання та контролю, які також мають системи перетворення та відображення сигналів. Основною функцією газового датчика є перетворення концентрації аналіту в електричний або будь-який інший сигнал, що дозволяє реєструвати та візуалізувати цей сигнал. Найпоширенішими є напівпровідникові, електрохімічні та оптичні (інфрачервоні) датчики. У датчиків перших двох типів адсорбція компонента суміші призводить до зміни електричних властивостей датчика; у третьому випадку реєструють зміну оптичної густини аналізованої газової суміші на певній довжині хвилі.

Найважливішими характеристиками газових датчиків є селективність для окремого компонента, межі концентрації визначення компонента та час відгуку (реакція датчика на зміни концентрації компонента).

Газові датчики поділяються на такі категорії:

1. Електрохімічні датчики: Ці датчики виявляють гази за допомогою хімічної реакції, яка генерує електричний струм. Датчик містить електроліт і електроди. Коли цільовий газ дифундує в датчик, він проходить хімічну реакцію на поверхні електрода, генеруючи струм, пропорційний концентрації газу. Електрохімічні сенсори широко використовуються для виявлення токсичних газів, таких як чадний газ. Нижче наведено його зовнішній вигляд.



Рис.3 Електрохімічний датчик виявлення газу MQ-5

2. Напівпровідникові сенсори (або металооксидні напівпровідникові сенсори): Ці датчики працюють на основі зміни опору шару оксиду металу під впливом певних газів. У присутності газу, що виявляється, провідність оксиду металу змінюється, що змінює опір у датчику. Ця зміна опору вимірюється і відповідає концентрації газу. Напівпровідникові датчики зазвичай використовуються для виявлення горючих газів.

3. Інфрачервоні (ІЧ) датчики: ІЧ-датчики працюють за принципом, що певні гази поглинають інфрачервоне світло з певною довжиною хвилі. Датчик випромінює інфрачервоне світло через газ, а детектор на іншій стороні вимірює кількість світла, що проходить через нього. Якщо цільовий газ присутній, він поглинає частину інфрачервоного світла, що призводить до зменшення інтенсивності виявленого світла. Зменшення інтенсивності світла пропорційне концентрації газу. Ці датчики часто використовуються для вуглеводневих газів. Нижче наведено приклад такого датчику.

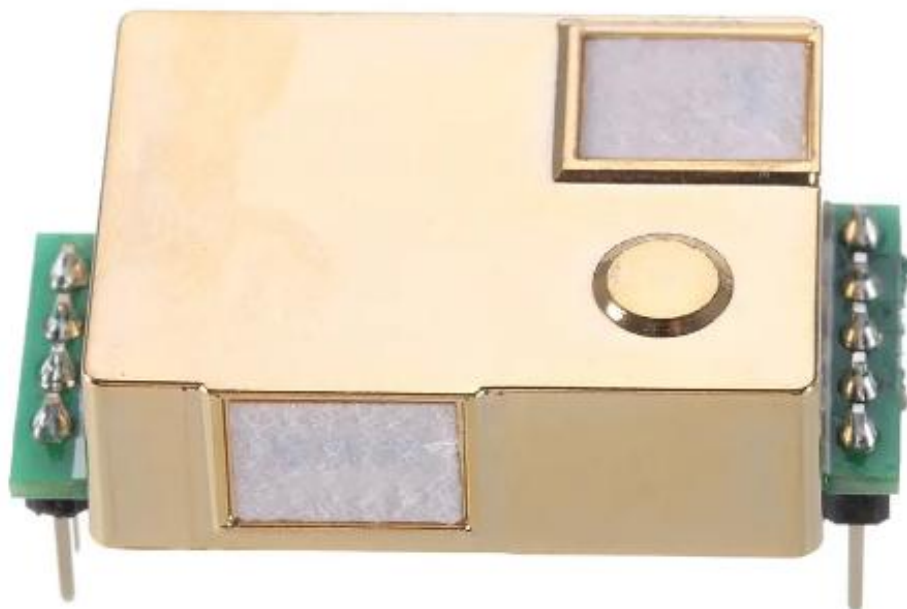


Рис. 4 Інфрачервоний датчик виявлення газу MH-Z19B

4. Датчики каталітичного згорання: Ці датчики, також відомі як пелістори, виявляють горючі гази і працюють за принципом каталітичного згорання. Датчик складається з пелістора - котушки, покритої каталізатором, яка нагрівається при контакті з горючим газом і згорає. Зміна температури викликає зміну опору, який вимірюється для визначення концентрації газу. Нижче наведено його приклад.



Рис. 5 Датчик каталітичного спалювання для виявлення газів MS106B

5. Фотоіонізаційні детектори (PID): PID використовують ультрафіолетове (УФ) світло для іонізації молекул газу. Коли газ піддається впливу високоенергетичного УФ-світла, він поглинає фотони і іонізується. Потім іони збираються і вимірюються як електричний струм. Струм пропорційний концентрації газу. PID використовуються для виявлення летких органічних сполук (ЛОС).



Рис. 6 Фотоіонізаційний датчик газу (PID)

Кожен тип газового датчика має свої переваги і підходить для виявлення певних типів газів. Вибір датчика залежить від таких факторів, як тип газу, який потрібно виявити, необхідна чутливість, умови навколишнього середовища і конкретні вимоги застосування.

Сфера застосування: забезпечення безпечної експлуатації газових котлів, газових обігрівачів та іншого газоспоживаючого обладнання в котельнях, газоперекачувальних станціях, виробничих і житлових будинках, багатоквартирних будинках, котеджах, квартирах та інших об'єктах, де встановлено газоспоживаюче обладнання.

3.1.2. Інтеграція з пристроями IoT

Інтеграція сенсорних технологій з пристроями Інтернету речей (IoT) є ключовим аспектом сучасних енергоефективних автоматизованих систем газової безпеки. Така інтеграція являє собою стрибок уперед в управлінні та моніторингу газової безпеки в житлових приміщеннях, пропонуючи розширені можливості для безпеки, зручності та енергоменеджменту.

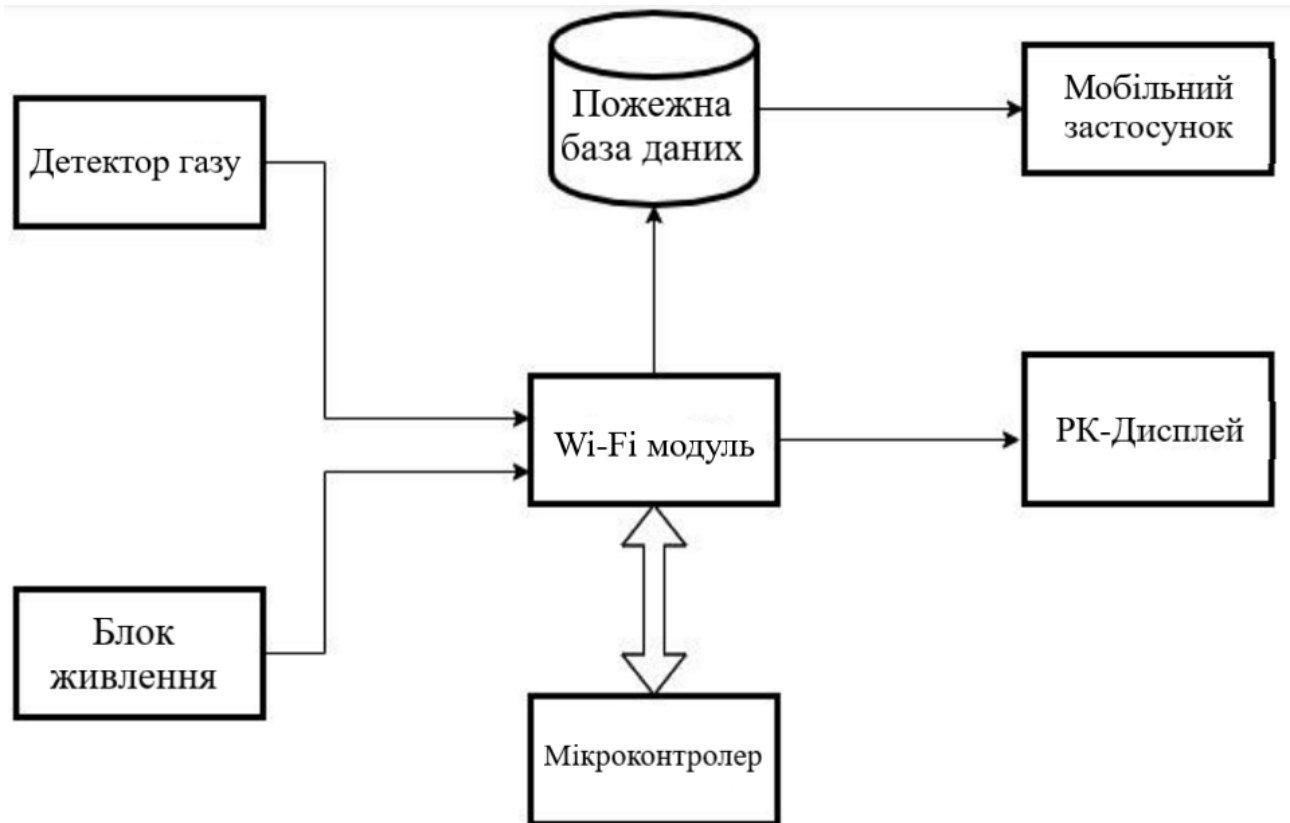


Рис. 7 Структурна схема системи моніторингу витоків газу з використанням ІоТ

- Дистанційний моніторинг та оповіщення: Однією з найважливіших переваг інтеграції газових датчиків з пристроями Інтернету речей є можливість дистанційного моніторингу рівня газу. Домовласники можуть отримувати сповіщення в режимі реального часу на свої смартфони або інші підключені пристрої, якщо датчики виявляють аномальний рівень газу. Ця функція має вирішальне значення для негайного інформування та реагування, особливо коли мешканці перебувають поза домом.
- Автоматизовані протоколи безпеки: Інтеграція Інтернету речей дозволяє розробляти автоматизовані протоколи безпеки. Наприклад, у разі виявлення газу система може автоматично ініціювати заходи безпеки, такі як перекриття подачі газу, активація систем вентиляції або навіть оповіщення аварійних служб, залежно від серйозності ситуації.

- **Збір та аналіз даних:** Датчики газу з підтримкою Інтернету речей можуть збирати та передавати дані про рівень газу, стан датчика та умови навколишнього середовища. Ці дані можна аналізувати для виявлення тенденцій, прогнозування потенційних ризиків та оптимізації роботи системи газової безпеки. Наприклад, алгоритми машинного навчання можуть використовувати ці дані для підвищення точності виявлення витоків і зменшення кількості хибних тривог з часом.
- **Енергоменеджмент:** Інтеграція датчиків газової безпеки з пристроями Інтернету речей сприяє підвищенню енергоефективності всієї системи. Відстежуючи та аналізуючи схеми використання газу та умови навколишнього середовища, система може оптимізувати споживання газу, зменшуючи відходи та витрати на електроенергію. Крім того, систему можна запрограмувати на роботу в енергозберігаючому режимі, коли потрібен нижчий рівень моніторингу, наприклад, у періоди низької заповнюваності.
- **Зручний інтерфейс і керування:** Інтеграція з Інтернетом речей зазвичай супроводжується зручними додатками, які дозволяють власникам будинків легко взаємодіяти з системою газової безпеки. Користувачі можуть перевіряти стан датчиків, налаштовувати параметри сповіщень і навіть проводити віддалене тестування системи, щоб переконатися в її функціональності.
- **Сумісність та інтеграція з іншими системами розумного будинку:** Ці датчики газу, підключені до Інтернету речей, можна інтегрувати в більш широкі системи розумного будинку, створюючи цілісне та інтелектуальне домашнє середовище. Ця інтеграція дозволяє координувати дії з іншими розумними пристроями, підвищуючи загальну безпеку та автоматизацію будинку.

По суті, інтеграція сенсорних технологій з пристроями Інтернету речей в енергоефективній автоматизованій системі газової безпеки значно розширює її можливості для забезпечення моніторингу в режимі реального часу, автоматизованого реагування, аналізу на основі даних і зручної взаємодії з користувачем. Така інтеграція не лише підвищує рівень газової безпеки в житловому секторі, а й відповідає сучасним тенденціям розвитку технологій

"розумного дому" та енергоефективності. У наступних розділах ми детальніше розглянемо переваги та практичне застосування цих інтегрованих систем для забезпечення газової безпеки в житлових приміщеннях.

3.2. Розумні клапани та запірні механізми

В енергоефективній автоматизованій системі газової безпеки інтелектуальні клапани та запірні механізми відіграють вирішальну роль у підвищенні безпеки та експлуатаційної ефективності. Ці компоненти мають важливе значення для забезпечення проактивної та оперативної системи безпеки в житлових приміщеннях.

3.2.1. Принцип роботи розумних клапанів та запірних механізмів

Газові запірні клапани є критично важливими компонентами безпеки в житлових і комерційних газових системах, призначеними для запобігання витoku газу в разі виникнення витoku або інших небезпечних ситуацій. Принцип дії цих клапанів полягає у виявленні небезпечного рівня газу та подальшому автоматичному припиненні потоку газу для зменшення потенційних ризиків.

Виявлення та активація

Виявлення газу: Робота газового запірного клапана зазвичай починається з виявлення газу датчиками. Ці датчики призначені для виявлення певних концентрацій газу в повітрі. Коли ці концентрації перевищують попередньо визначені рівні безпеки, датчики активують механізм відсікання.

Передача сигналу: Після виявлення газу датчики надсилають електронний або механічний сигнал на запірний клапан. Цей сигнал є важливою частиною системи, забезпечуючи негайну і точну реакцію на потенційні витoki газу.

Механізм запірного клапана

Закриття клапана: В основі роботи запірного клапана лежить механізм припинення потоку газу. Після отримання сигналу від датчиків клапан автоматично закривається. Зазвичай це досягається за допомогою підпружиненого механізму або електромеханічної системи, яка переводить клапан у закрите положення, ефективно перекриваючи потік газу.

Відмовостійка конструкція: Ці клапани, як правило, сконструйовані за принципом відмовостійкості. У разі втрати живлення або збою в системі клапан за замовчуванням переходить у закритий або безпечний стан, забезпечуючи зупинку потоку газу.

Скидання налаштувань та керування

Ручне скидання: Після активації більшість газових запірних клапанів потребують ручного скидання. Це функція безпеки, яка гарантує, що причина витоку газу буде досліджена та усунена до відновлення газопостачання.

Дистанційне керування та інтеграція: У більш досконалих системах газові запірні клапани можуть бути інтегровані з системами домашньої автоматизації, що дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг та керування. Така інтеграція може включати можливість дистанційного скидання, хоча протоколи безпеки зазвичай рекомендують проводити фізичний огляд перед скиданням системи.

Випробування та технічне обслуговування

Регулярні випробування: Для забезпечення надійності газові запірні клапани слід регулярно випробовувати в рамках планового технічного обслуговування. Таке тестування гарантує, що клапани залишатимуться чутливими та функціональними.

Вимоги до технічного обслуговування: Клапани можуть потребувати періодичного технічного обслуговування для підтримання їхніх механізмів у належному робочому стані, особливо в умовах, де вони можуть піддаватися впливу пилу, сміття або інших факторів, які можуть погіршити їхню функціональність.

Отже, газові запірні клапани працюють за принципом виявлення надмірного рівня газу і негайного реагування на нього шляхом перекриття подачі газу. Їх конструкція ставить на перше місце безпеку, забезпечуючи швидку реакцію на потенційну небезпеку і вимагаючи ручної перевірки та перезавантаження після активації. Інтеграція цих клапанів у більш комплексні системи домашньої безпеки та автоматизації ще більше підвищує їхню ефективність і зручність.

3.2.2. Автоматизація для швидкого реагування

Включення інтелектуальних клапанів і запірних механізмів в енергоефективну автоматизовану систему газової безпеки має вирішальне значення для забезпечення швидкого та ефективного реагування на потенційні витоки газу. Ці автоматизовані компоненти мають вирішальне значення для зменшення ризиків і підвищення безпеки в житлових приміщеннях.

Інтелектуальні клапани в системі призначені для автоматичного перекриття подачі газу одразу після виявлення витоку. Така швидка реакція має важливе значення для запобігання небезпечним ситуаціям, таким як накопичення газу, що може призвести до пожежі або вибуху. Негайність і надійність цієї автоматизованої дії забезпечують значну перевагу в безпеці порівняно з традиційними системами, які вимагають ручного втручання.

Зменшена залежність від людського втручання є визначною особливістю цих автоматизованих систем. Вони особливо корисні в ситуаціях, коли мешканці можуть не відразу помітити витік газу, наприклад, вночі або коли в будинку нікого немає. Забезпечуючи автоматичне виконання відповідних заходів безпеки у відповідь на виявлений витік, ці системи забезпечують постійний і надійний захист від потенційних небезпек, пов'язаних з газом.

Крім того, ці інтелектуальні клапани та запірні механізми бездоганно інтегровані з датчиками виявлення газу. Така інтеграція гарантує, що дії клапанів точно координуються з показаннями датчиків, що призводить до ефективного та дієвого реагування на будь-які виявлені витоки газу.

Загалом, інтеграція автоматизованих клапанів і запірних механізмів у систему газової безпеки є значним кроком вперед у забезпеченні газової безпеки в житловому секторі. Це відповідає сучасному попиту на підвищену безпеку, ефективність та зменшення ручного контролю в рішеннях з безпеки житла. Цей автоматизований підхід має вирішальне значення для забезпечення мешканців безпечною, надійною та ефективною системою управління потенційними небезпеками, пов'язаними з газом.

3.2.3. Дистанційне керування та можливості моніторингу

Включення можливостей дистанційного керування та моніторингу в "розумні" клапани та запірні механізми знаменує собою значну еволюцію в енергоефективних автоматизованих системах газової безпеки для житлових приміщень. Ця технологія покращує не лише функціональність, але й зручність управління газовою безпекою, пропонуючи поєднання адаптивності, доступності та ефективності.

Функції дистанційного керування цих розумних клапанів пропонують домовласникам зручність управління газопостачанням з будь-якого місця. Вони можуть вручну контролювати потік газу, перекриваючи або відновлюючи його за потреби, що особливо корисно, коли вони перебувають далеко від дому. Окрім ручного керування, система також здатна до автоматичного реагування на основі даних з датчиків або заздалегідь заданих сценаріїв, наприклад, автоматичне перекриття подачі газу у відповідь на виявлений витік.

Що стосується можливостей моніторингу, то система забезпечує оновлення статусу в режимі реального часу та безперервний моніторинг системи газової безпеки. Домовласники можуть отримувати миттєві попередження та сповіщення на свої пристрої, які постійно інформують їх про стан газопостачання та попереджають про будь-які потенційні ризики безпеки або експлуатаційні проблеми. Вдосконалені системи також пропонують аналітичні дані та звіти, які дають уявлення про структуру споживання газу та продуктивність системи, що може мати вирішальне значення для підвищення безпеки та ефективності.

Крім того, інтеграція цих розумних клапанів з більш широкими системами домашньої автоматизації дозволяє забезпечити більш синхронізовану роботу з іншими системами безпеки та комунальними функціями, створюючи згуртоване та інтелектуальне домашнє середовище.

Загалом, можливості дистанційного керування та моніторингу, вбудовані в розумні клапани та запірні механізми в системах газової безпеки, значно підвищують безпеку та зручність. Вони дають можливість власникам будинків безпосередньо та усвідомлено контролювати свою газову безпеку, що відповідає

сучасним тенденціям у технологіях "розумного дому" та проактивному управлінні безпекою. Такий підхід гарантує підвищений душевний спокій і дозволяє мешканцям відігравати більш активну роль у забезпеченні безпеки в їхньому домі.

3.3. Аналітика даних та машинне навчання

3.3.1. Прогностичний аналіз потенційних витоків газу

У сфері енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки інтеграція технологій аналізу даних і машинного навчання відіграє ключову роль, особливо у прогностичному аналізі потенційних витоків газу. Цей передовий компонент системи значно підвищує її ефективність та надійність.

Прогностичний аналіз системи в першу чергу спрямований на виявлення потенційних сценаріїв витоку газу до того, як вони стануть значним ризиком. Це досягається завдяки складному аналізу даних, зібраних з різних датчиків і пристроїв моніторингу в системі. Безперервно збираючи та аналізуючи дані про рівень газу, умови навколишнього середовища та продуктивність системи, система може виявляти тонкі закономірності та аномалії, які можуть вказувати на ранні стадії витоку газу.

Для обробки цього величезного обсягу даних використовуються алгоритми машинного навчання. Ці алгоритми розроблені таким чином, щоб вчитися на минулих інцидентах і показаннях датчиків, покращуючи свою здатність прогнозувати потенційні витoki з часом. Що більше даних обробляє система, то точнішими стають її прогнози. Цей процес навчання дозволяє системі відрізнити звичайні коливання рівня газу від тих, що сигналізують про потенційний витік.

Ще одним важливим аспектом предиктивного аналізу є здатність системи адаптуватися до унікальних умов кожного житлового приміщення. Вона враховує такі фактори, як звичайний режим використання газу, типові умови навколишнього середовища і навіть специфічні характеристики використовуваних газових приладів. Таке налаштування гарантує, що прогнози системи є максимально точними та актуальними для кожного окремого будинку.

Прогностичний аналіз у системах газової безпеки не лише підвищує безпеку мешканців, забезпечуючи раннє попередження про потенційні витіки, але й сприяє підвищенню загальної ефективності системи. Точно прогнозуючи витіки, система може запобігти хибним тривогам і непотрібному реагуванню, яке може бути руйнівним і дорогим. Крім того, ця здатність прогнозування може бути корисною для профілактичного обслуговування, визначаючи частини системи, які можуть потребувати уваги до того, як вони вийдуть з ладу.

Загалом, використання аналізу даних і машинного навчання для прогнозного аналізу знаменує собою значний технологічний прогрес у системах газової безпеки. Такий підхід перетворює систему з реактивного на проактивний інструмент, пропонуючи мешканцям підвищений рівень безпеки та спокою.

3.3.2. Постійне вдосконалення за допомогою алгоритмів навчання

Важливим аспектом енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки є її здатність до безперервного вдосконалення, що в першу чергу зумовлено інтеграцією алгоритмів навчання. Ці алгоритми відіграють центральну роль у підвищенні ефективності та результативності системи з плином часу, адаптуючись до нових даних і мінливих умов.

Алгоритми навчання в системі газової безпеки відіграють динамічну та багатогранну роль:

Підвищення точності виявлення: Постійно аналізуючи дані, зібрані з газових датчиків і вхідних даних навколишнього середовища, алгоритми навчання покращують здатність системи виявляти фактичні витіки газу, мінімізуючи при цьому помилкові спрацьовування. З часом система стає більш вправною у розрізненні звичайних моделей використання газу та потенційних сценаріїв витоків.

Адаптивні стратегії реагування: Алгоритми навчання також вдосконалюють реакцію системи на виявлені витіки газу. Це означає, що система може вчитися на попередніх інцидентах і оптимізувати свої протоколи реагування, наприклад, час перекриття клапанів або активації вентиляційних систем, забезпечуючи більш ефективні та результативні дії в майбутніх сценаріях.

Можливості прогнозування технічного обслуговування: Важливою особливістю цих алгоритмів є їхня здатність прогнозувати потреби в технічному обслуговуванні. Відстежуючи продуктивність і стан різних компонентів системи газової безпеки, алгоритми можуть виявляти ознаки зносу або потенційного виходу з ладу, що дозволяє проводити проактивне технічне обслуговування і знижує ймовірність несподіваних поломок системи.

Інтеграція та оптимізація системи: Оскільки алгоритми навчання обробляють більше даних, вони також покращують здатність системи інтегруватися з іншими технологіями домашньої автоматизації. Це призводить до створення більш згуртованої та інтелектуальної мережі безпеки в будинку, де система газової безпеки може взаємодіяти та координувати роботу з іншими пристроями для створення більш безпечного та ефективного домашнього середовища.

Користувацький досвід і налаштування: Постійне вдосконалення поширюється і на взаємодію з користувачем. Алгоритми навчання адаптуються до поведінки та вподобань користувачів, налаштовуючи сповіщення та елементи керування системою відповідно до конкретних потреб та очікувань мешканців, тим самим покращуючи загальний досвід користувача.

Таким чином, впровадження алгоритмів навчання в систему газової безпеки є значним кроком вперед у технології забезпечення газової безпеки в житловому секторі. Ці алгоритми дозволяють системі не лише точніше реагувати на потенційні небезпеки, але й постійно розвиватися та адаптуватися, підвищуючи безпеку, ефективність та зручність користування. Ця динамічна здатність позиціонує систему як проактивне та інтелектуальне рішення, що відповідає сучасним очікуванням від технологій "розумного дому".

РОЗДІЛ 4 ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ

4.1. Підвищення безпеки для мешканців

Впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях значно підвищує безпеку мешканців. Це досягається завдяки передовим технологіям, безперервному моніторингу та автоматизованим механізмам реагування.

Раннє виявлення витоків газу є критично важливою особливістю цих систем. Удосконалені датчики пильно стежать за навколишнім середовищем на наявність ознак газів, таких як природний газ або чадний газ, які часто невидимі і не мають запаху. Своєчасне виявлення цих газів є ключем до запобігання небезпечних ситуацій, таких як вибухи або загроза здоров'ю через тривалий вплив.

Ще одним важливим аспектом є автоматичний механізм відключення. При виявленні витoku газу система може автономно ініціювати протоколи безпеки, в тому числі перекрити подачу газу в будинок. Ця негайна дія має вирішальне значення для запобігання потенційній небезпеці та значно знижує ризик нещасних випадків, пов'язаних з витокom газу.

Варто також відзначити здатність системи сповіщати мешканців та аварійні служби. Вона забезпечує оперативне інформування мешканців про будь-який витік газу за допомогою сигналізації або мобільних повідомлень, що дозволяє негайно евакуювати людей у разі необхідності. Деякі системи навіть оснащені функцією автоматичного сповіщення аварійних служб, що сприяє швидшому реагуванню в критичних ситуаціях.

Особливо важливим є зниження ризиків отруєння чадним газом. Чадний газ - це небезпечний газ без запаху і кольору, який призводить до серйозних проблем зі здоров'ям або летального результату, якщо вдихати його в значних кількостях. Системи, оснащені датчиками чадного газу, мають важливе значення для

запобігання отруєнню, попереджаючи мешканців про його присутність на небезпечних рівнях.

Безперервний моніторинг та оповіщення про необхідність технічного обслуговування є додатковою перевагою. Ці системи контролюють загальний стан газової інфраструктури в будинку, надаючи попередження про потенційні проблеми, такі як несправність приладів або зношеність труб, таким чином запобігаючи витокам до того, як вони відбудуться.

Спокій, який дарують ці системи, є безцінним. Мешканці можуть бути впевнені, що їхня оселя перебуває під постійним наглядом і що їх негайно сповістять у разі будь-якої небезпеки, пов'язаної з газом. Це особливо корисно для будинків, де є люди похилого віку, діти або люди з обмеженими можливостями, які можуть бути не в змозі виявити витік газу або ефективно відреагувати на нього. Система забезпечує їхню безпеку, вживаючи необхідних заходів автономно.

Таким чином, впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях значно підвищує безпеку мешканців. Завдяки можливості раннього виявлення, автоматизованого реагування та постійного моніторингу такі системи ефективно знижують ризики, пов'язані з витокami газу, забезпечуючи більш безпечне та надійне середовище проживання.

4.2. Зменшення споживання енергоресурсів

Впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях призводить до значного скорочення споживання енергії, що є важливим аспектом у сучасному світі, де підвищується екологічна свідомість та зростають витрати на енергоносії.

Основний внесок цих систем в економію енергії полягає в точному моніторингу та контролі використання газу. Сучасні датчики та механізми контролю здатні виявити навіть найменші витoki або неефективність у газопостачанні та газових приладах. Оперативно вирішуючи ці проблеми, система запобігає марному витрачання газу, що призводить до більш ефективного використання енергії.

Крім того, автоматизація цих систем оптимізує використання газу на основі даних у реальному часі та моделей використання. Наприклад, вона може регулювати подачу газу до систем опалення відповідно до фактичних потреб, уникаючи зайвого споживання. Таке розумне управління ресурсами не лише економить енергію, а й зменшує загальні витрати мешканців на комунальні послуги.

Іншим важливим фактором є здатність системи підтримувати та контролювати стан газової інфраструктури. Регулярна діагностика та оповіщення про потенційні проблеми дозволяють вчасно проводити технічне обслуговування та ремонт. Такий проактивний підхід не лише запобігає витокам газу, але й гарантує, що газові прилади та інфраструктура працюють з максимальною ефективністю, що додатково сприяє енергозбереженню.

Крім того, багато з цих систем розроблені з урахуванням енергозбереження. Вони використовують малопотужні режими роботи та енергоефективні компоненти, гарантуючи, що сама система не стає значним споживачем енергії.

Вплив такої економії енергії на навколишнє середовище також заслуговує на увагу. Зменшуючи споживання газу, ці системи опосередковано зменшують вуглецевий слід домогосподарства. Це особливо важливо в контексті глобальних зусиль по боротьбі зі зміною клімату та популяризації сталих життєвих практик.

По суті, скорочення споживання енергії є ключовою перевагою впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях. Це не тільки відповідає зростаючій потребі в енергозбереженні, але й забезпечує фінансову вигоду завдяки зниженню комунальних платежів, а також сприяє створенню більш стійкого та екологічно безпечного середовища проживання.

4.3. Мінімізація хибних тривог і збоїв у роботі системи

Впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях дає суттєву перевагу з точки зору мінімізації помилкових спрацьовувань та збоїв системи. Таке вдосконалення не лише підвищує надійність та ефективність системи, але й сприяє загальній безпеці та спокою мешканців.

Одним з ключових факторів зменшення кількості хибних тривог є передові технології, що використовуються в датчиках. Ці датчики мають високу специфічність і чутливість до концентрації газу, розрізняючи фактичні витоки газу та доброякісні коливання в навколишньому середовищі. Така точність допомагає уникнути непотрібної паніки або невиправданого реагування на надзвичайні ситуації, які зазвичай спричиняють менш досконалі системи.

Інтеграція інтелектуальних алгоритмів і методів машинного навчання ще більше допомагає мінімізувати помилкові тривоги. Ці системи можуть навчатися на основі історичних даних і умов навколишнього середовища, тим самим вдосконалюючи свої можливості виявлення з часом. Такі інтелектуальні системи вміють розрізняти нормальний і аномальний рівень газу, зменшуючи ймовірність хибних тривог.

Іншим аспектом є надійна конструкція та якість компонентів, що використовуються в цих системах. Високоякісні матеріали та конструкція гарантують, що система менш схильна до несправностей або поломок. Регулярне оновлення програмного забезпечення та технічне обслуговування також відіграють важливу роль у забезпеченні безперебійної та надійної роботи системи.

Резервування системи - це додаткова функція, яка допомагає мінімізувати збої. Завдяки використанню декількох датчиків і резервних систем ризик повного виходу системи з ладу значно знижується. Навіть якщо одна частина системи зіткнеться з проблемою, інші компоненти можуть продовжувати функціонувати і забезпечувати необхідні заходи безпеки.

Крім того, ці системи часто включають в себе можливості самодіагностики, що дозволяє їм виявляти і попереджати про будь-які несправності або потреби в технічному обслуговуванні. Такий проактивний підхід гарантує, що будь-які потенційні проблеми будуть вирішені до того, як вони призведуть до виходу системи з ладу.

Мінімізація помилкових тривог і відмов системи - це не лише питання зручності, а й безпеки. Хибні тривоги можуть призвести до самозаспокоєння

мешканців, знижуючи їхню реакцію на реальні надзвичайні ситуації. Аналогічно, системні збої в контексті газової безпеки можуть мати жахливі наслідки. Тому надійність і точність цих систем мають першорядне значення.

Таким чином, мінімізація помилкових спрацьовувань і відмов системи є значною перевагою впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях. Така надійність не лише забезпечує ефективність системи у виявленні та реагуванні на витoki газу, але й підтримує довіру мешканців до своєї інфраструктури безпеки.

4.4. Віддалений моніторинг і контроль для власників житла

Ключовою перевагою енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях є можливість дистанційного моніторингу та управління. Ця функція розширює переваги системи за межі простої безпеки та енергоефективності, додаючи рівень зручності та розширення можливостей для власників житла.

Дистанційний моніторинг дозволяє домовласникам пильно стежити за станом газової безпеки у своєму помешканні з будь-якого місця. За допомогою інтегрованих мобільних додатків або веб-інтерфейсів мешканці можуть отримувати в режимі реального часу дані про рівень газу, стан системи та будь-які сповіщення, пов'язані з потенційними витокami або несправностями. Такий постійний доступ до інформації забезпечує душевний спокій, особливо коли ви перебуваєте поза домом, оскільки гарантує, що будь-які проблеми, пов'язані з газом, можуть бути швидко виявлені та вирішені.

Можливість дистанційного керування системою ще більше посилює цю перевагу. Домовласники можуть вжити негайних заходів у відповідь на сповіщення, наприклад, дистанційно перекрити подачу газу або активувати вентиляційні системи. Така можливість швидкого реагування має вирішальне значення для запобігання потенційним небезпекам, особливо в ситуаціях, коли негайне фізичне втручання неможливе.

Крім того, віддалений доступ полегшує регулярні перевірки та обслуговування системи газової безпеки. Домовласники можуть регулярно оцінювати функціональність системи, переглядати журнали технічного обслуговування і навіть проводити дистанційну діагностику, щоб переконатися, що все працює оптимально. Така простота обслуговування не тільки підвищує довговічність і надійність системи, але й забезпечує безперервну безпеку.

У контексті "розумних будинків" значною перевагою є інтеграція систем газової безпеки з іншими системами домашньої автоматизації. Така інтеграція дозволяє застосовувати цілісний підхід до управління, коли різні аспекти безпеки та ефективності будинку, включаючи газову безпеку, можна контролювати за допомогою єдиного інтерфейсу. Такий зв'язок не тільки спрощує управління будинком, але й сприяє створенню більш інтелектуального та чутливого житлового середовища.

Крім того, функція дистанційного моніторингу та управління особливо корисна для орендодавців або менеджерів з управління нерухомістю, які керують кількома об'єктами нерухомості. Вона дозволяє їм забезпечувати безпеку та ефективність своїх газових систем у різних місцях, і все це - з єдиного центру управління.

Таким чином, дистанційний моніторинг і контроль є ключовою перевагою впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових приміщеннях. Це дає домовласникам відчуття контролю та впевненості, адже вони можуть контролювати та управляти газовою безпекою свого будинку з будь-якого місця та в будь-який час. Ця функція не лише підвищує безпеку та ефективність системи, але й відповідає сучасним тенденціям стилю життя, пов'язаним з підключенням до Інтернету та технологією "розумного будинку".

РОЗДІЛ 5 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

5.1. Огляд системи

Метою цього практичного дослідження є розробка енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки, спеціально призначеної для житлових приміщень. Ця система є інтегрованим рішенням, що поєднує в собі передові технології виявлення газу, автоматизовані механізми контролю та ефективну обробку даних, спрямовані на підвищення рівня безпеки домогосподарств з одночасною оптимізацією використання енергії.

Ключові компоненти системи

Система складається з декількох важливих компонентів, кожен з яких відіграє життєво важливу роль у її загальній функціональності:

- Датчики газу: Серцем системи є газові датчики, спеціально розроблені для виявлення різних типів газів, які часто зустрічаються в житлових приміщеннях, таких як природний газ, пропан і чадний газ. Ці датчики мають високу чутливість і здатні виявляти низькі концентрації газу, забезпечуючи раннє виявлення потенційних витоків.
- Мікроконтролер: Мікроконтролер є центральним процесором, який інтерпретує дані, отримані від газових датчиків. Він аналізує ці дані в режимі реального часу, щоб визначити наявність і концентрацію газів, і ініціює відповідні дії реагування на основі попередньо визначених порогових значень безпеки.
- Витяжний вентилятор і схема керування: У систему вбудовано автоматичний витяжний вентилятор, який активується, коли концентрація газу досягає небезпечного рівня. Цей механізм допомагає провітрювати приміщення для розсіювання газу, тим самим зменшуючи ризик його накопичення.
- Система сигналізації та світлодіодні індикатори: Система включає сигналізацію та світлодіодні індикатори для попередження мешканців про

витік газу. Ці візуальні та звукові сигнали мають вирішальне значення для негайної обізнаності та реагування, особливо в ситуаціях, коли мешканці можуть не виявити витік інакше.

- Комунікаційний модуль: Ключовою особливістю цієї системи є її здатність передавати сповіщення та стан системи. Цей модуль полегшує передачу даних і сповіщень мешканцям і, за необхідності, аварійним службам, забезпечуючи швидке реагування у разі витоку газу.

Операційний робочий процес

Робочий процес системи виглядає наступним чином:

- Газові датчики безперервно контролюють навколишнє середовище на наявність певних газів.
- При виявленні витоку газу датчики передають цю інформацію на мікроконтролер.
- Мікроконтролер обробляє ці дані і, якщо концентрація газу перевищує безпечний поріг, активує витяжний вентилятор і систему сигналізації.
- Одночасно модуль зв'язку надсилає сповіщення заздалегідь визначеним одержувачам, серед яких можуть бути мешканці, менеджери нерухомості або аварійні служби.

Інтеграція та енергоефективність

Ключовим аспектом системи є її інтеграція та енергоефективність. Компоненти розроблені таким чином, щоб працювати з мінімальним споживанням енергії без шкоди для їхньої функціональності. Це включає в себе режими роботи з низьким енергоспоживанням для датчиків та ефективну обробку даних мікроконтролером. Система також легко інтегрується з існуючими системами домашньої автоматизації, забезпечуючи безперебійну роботу та моніторинг у середовищі "розумного будинку".

Таким чином, енергоефективна автоматизована система газової безпеки для житлових приміщень є комплексним рішенням, призначеним для швидкого

виявлення витоків газу, автоматичного реагування та ефективного оповіщення про них, і все це з акцентом на енергоефективність. Цей огляд системи створює основу для детального вивчення її розробки, впровадження та тестування в наступних розділах цього дослідження.

5.2. Принципи вимірювання газу

У цьому розділі описано основні фізичні принципи вимірювання газу, включаючи різні перетворення, необхідні для перетворення фактичних вимірних об'ємів в енергію.

Енергетична цінність газу

Енергетичний вміст стандартного об'єму газу - його теплотворна здатність (CV) - зазвичай вимірюється в одиницях мегаджоулів (МДж) на стандартний кубічний метр (scm). Тут "стандартний" означає стандартні умови: 15 градусів за Цельсієм ($^{\circ}$ C) і d 101,325 кілопаскалів (КкПа). Н.В.Д. - це міра кількості теплоти, яка виділяється при згорянні стандартного кубічного метра газу.

Природний газ, що продається в Новій Зеландії, зазвичай має теплотворну здатність в діапазоні 39-41 МДж/куб.м.

Стандартизація дозованих кількостей

Газовий лічильник вимірює об'єм газу, що проходить через нього, за фактичних умов, тобто за переважаючих температури та тиску газу на лічильнику. Цей об'єм записується в одиницях фактичних кубічних метрів (акм). Однак для того, щоб підрахувати, скільки енергії містить вимірний об'єм, необхідно спочатку перевести вимірний об'єм (в акм) у стандартний об'єм (в см³). Це робиться за допомогою закону ідеального газу, можливо, з поправкою на висоту над рівнем моря і стисливість, як пояснюється нижче.

Ідеальний газовий закон

Об'єм газу збільшується з підвищенням температури (закон Чарльза) і зменшується з підвищенням тиску (закон Бойля). Цей взаємозв'язок описаний у "Законі ідеального газу":

$$P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2 \quad (1.1)$$

де P - абсолютний тиск газу; V - об'єм газу; і T - абсолютна температура газу. Наприклад, перший стан (1) може бути за фактичних умов вимірювання, а другий стан (2) - за стандартних умов. Потім формулу можна переставити, щоб отримати:

$$\begin{aligned} V_{\text{стандарт}} &= V_{\text{факт}} \times (P_{\text{факт}} / P_{\text{стандарт}}) \times (T_{\text{стандарт}} / T_{\text{факт}}) \\ &= F_{\text{Фактичний}} \times F_P \times F_T \end{aligned} \quad (1.2)$$

Коригування з урахуванням висоти над рівнем моря

Як зазначалося раніше, коефіцієнт "P" у рівнянні ідеального газу є "абсолютним" тиском, тобто виміряним відносно вакууму. Прилади для вимірювання тиску на місці зазвичай вимірюють манометричний тиск (тобто різницю між абсолютним тиском газу в трубопроводі та атмосферним тиском навколишнього середовища), тому для отримання абсолютного тиску необхідно додати атмосферний тиск до вимірювань манометричного тиску.

Зазвичай за атмосферний тиск приймають "стандартний" тиск 101,325 кПа. Тому необхідно переконатися, що абсолютний тиск, отриманий шляхом додавання атмосферного тиску до показань манометра, враховує вплив висоти над рівнем моря. Для того, щоб зробити це явним, поправка на висоту над рівнем моря вказується як окрема поправка, тобто, якщо F_P було обчислено шляхом додавання 101,325 кПа до манометричного тиску вводиться окремий коефіцієнт F_A для врахування висоти розташування лічильника.

Розрахунок кількості для виставлення рахунків

Застосування основних принципів вимірювання для розрахунку розрахункових величин чітко викладено і відтворено тут на Рисунку 8.

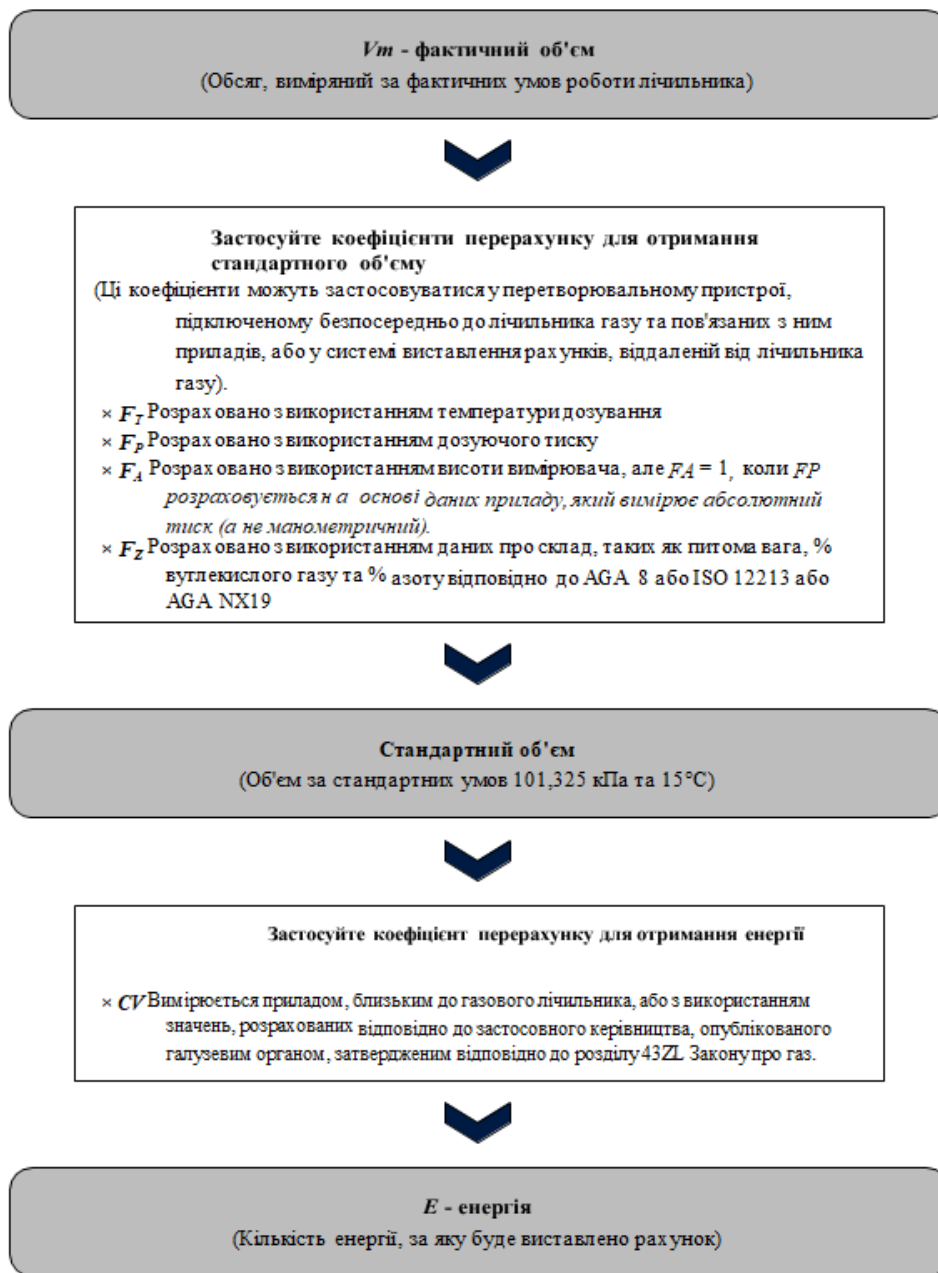


Рис. 8 - Процес перетворення енергії

Наведена вище діаграма ілюструє загальне рівняння перетворення об'єму в енергію:

$$E = V \times F_T \times F_P \times F_A \times F_Z \times C_V \quad , \text{ де:} \quad (1.3)$$

E - це енергія, яка підлягає оплаті;

V - фактичний обсяг поставленого газу;

F_T , F_P , F_A і F_Z -представляють поправку на температуру, тиск, висоту і стисливість;

CV - це теплотворна здатність газу.

Масовий підхід до вимірювання газу

Попередні розділи цього розділу стосуються розрахунків, необхідних для вимірювання витрати газу, коли лічильник вимірює об'єм газу, що протікає. Переважна більшість витратомірів газу вимірюють об'єм, але деякі технології - теплові лічильники та лічильники Коріоліса - дозволяють безпосередньо вимірювати масову витрату. Окрім властивостей, притаманних цим лічильникам (описаних у розділі 3.3), лічильники маси суттєво спрощують перерахунок в одиниці енергії.

Масу можна перевести в стандартний об'єм, якщо відома питома вага газу:

$$E = M / (SG \times \rho_{(\text{повітря})}) \times CV, \text{ де:} \quad (1.4)$$

E - це енергія, яка підлягає оплаті;

M - маса доставленого газу;

SG - це питома вага (або відносна густина) сухого газу до сухого повітря за стандартних умов;

$\rho_{(\text{повітря})}$ - густина сухого повітря за стандартних умов; та

CV - це теплота згоряння газу, що вимірюється в одиницях МДж/см³.

Або, якщо ККД вимірюється в одиницях МДж/кг, маса може бути перетворена в енергію за один крок:

$$E = M \times CVM, \quad (1.5)$$

де:

E - це енергія, яка підлягає оплаті;

M - маса доставленого газу; та

CVM - це масова теплота згоряння, що вимірюється в одиницях МДж/кг.

5.3. Методологія

Методологія розробки енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки передбачає низку систематичних кроків, від вибору та інтеграції

компонентів до моделювання та тестування системи. У цьому розділі описано методи та підходи, прийняті при проектуванні, впровадженні та оцінці системи.

Вибір та інтеграція компонентів

- Датчики газу: Вибір газових датчиків ґрунтується на їх чутливості, часі відгуку та специфічності до різних газів. Вибрані датчики здатні виявляти природний газ, пропан і чадний газ, які часто зустрічаються в житлових приміщеннях.
- Мікроконтролер: Мікроконтролер обрано за його обчислювальну потужність, сумісність з датчиками та здатність обробляти декілька входів і виходів. Він запрограмований на інтерпретацію даних датчиків та виконання команд керування.
- Витяжний вентилятор і система сигналізації: Витяжний вентилятор і система сигналізації обрані з урахуванням їх надійності та ефективності. Інтеграція цих компонентів з мікроконтролером гарантує, що вони активуються, коли рівень газу перевищує безпечні пороги.
- Модуль зв'язку: Модуль зв'язку призначений для передачі сигналів тривоги та інформації про стан системи. Цей модуль вибирається на основі його сумісності зі стандартними протоколами зв'язку та простоти інтеграції з домашніми мережами.

Аналого-цифрове перетворення (АЦП)

Газові датчики зазвичай генерують аналогові сигнали, що відповідають концентрації газів. Мікроконтролер використовує аналого-цифрове перетворення (АЦП) для перетворення цих аналогових сигналів в цифрові дані для обробки.

Універсальний синхронно-асинхронний приймач і передавач (USART)

USART використовується для зв'язку між мікроконтролером і зовнішніми пристроями, такими як комп'ютер або мобільний пристрій. Це дозволяє здійснювати реєстрацію даних, моніторинг системи та віддалене оповіщення.

Двопровідний зв'язок (TWI)

ТWІ використовується для внутрішнього зв'язку між мікроконтролером та іншими компонентами системи, такими як датчики та дисплеї. Цей протокол забезпечує ефективну передачу даних всередині системи.

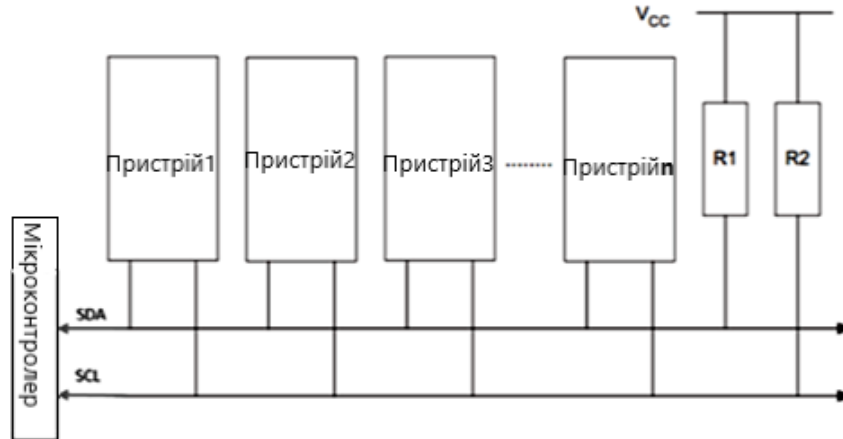


Рис. 9 Взаємозв'язок між шинами TWI

(Пристрої 1, 2, 3..... n називаються підлеглими, а провідним пристроєм є мікроконтролер, який має можливість звертатися тільки до підлеглих пристроїв.)

Інтеграція та аналіз даних за допомогою Matlab

Дані, зібрані системою, інтегруються з Matlab для поглибленого аналізу. Matlab надає інструменти для аналізу точності датчиків, моделей реакції системи та загальної ефективності, пропонуючи розуміння продуктивності системи та областей для вдосконалення.

5.4. Компоненти системи та порядок роботи

Запропонований проект складається з мікроконтролера, який виконує функції простого процесора, блоку живлення постійного струму, який активує пристрій, блоку введення, через який процесор зчитує аналоговий вхід, і набору вихідних блоків, включаючи РК-дисплей, звукову схему, релейну схему, світлову сигналізацію і блок зв'язку USART. Загальна блок-схема роботи системи зображена на рисунку 10.

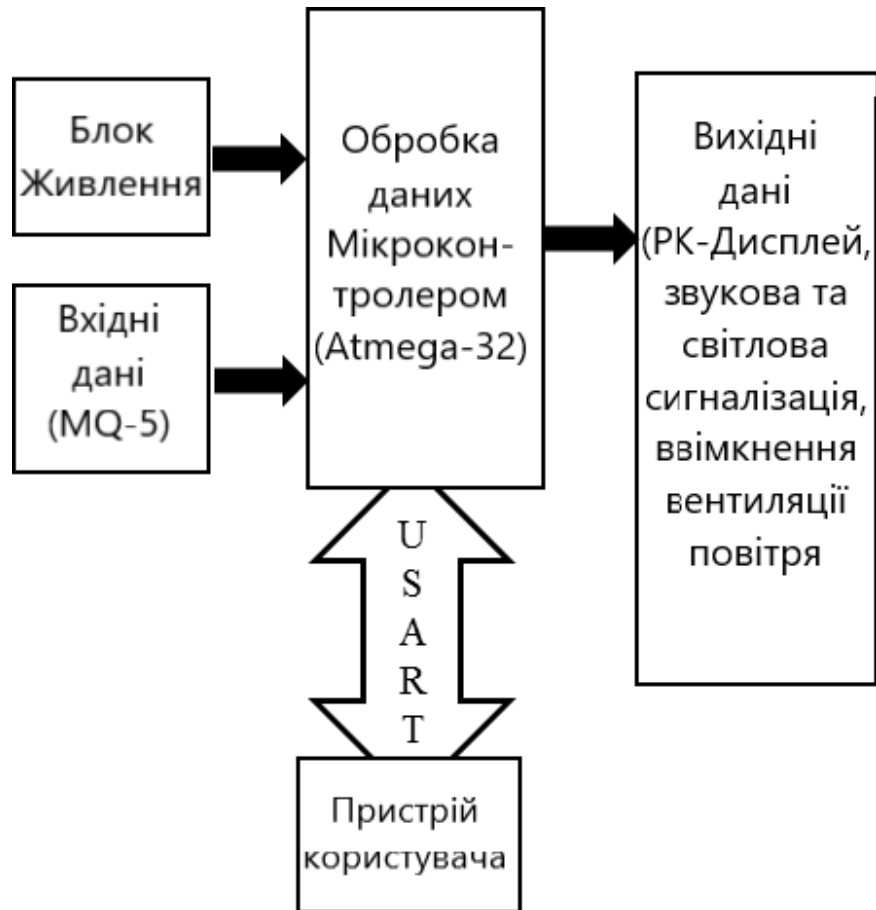


Рис. 10 Блок-схема енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки

Пристрій готовий до зчитування рівня концентрації газу з навколишнього середовища через модуль датчика газу, коли ланцюг живлення увімкнений. Після цього мікроконтролер зчитує аналогові дані про навколишнє середовище через модуль датчика газу MQ-5, обробляє їх і виводить на ПК-монітор і комп'ютер контролера. Якщо рівень концентрації перевищує перший критичний рівень, мікроконтролер запускає витяжний вентилятор, світлодіод "ON", дані моніторингу та надсилає дані на комп'ютер, а також на ПК-дисплей. Використовуючи витяжний вентилятор, пристрій намагатиметься мінімізувати рівень концентрації газу в робочій зоні. Проте, якщо рівень концентрації газу все ще зростає і перевищує другий критичний рівень, то пристрій вимикає подачу газу, запускає сигналізацію, дані моніторингу та відправляє дані на комп'ютер. Перший критичний рівень і другий критичний рівень визначаються користувачем. Користувачі можуть змінити критичний рівень, просто замінивши його новим за допомогою Matlab, просто

ввівши критичне значення без будь-якої апаратної модифікації пристрою. Дані спостережень, отримані з Matlab, зберігаються у вікні "Test & Measurement Tool", і можна легко проаналізувати попередній рівень концентрації газу на цій ділянці, використовуючи статистику спостережень.

5.5. Моделювання та спостереження за моделями

Робота аналітичного пристрою була змодельована за допомогою професійного програмного забезпечення Proteus 7. Змодельована електрична схема наведена нижче на рисунку, де кожен блок представлений як прототип його роботи з метою моделювання. На рисунку 11 показано роботу пристрою в режимі ON, коли рівень загазованості становить 505 ppm. Цей рівень інтенсивності розглядається як нормальний стан для цілей моделювання. У цьому стані часова характеристика газового датчика є стаціонарною.

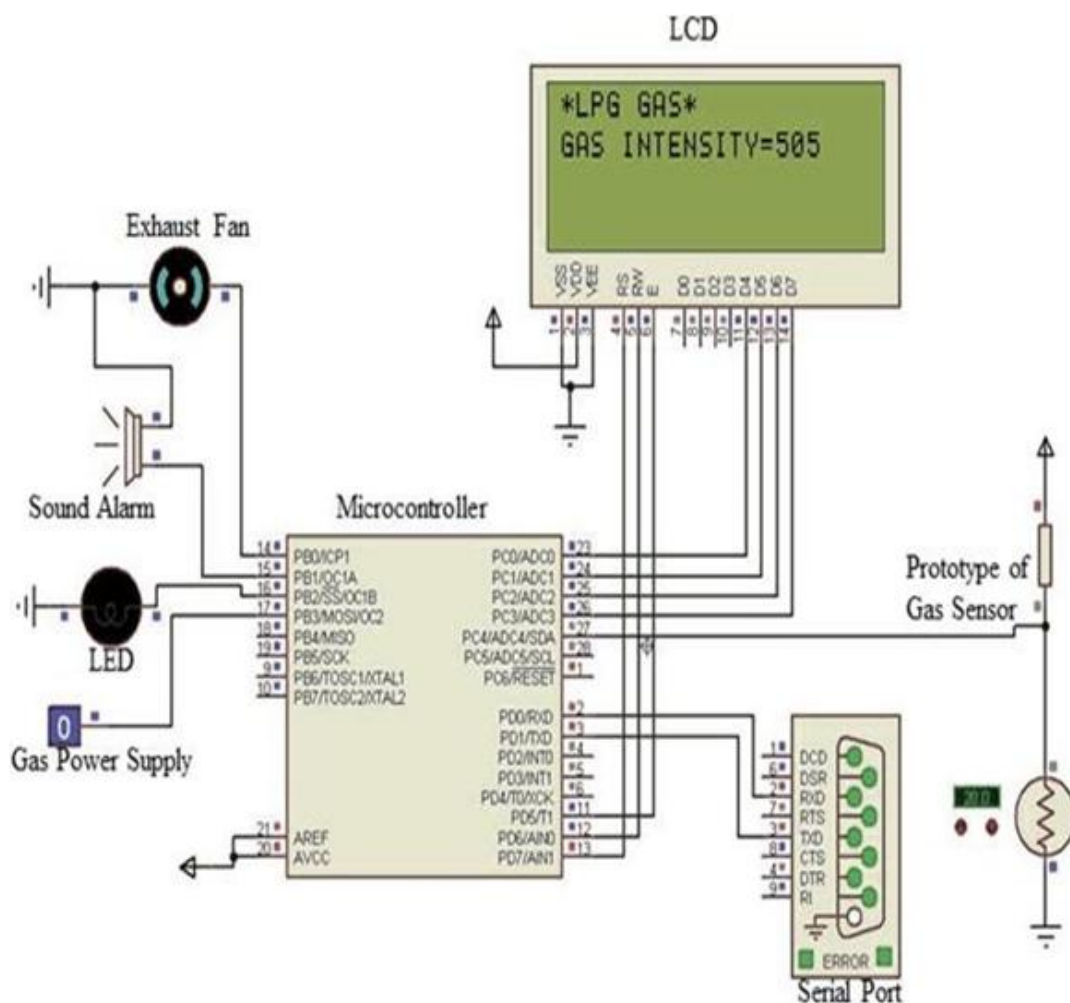
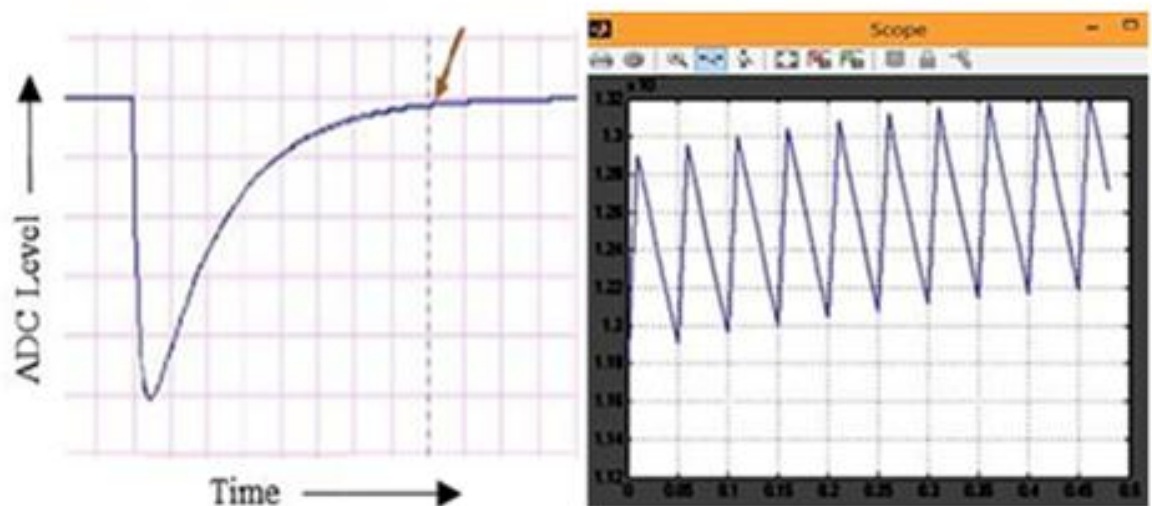


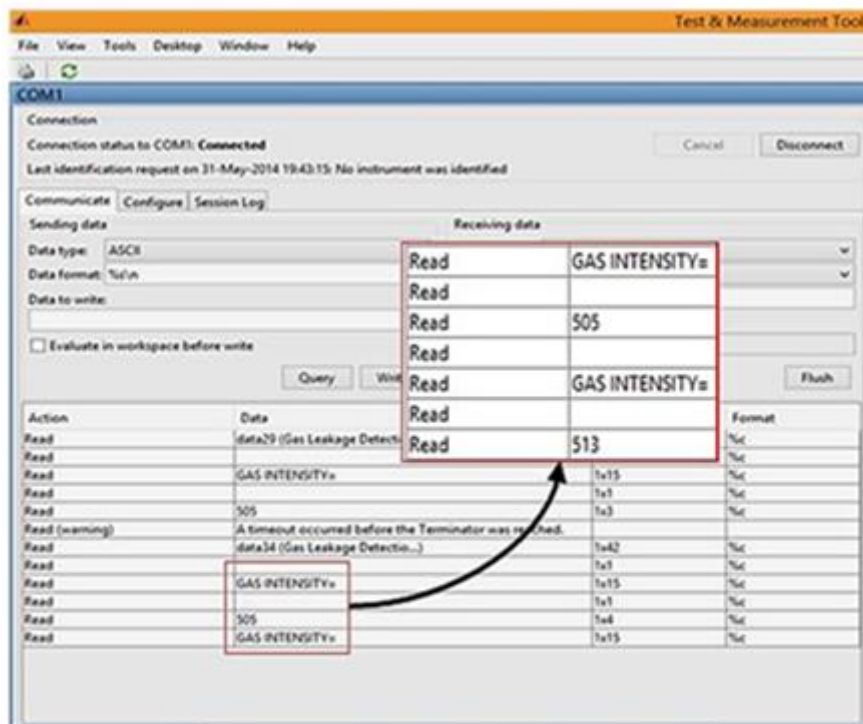
Рис. 11 Принципова схема

Мікроконтролер, який живиться від датчика, отримує вхідний сигнал, який можна побачити на рисунку 12.a, де вхідний сигнал є стабільним, але змінюється при незначній зміні концентрації газу. Вхідний сигнал можна графічно спостерігати за допомогою осцилографа. Спостерігаючи за моделюванням, було помічено, що при будь-яких перехідних процесах на вході, які відрізняються від стаціонарного стану, змодельований вихідний сигнал коливався від 1 до 3 вольт. На рисунку 12.b показано змодельований вихід у вікні Simulink Matlab в Scope. На рисунку 12.c показано статистику звіту про обстеження попередніх даних, які зберігаються в пам'яті комп'ютера. Споживач може легко зібрати інформацію про витoki найближчого минулого з цієї статистики.

Мікроконтролер безперервно зчитує дані АЦП з датчика MQ-5 і реагує на основі цих даних. Якщо рівень концентрації перевищує перший критичний рівень шляхом поступового збільшення інтенсивності газу, то датчик відчуває вхідний сигнал, подібний до рис. 13a, який знімається з осцилографа, мікроконтролер зчитує його і посилає логічний високий сигнал на витяжний вентилятор, а світлодіод, показаний на рис. 13d, є змодельованим виходом, що відповідає цьому входу, а на рис. 13c - результат, що відображається на РК-дисплеї.



а. Вхідне спостереження б. Спосереження на виході



с. Статистика збережених даних у Matlab

Рисунок 12. Аналіз статистики входу, виходу та даних при нормальному стані

На рисунку 13d червоний індикатор вказує на високий стан, тобто витяжний вентилятор і світлодіод увімкнені, зумер вимкнений, а вивід 17 мікроконтролера керує газовим блоком живлення. У цьому стані він вимкнений, що підтверджується червоним покажчиком або 1 у прототипі. Рисунок 13с і Рисунок 13е показують результат на РК-дисплеї і на дисплеї моніторингового комп'ютера в програмному забезпеченні віртуального послідовного роз'єму Терміналу-2 відповідно для першого критичного рівня, де інтенсивність газу становить 750 ppm. Подібно до нормального стану, дані зберігаються в комп'ютері для першого критичного рівня, як показано на рисунку 13f.

Витяжний вентилятор намагатиметься відвести газу, що перевищує допустимий рівень, з робочого майданчика. Світлодіод покаже ідентифікацію перевищення рівня концентрації, а РК-дисплей і комп'ютер покажуть рівень інтенсивності. Але якщо витяжному вентилятору не вдається утримати рівень концентрації нижче бажаного значення, а інтенсивність газу перевищує другий

критичний рівень, то мікроконтролер отримує дані від датчика, які можна представити на рисунку 14а, що також спостерігається осцилографом.

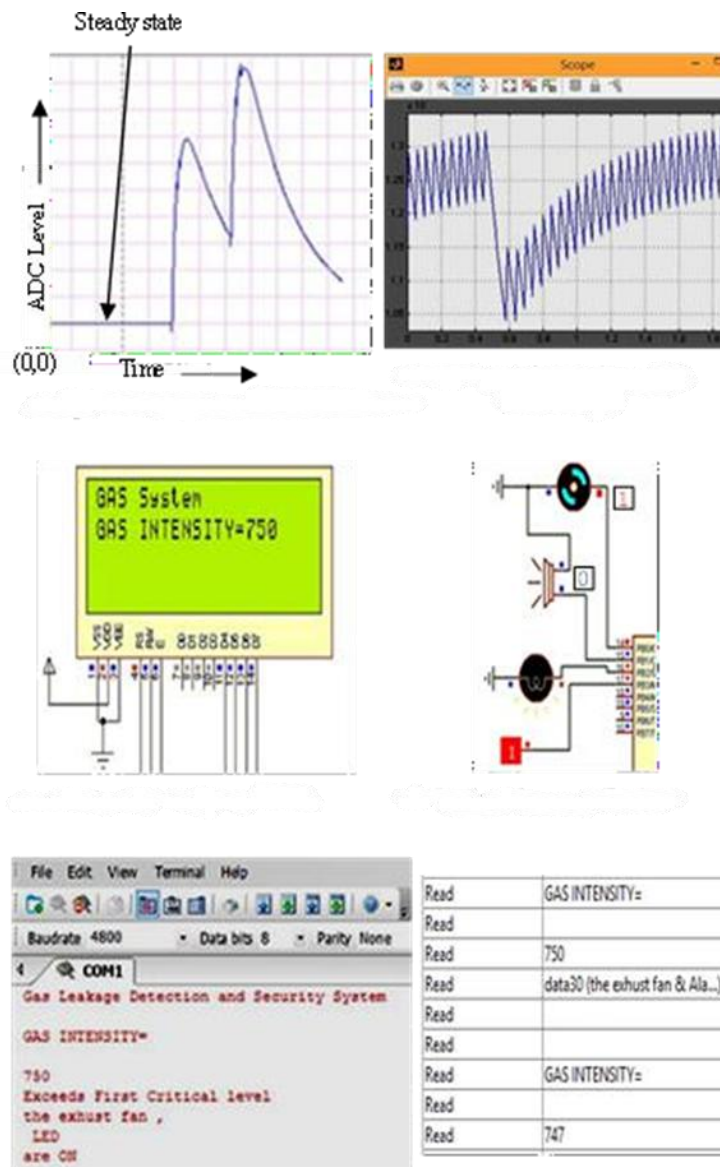
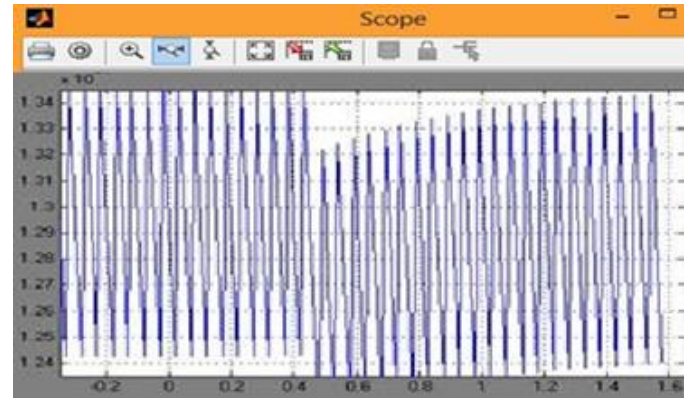
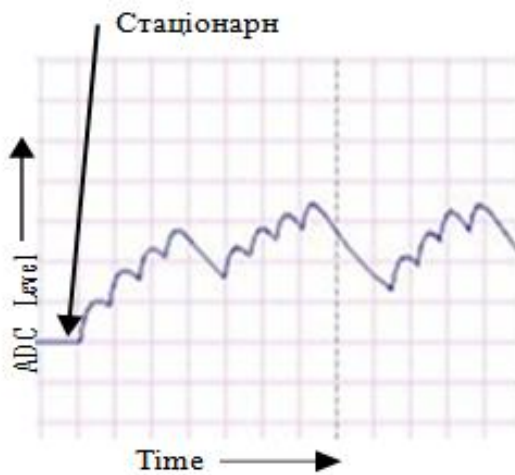


Рис. 13 Аналіз статистики входу, виходу та даних на 1-му критичному стані

Ця зростаюча вхідна реакція призводить до безперервного увімкнення витяжного вентилятора, світлодіода та запуску зумера для попередження людей на об'єкті, а також до вимкнення подачі газу шляхом надсилання мікроконтролером низького рівня сигналу від мікроконтролера. На рисунках 14b і 14e показано вихідні дані на РК-дисплеї та спостереження на терміналі-2 для другого критичного стану. Дані, показані на РК-дисплеї та на дисплеї моніторингового комп'ютера для другого

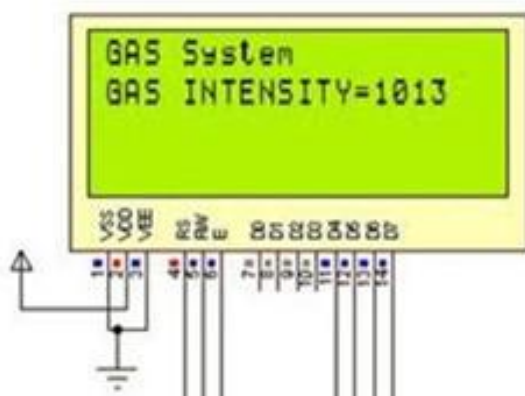
критичного рівня, де інтенсивність газу становить 1013 ppm. Як і раніше, дані спостережень зберігаються в комп'ютері, як показано на рисунку 13f.

Змодельований вихід показаний на Рисунку 14с.

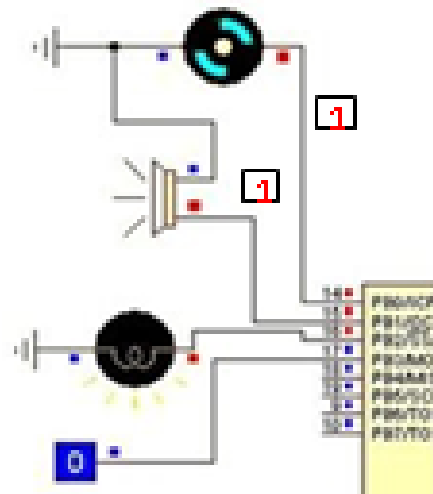


с. Спостереження за виходом на 1-му критичному рівні

а. Вхідне спостереження на 1-му критичному рівні



б. Спостереження за виходом на РК-дисплеї



д. Логічна зміна пристрою

Read	1013
Read	data141 (the exhaust fan & Ala...)
Read	
Read	
Read	GAS INTENSITY=
Read	
Read	1023

f. Спостереження за даними в MatLab

Рисунок 14. Аналіз статистики входу, виходу та даних при 2-му критичному стані

Дані, зібрані з імітованого виходу як для 1-го, так і для 2-го критичного рівня, які можна спостерігати на наступному графіку, побудованому під час імітації виходу, взяті з вікна "Test & Measurement Tool" у Matlab.

Базовий рівень концентрації газу можна змінювати за бажанням оператора комп'ютера-контролера, просто керуючи наступною системою управління зі зворотним зв'язком у вікні Matlab Simulink (рис. 16). Тут не використано Score Sink, який раніше використовувався на кожному кроці роботи для графічного відображення результатів моделювання в Matlab.

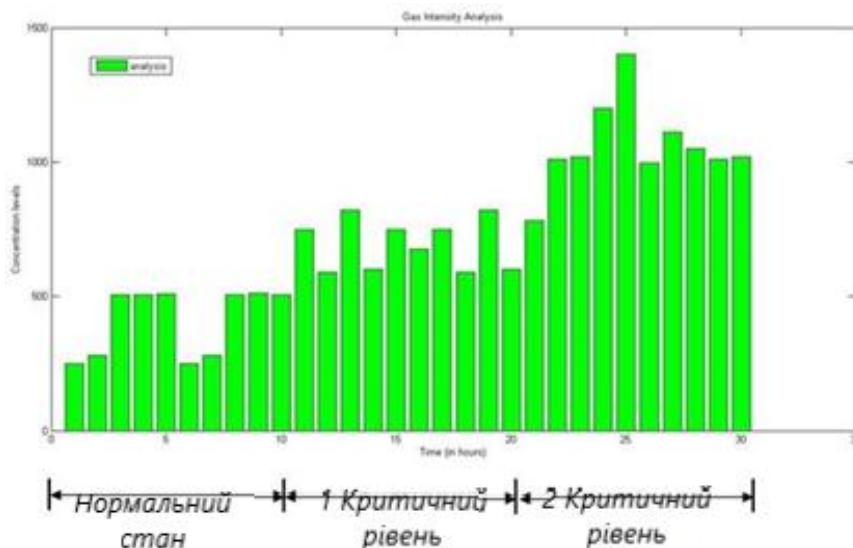


Рис.15 Графік дослідження рівня газової інтенсивності

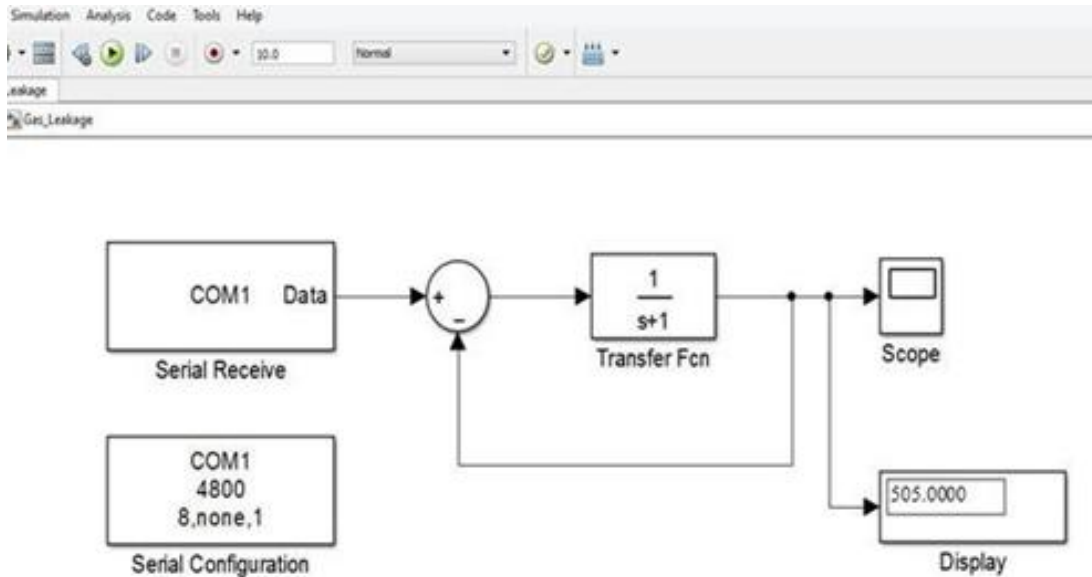


Рис. 16 Симулятор системи керування зі зворотним зв'язком

Користувачі також можуть змінювати еталонний рівень інтенсивності газу, просто ввівши потрібне значення в поле вводу користувача, показане на рисунку 17. за допомогою програмного забезпечення віртуального послідовного роз'єму Термінал-2 замість використання системи управління зі зворотним зв'язком.

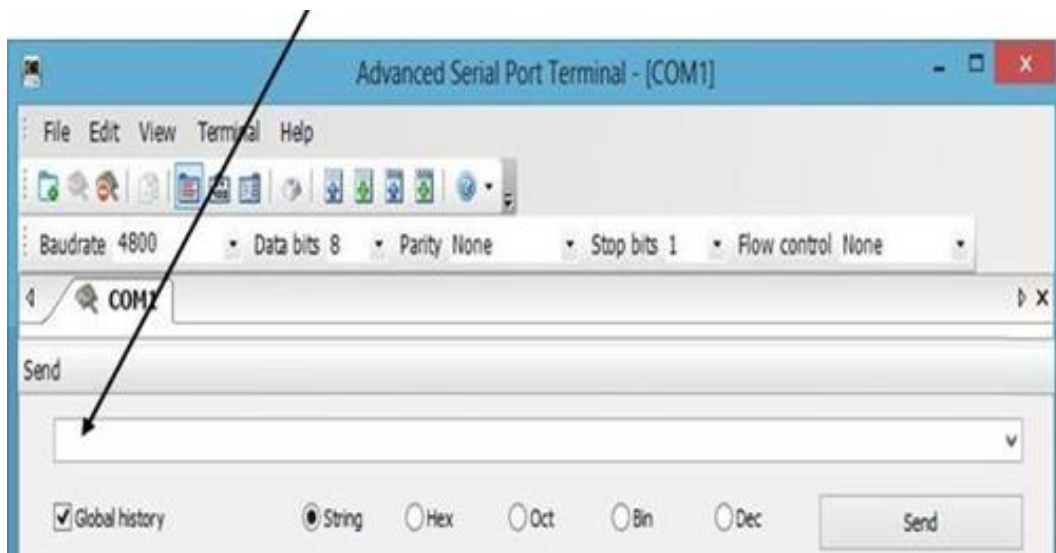
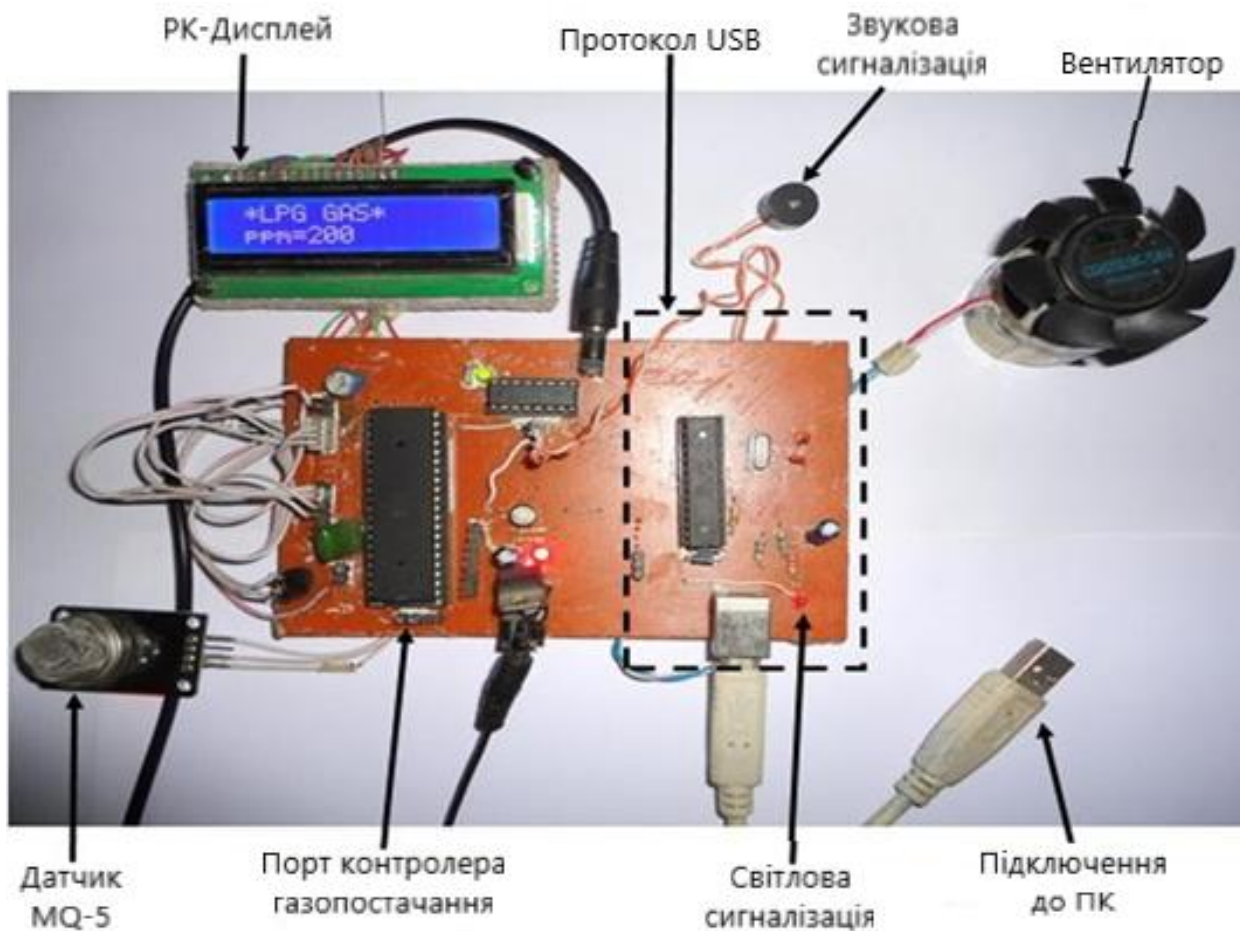


Рис. 17 Поле введення даних користувача

5.6. Повна експериментальна установка

Повна експериментальна установка та вихідна реакція при різних критичних рівнях запропонованої системи виявлення та захисту від витоків газу показана на Рисунку 18. Тут датчик газу MQ-5 вимірює аналоговий рівень концентрації газу, перетворює його в цифровий сигнал і надсилає на мікроконтролер. Потім мікроконтролер аналізує дані, порівнює їх з еталонним рівнем і видає вихідний сигнал відповідно до команди. Експериментальна апаратна реалізація демонструє практичну роботу пристрою.



а. Повна експериментальна установка



б. Результат на РК при нормальному стані.



с. Результат на РК при 2-му критичному рівні

Рис. 18 Практична реалізація енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки

Система виявлення та захисту від витоків газу пропонує максимально точну роботу. Вона забезпечує виявлення будь-яких типів витоків газу в закритій системі і може вжити необхідних заходів. Це економічно ефективна система, а вихідна швидкість є більш бажаною і точною, яка була реалізована як прототип за допомогою Matlab і практично досліджена.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Вступ

У контексті сучасних житлових умов велике значення набуває розробка та впровадження енергоефективних автоматизованих систем газової безпеки. Забезпечення безпеки та ефективності використання газу в житлових приміщеннях стає ключовим аспектом сучасних технологій.

Метою даної дипломної роботи є не лише розробка та впровадження енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки, але й дослідження принципів охорони праці, пов'язаних із використанням цієї системи в житлових приміщеннях. Аналіз цих аспектів дозволить забезпечити безпечно та ефективно функціонування автоматизованої системи газової безпеки в житлових умовах.

У цьому розділі буде розглянута важливість поєднання технічних інновацій із сучасними стандартами охорони праці для створення інтегрованих рішень у сфері газової безпеки для житлових приміщень.

6.2. Аналіз умов праці

Для забезпечення безпечного та ефективного функціонування енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки у житлових приміщеннях, необхідно враховувати специфіку умов праці. Розглянемо аспекти організації та обладнання, що впливають на умови праці персоналу та надійність системи.

Таблиця 5.1 – План приміщення, специфікація технологічного обладнання та оснащення приміщення

№	Найменування	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
Приміщення				
1	Параметри приміщення	5000*3000*3000; S=15 м ² ;		-
2	Кількість працюючих	Інженер	1	-
3	Природне освітлення	Вікно металопластикове 450х600 мм	1	-
4.	Штучне освітлення	люмінісцентні лампи ЛБ40-1	8	-
Обладнання і оснащення				
5.	Плита газова Grifon G541W-M1	<ul style="list-style-type: none"> розміри – 850 х 500 х 600мм; матеріал – залізо, скло. 	1	4
6.	Датчики загазованості MQ-5	<ul style="list-style-type: none"> розміри – 32 х 20 х 22; потужність – 10 Вт; споживана напруга –5 В через блок живлення 220/5 В. 	3	1, 2, 3
7.	Стіл	<ul style="list-style-type: none"> розміри – 3000×750×900 мм; матеріал – дерево, метал 	1	-
8.	Вогнегасник порошковий ВП-5	<ul style="list-style-type: none"> розміри – 160×160×480 мм; ємність порошку – 5кг; класи пожежі – А,В,С,Е. 	1	-
9.	Блок живлення	<ul style="list-style-type: none"> розміри – 85×50×34 мм; потужність – 2000 мА при 5 В постійного струму. 	1	-
10.	Міні-USB кабель	<ul style="list-style-type: none"> довжина – 1 м. 	1	-

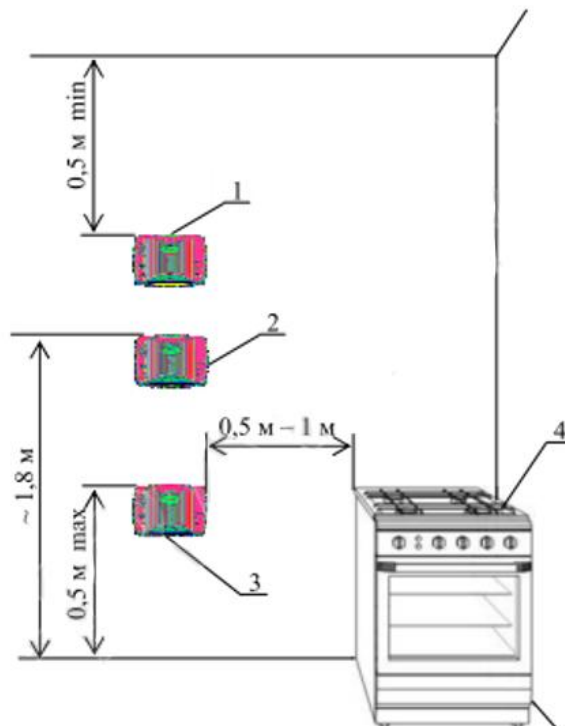


Рисунок 1. Схема розміщення газосигналізаторів.
 1 – Газосигналізатор метану, або метану і оксиду вуглецю;
 2 – Газосигналізатор оксиду вуглецю;
 3 – Газосигналізатор зрідженого вуглеводневого газу;
 4 – Можливе джерело загазованості

Рисунок 5.1 – План приміщення та розташування датчиків загазованості, де встановлено енергоефективну автоматизовану систему газової безпеки

Якісні і кількісні характеристики бажаного нормованого освітлення приведені у нормативно-технічному документі: ДБН В.2.5-28-2006 “Природне і штучне освітлення”.

Характеристики приміщення:

Ширина, $A=5\text{м}$;

Довжина, $B= 3\text{м}$

Висота стелі, $h= 3$

Площа приміщення дорівнює, $S= 15\text{м}^2$

Так як роботу можна визначити як високоточну, мінімальне значення освітлення, $E=300\text{Лк}$.

$$F = \frac{E * K * S * Z}{n}$$

K - коефіцієнт запасу освітлення в результаті забруднення ламп, згідно ДБН В.2.5-28-2006

Z - відношення максимальної освітленості до мінімальної згідно ДБН В.2.5- 28-2006

n = коефіцієнт використання

L = рохрункова висота підвісу ламп

Розрахунок індексу приміщення:
$$I = \frac{S}{L * (A * B)} = 0,64$$

Згідно таблиці значень коефіцієнтів використання $n=0,22$.

Розрахуємо світловий потік

$$F = \frac{300 * 1,5 * 15 * 1,1}{0,22} = 33750\text{Лм}$$

Для освітлення обираємо люмінісцентні лампи ЛБ40-1, світовий потік яких дорівнює 4320 Лм

Розрахуємо потрібну нам кількість ламп- N

$$F = \frac{F}{F_{\text{л}}} = 8 \text{ шт.}$$

Інтенсивність освітлення може змінюватися в залежності від вимог конкретної області використання приміщення. Вказані розрахунки є загальними і можуть бути налаштовані відповідно до конкретних вимог і нормативів.

Під час оцінки умови праці в будь-якому приміщенні має враховуватись вплив небезпечних та шкідливих факторів, які можна поділити на 4 групи (табл. 5.2)

Таблиця 5.2 – Небезпечні та шкідливі фактори

Група небезпечних факторів	Чинники
Фізичні	Електробезпека, пожежна безпека
Хімічні	Бутан, метан, пропан
Біологічні	Відсутні
Психофізіологічні	Відсутні

Виходячи з результатів таблиці 5.2, бачимо, що у змодельованому приміщенні наявні фактори безпеки із наступних груп: фізичні та хімічні. Розглянемо основні шкідливі та небезпечні фактори, що входять до цих груп.

У кабінеті використовується мережа однофазного струму 220 В. Інформацію про джерела безпеки та заходи для їх попередження наведено у таблицях 5.3-5.4.

Таблиця 5.3 – Джерела безпеки

№	Найменування	Джерело безпеки	Причини безпеки	Наслідки безпеки
1	Ноутбук(при підключенні до системи)	Блок живлення	Пошкодження блоку живлення, кабелю живлення	Ураження електрострумом
2	Автоматизована система газової безпеки житлових приміщень	Блок живлення	Пошкодження блоку живлення, кабелю живлення	Ураження електрострумом
3	Кабелі	Пошкодження цілісності та ізоляції кабелів	Пошкодження ізоляційного покриття	Опіки, ураження електрострумом
4	Пропан, бутан, метан	Пошкодження газових приладів та обладнання постачання	Пошкодження цілісності приладів та систем, пов'язаних з газом	Опіки, отруєння

Таблиця 5.4 – Реальні та нормативні фактори небезпеки

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Максимальний струм	>1 А	0,20 А
		220 В	5 В

6.3. Розробка заходів з охорони праці

Охорона праці у лабораторії інтелектуальної системи визначення та класифікації злоякісних пухлин мозку є важливою складовою для забезпечення безпеки працівників та досягнення високих результатів у дослідженні. Нижче наведено заходи з охорони праці, які повинні бути реалізовані в даному приміщенні:

Таблиця 5.5 – Заходи та засоби для попередження та захисту від електротравм

№	Категорії заходів для захисту	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні	<ul style="list-style-type: none"> - встановлення захисних заземлень; - застосування захисного розділення електромереж; - підтримка сухого, незапиленого приміщення з вологістю не вище 75%; - забезпечення повної та надійної ізоляції струмовідних частин. 	Уникнення пробою, витоків струму та попередження контакту зі струмопровідними частинами.
2	Організаційні	<ul style="list-style-type: none"> - проведенні необхідних інструктажів з правил електробезпеки. 	Забезпечення наявності у персоналу знань щодо правильної та безпечної експлуатації приладів.

3	Режимні	- перевірка та усунення несправності приладів тільки за умови, що вони знаходяться у відключеному стані.	Попередження контакту з елементами, що знаходяться під напругою
4	Експлуатаційні	- регулярний моніторинг стану пристроїв (температура поверхні, рівень заряду); - регулярне технічне обслуговування; - вчасна заміна виявлених пошкоджених елементів.	Забезпечення безпечної роботи з об'єктом, зменшення ризику контакту лікаря з електричним струмом, попередження виникнення вибуху внаслідок несправної роботи елементів.

6.4. Пожежна безпека

Джерела пожежонебезпеки у приміщенні: автоматизована система газової безпеки житлових приміщень, ноутбук, стіл дерев'яний, газова плита. У приміщенні присутні наступні горючі речовини:

- Гази (пропан, бутан, метан);
- Дерево;
- Тканина (матеріал жалюзі, штори);
- Плати (ноутбук, блок живлення системи).

У таблицях 5.6-5.8 визначено джерела пожежі, категорію приміщення, зону класу та клас можливої пожежі а також наведено перелік засобів та заходів захисту від вибухонебезпечності та пожежі та способи подолання пожежної ситуації при її виникненні.

Таблиця 5.6 – Джерела пожежної небезпеки

№	Найменування	Джерело небезпеки	Причини небезпек	Наслідки небезпеки
1	Ноутбук	Блок живлення, деталі під напругою	Коротке замикання	Виникнення пожежі та опіків, що можуть

2	Автоматизована система газової безпеки житлових приміщень	Блок живлення, деталі під напругою	Коротке замикання	призвести до серйозних наслідків для здоров'я працівників і пацієнтів. Крім того, можливе виникнення збитків обладнання, оснащення та особистих речей працівників.
3	Матеріали і речовини, що схильні до займання	Легкозаймисті гази	Зовнішнє загорання	

Таблиця 5.7 – Характеристика вибухонебезпечності та пожежної небезпеки

№	Назва	Значення	Опис
1	Клас пожежі	А,Е	Виникнення горіння внаслідок загорання твердих речовин та електроустановок під напругою
2	Клас зони приміщення по пожежній безпеці	Клас А	Приміщення, в яких застосовуються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розрахунковий надлишковий тиск вибуху перевищує 5 кПа, речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
3	Категорія пожежної небезпеки	В	Приміщення, в яких застосовуються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розрахунковий надлишковий тиск вибуху перевищує 5 кПа, речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа

Таблиця 5.8 – Засоби та заходи захисту від пожежної небезпеки

№	Заходи	Реалізація	Критерій вибору
1	Технічні	Розташування у кімнаті порошкового вогнегасника ВП-5, встановлення кондиціонера, а також забезпечення наявності пожежного крана та рукава у коридорі.	Усунення пожеж та первинних осередків займання, підтримка оптимальних показників температури та вологи у кабінеті.
2	Організаційні	Проведення протипожежних навчань, інструктажів з пожежної безпеки. Створення та розміщення на видному місці планів евакуації.	Навчання з питань безпеки при пожежі, надання алгоритму дій для запобігання людських жертв, надання доступної інформації для швидкої та безпечної евакуації.
3	Режимні	Заборона застосування відкритого вогню у приміщенні, недопущення сторонніх осіб у нього, попередження появи вибухонебезпечних предметів у кабінеті.	Попередження виникнення пожежі внаслідок непередбачуваних факторів (загорання газів і тд).
4	Експлуатаційні	Регулярний моніторинг та своєчасна перевірка стану обладнання, ремонт та заміна у разі потреби.	Запобігання появленню пожеж, які можуть виникнути внаслідок появи технічної несправності обладнання.

6.5. Висновки до розділу

У даному розділі розглядається план приміщення для реалізації енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки у житлових приміщеннях. Також проводиться аналіз можливих фізичних та хімічних ризиків, пов'язаних із роботою системи. Після докладного аналізу умов праці в приміщенні встановлено, що площа та об'єм відповідають нормативним вимогам для забезпечення комфорту. Місце організоване з урахуванням ергономіки та безпеки. Приміщення відповідає високим стандартам

електробезпеки, пожежної безпеки та обладнане для забезпечення хімічної безпеки. Загалом, приміщення відповідає всім вимогам безпеки, що стосуються реалізації енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки в житлових умовах.

РОЗДІЛ 7 ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1. Введення

Повітря є життєво важливим компонентом навколишнього середовища, необхідним для підтримки життя. За добу через легені людини проходить більш як 10 000 літрів повітря. Цей процес є фундаментальним для життя, оскільки повітря містить кисень, необхідний для клітинного дихання та життєво важливих фізіологічних процесів.

Забезпечення якості повітря є важливим аспектом збереження здоров'я людей. Однак, на жаль, сучасне життя пов'язане із збільшеним ризиком забруднення повітря різними шкідливими речовинами, що можуть впливати на якість нашого дихального середовища. У зв'язку з цим, важливо розглядати ефективні методи контролю та управління якістю повітря в приміщеннях, зокрема, застосування енергоефективних автоматизованих систем газової безпеки для забезпечення безпечного та здорового повітря вдома чи на роботі.

Під забрудненням повітря розуміють будь-яку зміну його хімічного складу та органолептичних властивостей внаслідок збільшення чи зменшення концентрації різноманітних забруднюючих речовин. Ці зміни можуть включати підвищення рівня токсичних газів, часток твердих речовин, аерозолів та інших шкідливих компонентів у повітрі.

Негативний вплив забруднення повітря на здоров'я людини є значущим. Шкідливі речовини, які можуть потрапляти в дихальні шляхи під час вдихання, можуть призводити до різноманітних захворювань, таких як захворювання дихальної системи, алергічні реакції, проблеми з серцево-судинною системою та інші. Довготривале вплив забруднення повітря може мати серйозні наслідки для загального стану здоров'я та якості життя людини.

У зв'язку з цим, розробка та впровадження ефективних систем контролю якості повітря, також у рамках енергоефективних автоматизованих систем

газової безпеки, стає ключовим аспектом забезпечення здоров'я та комфорту в житлових та робочих приміщеннях.

7.2. Екологічний аспект

Екологія окремо розглядає якість атмосферного повітря та якість повітря у приміщеннях, оскільки обидва аспекти мають величезне значення для загальної екологічної стійкості та здоров'я населення.

Якість атмосферного повітря

Вивчення якості атмосферного повітря включає аналіз вмісту різних газів, часток, аерозолів та інших забруднюючих речовин у зовнішньому повітрі. Спостереження за концентрацією таких забруднювачів, як діоксиди азоту, сірки, вуглецю та інших хімічних сполук, дозволяє оцінювати ступінь забруднення атмосфери та визначати його можливі впливи на здоров'я та навколишнє середовище.

Якість повітря у приміщеннях

Аналіз якості повітря у приміщеннях фокусується на визначенні концентрації забруднюючих речовин всередині будівель. Це може включати оцінку випаровування хімічних речовин з будівельних матеріалів, меблів, обладнання та інших джерел. Зокрема, формальдегід, аміак, ртуть та інші речовини можуть впливати на якість повітря у приміщеннях, що може викликати різні захворювання та алергічні реакції у проживаючих чи працюючих там людей.

Враховуючи обидва аспекти – зовнішнього та внутрішнього середовища – стає можливим розробляти та впроваджувати комплексні стратегії для підтримки чистоти повітря, забезпечення здоров'я та енергоефективності приміщень. Такі підходи включають в себе вдосконалення вентиляційних систем, використання екологічно чистих будівельних матеріалів та ефективні системи газової безпеки, які дозволяють забезпечити безпечну експлуатацію енергетичних пристроїв у приміщеннях.

7.3. Забруднювачі і безпека

Половину життя людина проводить у приміщенні, тому контроль повітряного середовища є актуальною задачею.

Забруднювачі і безпека:

1. Метан:

Джерело надходження: Метан утворюється у природних процесах, таких як розклад органічних речовин у вологому середовищі, а також його викиди пов'язані із видобутком та транспортуванням природного газу, а також з відходами сільськогосподарських тварин. Наявність метану в приміщеннях здебільше пов'язана із негерметичністю газових побутових систем

Небезпека: Метан є горючим газом та парниковим газом, і його великі концентрації можуть призвести до пожеж та вибухів. Крім того, як парниковий газ, він може вносити вклад у зміни клімату.

Приклади: Одним із конкретних прикладів є викиди метану внаслідок експлуатації вугільних шахт, а також викиди з сільськогосподарської діяльності, такої як розклад органічних добрив.

2. Чадний газ:

Джерело надходження: Чадний газ утворюється при неповному згоранні вуглеводнів, таких як дрова, вугілля та газ. Він також може виходити з тютюнопаління.

Небезпека: Чадний газ є токсичним та може призвести до отруєння, спричинюючи головний біль, запаморочення, анемію та навіть смерть при великих концентраціях.

Приклади: Домашні печі, каміни та неправильно функціонуючі системи обігріву можуть бути джерелами чадного газу в приміщеннях.

3. Радон:

Джерело надходження: Радон утворюється при розпаді радію, який міститься в гірських породах та ґрунтах.

Небезпека: Радон є радіоактивним газом і може вважатися канцерогеном, оскільки його вдихання може призвести до пухлин легенів.

Приклади: надходження радону до приміщень може відбуватися через підвали будівель, особливо там, де ґрунт містить велику кількість природних радіонуклідів.

7.4. Внутрішнє забруднення приміщень

Крім того, існує безліч джерел небезпечних забруднювачів усередині приміщень, у тому числі будівельні матеріали, меблі, обладнання, споживчі товари, лабораторні хімікати та хімічні речовини, що використовуються для обслуговування будівель, паливо печей обігріву.

1. Формальдегід:

Джерело надходження: Головним джерелом формальдегіду є випаровування з деяких будівельних матеріалів, таких як ДСП, ДВП, фанера, а також з дерев'яних та текстильних матеріалів. Використання деяких приладдів, таких як плити MDF, може спричиняти виділення цього речовини у приміщенні.

Небезпека: Формальдегід може викликати подразнення очей та дихальних шляхів, а також бути канцерогеном при тривалому впливі.

2. Діоксид сірки:

Джерело надходження: Головними джерелами діоксиду сірки у приміщеннях є обігрівачі на твердому паливі (вугілля, дрова), а також паління природного газу чи інших палив у приміщеннях без належної вентиляції.

Небезпека: Діоксид сірки може викликати подразнення дихальних шляхів, головний біль, астматичні реакції та інші проблеми зі здоров'я при довготривалому впливі на організм.

Ці дві речовини можуть негативно впливати на якість повітря у приміщеннях, тому контроль та мінімізація їхнього випуску є важливими

завданнями для забезпечення здорового та безпечного середовища проживання та роботи.

7.5. Методи зниження небезпеки

Впровадження методів для зниження небезпеки в приміщеннях є критичним аспектом забезпечення здорового та безпечного життя. Декілька ефективних підходів включають:

Використання екологічно чистої продукції:

Заміна шкідливих хімічних речовин та матеріалів на екологічно безпечні альтернативи може в значний спосіб зменшити викиди та ризики для здоров'я. Вибір будівельних матеріалів, меблів та споживчих товарів, які не містять токсичних речовин, сприяє створенню безпечного середовища.

Правильна експлуатація засобів обігріву:

Забезпечення належної експлуатації систем обігріву, які використовуються в приміщеннях, є важливим для зниження ризику викидів шкідливих газів, таких як метан чи діоксид сірки. Регулярна перевірка, обслуговування та чистка систем обігріву можуть усунути потенційні небезпеки.

Використання енергоефективних технологій:

Впровадження та застосування енергоефективних технологій, таких як ізоляція, енергоефективні вікна та двері, дозволяє зменшити потребу в енергії для обігріву та охолодження приміщень, що в свою чергу може сприяти зниженню емісій шкідливих речовин.

Посилений контроль якості повітря:

Встановлення систем вентиляції та очищення повітря допомагає підтримувати високу якість повітря усередині приміщень, зменшуючи концентрацію забруднюючих речовин та ризик їхнього впливу на здоров'я.

Свідоме використання хімікатів та речовин:

Застосування лабораторних хімікатів та інших хімічних речовин повинно відбуватися у відповідності з правилами та стандартами безпеки, щоб уникнути негативних впливів на здоров'я та довкілля.

Всі ці заходи спрямовані на створення безпечного та здорового житлового та робочого середовища, де небезпека від забруднювачів мінімізується, а якість повітря залишається на високому рівні.

7.6. Висновки до розділу

У заключенні слід наголосити на величезному значенні застосування засобів контролю атмосфери в приміщеннях для забезпечення оптимальних умов життя та праці. Якість повітря у внутрішніх приміщеннях має безпосередній вплив на здоров'я людини, а також на її комфорт та продуктивність.

Енергоефективні автоматизовані системи газової безпеки, враховуючи різноманітні аспекти, включаючи викиди газів, рівень вологості, температуру та інші параметри, виявляються невід'ємною частиною створення здорового та безпечного житлового середовища. Вони дозволяють не лише вчасно виявляти потенційно небезпечні ситуації, такі як витіки газів, але й забезпечувати ефективний контроль за параметрами повітря, щоб уникнути негативних впливів на здоров'я і забезпечити оптимальні умови проживання.

Ці системи є не лише засобом безпеки, але й важливим кроком у напрямку сталого способу життя та використання ресурсів. Зменшення викидів шкідливих речовин, оптимізація енергоспоживання та створення зручного та здорового середовища — усе це робить застосування засобів контролю атмосфери важливим елементом сучасної архітектури та технологічного прогресу.

Враховуючи зростаючу свідомість про екологічні питання та здоров'я, використання таких систем стає необхідністю в будівництві та обслуговуванні

приміщень для створення довговічного, ефективного та екологічно чистого середовища для всіх його користувачів.

ВИСНОВКИ

Завершуючи цю дипломну роботу на тему "Енергоефективна автоматизована система газової безпеки для житлових приміщень", ми розмірковуємо про пройдений шлях, отримані результати та наслідки для майбутніх інновацій у сфері систем безпеки житлових приміщень.

У ході дослідження було поставлено амбітне завдання розробити та впровадити систему, яка не лише підвищує безпеку житлових приміщень, але й робить це з урахуванням енергоефективності. Система, розроблена за допомогою ретельної методології та суворих випробувань, є свідченням потенціалу інтеграції сучасних технологій у рішення для забезпечення домашньої безпеки.

Ключові досягнення

- Удосконалене виявлення газу: Впровадження чутливих і точних газових датчиків успішно забезпечує раннє виявлення небезпечних газів, що є наріжним каменем безпеки житла.
- Автоматизоване реагування та управління: Здатність системи автоматично активувати заходи безпеки, такі як витяжні вентилятори та сигналізація, у відповідь на виявлені витіки газу значно мінімізує ризик нещасних випадків.
- Енергоефективність: Завдяки використанню енергоефективних компонентів та інтелектуальних стратегій управління енергоспоживанням, система не тільки забезпечує безпеку, але й сприяє зниженню енергоспоживання.
- Дистанційний моніторинг і комунікація: Інтеграція комунікаційних модулів розширює функціональність системи, пропонуючи власникам будинків зручність і впевненість віддаленого моніторингу.

Наслідки та майбутні напрямки

Розробка цієї системи відкриває нові шляхи для подальших досліджень та інновацій:

- Інтеграція з технологіями розумного будинку: Потенціал інтеграції цієї системи з більш широкою інфраструктурою "розумного будинку" відкриває захоплюючу перспективу для створення більш взаємопов'язаної і чутливої екосистеми домашньої безпеки.

- Масштабованість і кастомізація: Майбутні роботи можуть дослідити масштабованість системи для різних типів житлових об'єктів і можливості налаштування для задоволення різноманітних потреб.

- Розширений аналіз даних та прогнозоване обслуговування**:
Використання аналітики даних для профілактичного обслуговування може підвищити довговічність і надійність системи.

Насамкінець, шлях від концепції до реалізації цієї системи демонструє величезний потенціал і необхідність інноваційних підходів у підвищенні безпеки житла. Сподіваємося, що ця робота надихне на подальші дослідження і розробки в цій галузі, сприяючи створенню безпечнішого, ефективнішого і технологічно досконалішого житлового середовища.

Список Використаної Літератури

1. A. Shrivastava, R. Prabhaker, R. Kumar and R. Verma, “GSM Based Gas Leakage Detection System”, ITETEE, vol. 3, no. 2, (2013) May.
2. W. Breuer, W. Becker, J. Deprez, E. Drope and H. Schmauch, “Electrochemical gas detector and method of using same”, Patent 4141800, (2010) February 27. <http://www.freepatentsonline.com/4141800.html>.
3. S. Rajitha and T. swapna, “A security alert system using gsm for gas leakage”, International Journal of VLSI and Embedded Systems (IJVES), vol. 3, no. 4, (2012) September-October , pp. 173–175.
4. A. Che Soh, M. K. Hassan and A. J. Ishak, “Vehicle gas leakage detector”, The Pacific Journal of Science and Technology, vol. 11, no. 2, (2010) November, pp. 66–76.
5. “Couple died due to carbon monoxide gas”, New Straits Times, (2008) August 1, <http://www.nst.com.my/>.
6. “Gas pipeline incidents. tech. rep., european gas pipeline incident data group”, 7th EGIG-report 1970-2007, (2008) December 1.
7. Brodetsky and M. Savic, “Leak monitoring system for gas pipelines”, in Proc. ICASSP-93, IEEE, vol. 3, (1993), pp. 17–20.
8. N. Gopalsami and A. Raptis, “Millimeter-wave radar sensing of airborne chemicals. Microwave Theory and Techniques”, IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques., vol. 49, no. 4, (2001), pp. 646-653.
9. Kroll, W. Baetz and D. Peretzki, “On autonomous detection of pressured air and gas leaks using passive IR-thermography for mobile robot application”, in Proc. ICRA'09., IEEE , (2009), pp. 921-926.
10. C. Sandberg, J. Holmes, K. McCoy and H. Koppitsch, “The application of a continuous leak detection system to pipelines and associated equipment”, IEEE Trans. Industry Applications, vol. 25, no. 5, (1989) Septmeber-October, pp. 906-909.

11. J. L. Lewicki, G. E. Hilley, L. Dobeck and L. Spangler, “Dynamics of CO fluxes and concentrations during a shallow subsurface CO₂ release”, *Environmental Earth Sciences*, vol. 60, no. 2, (2010), pp. 285–297.
12. C. J. Keith, K. S. Repasky, R. L. Lawrence, S. C. Jay and J. L. Carlsten, “Monitoring effects of a controlled subsurface carbon dioxide release on vegetation using a hyperspectral imager”, *Int. J. Greenhouse Gas Control*, vol. 3, (2009), pp. 626–632.
13. “Pipeline leak detection techniques”, E.W., M. (Ed.), *Pipeline Rules of Thumb Handbook*. Elsevier, NC, (2009), pp. 606-614.
14. F. Batzias, C. Siontorou and P. M. Spanidis, “Designing a reliable leak bio-detection system for natural gas pipelines”, *International Journal of Hazardous Materials*, vol. 186, no. 1, (2011) January, pp. 35–58.
15. L. F. Diego, F. G. Labiano, P. Gayan, J. Cleaya, J. Palacios and J. Adanez, “Operation of a 10kWth chemical-looping combustor during 200h with a CuO-Al₂O₃ oxygen carrier”, *Fuel*, vol. 86, (2007), pp. 1036-1045.
16. J. Hogan, J. A. Shaw, R. L. Lawrence, J. L. Lewicki, L. M. Dobeck and L. H. Spangler, “detection of leaking CO gas with vegetation reflectances measured by a low-cost multispectral imager”, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 5, no. 3, (2012) June, pp. 699-706.
17. “Atmel Microcontroller User Manual”, Motorola Products Corporation, 2325 Orchard Parkway, San Jose, CA 95131, <http://www.atmel.com>.
18. Т. Р. Элсенпитер, Дж. Велт. «Умный Дом строим сами» / Т. Р. Элсенпитер, Дж Велт/ КУДИЦ-ОБРАЗ. 2005. – 384с.
19. В.Н. Харке «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве» / В.Н. Харке– М.: Техносфера, 2006. – 292с.
20. М. Э. Сопер. Практические советы и решения по созданию « Умного дома » / М. Э. Сопер. – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.

21. В.Н. Гололобов. «Умный дом» своими руками. / В.Н. Гололобов – М.: НТ Пресс, 2007. – 416 с. Петин В. А. Создание умного дома на базе Arduino. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 180 с.

ДОДАТОК А

Стаття

UDC 697.1, 697.2(045)

DOI:

¹I. Yu. Sergeev
²O. A. Nastiuk

PROBLEMS AND REQUIREMENTS WHEN CREATING ENERGY-EFFICIENT AUTOMATED GAS SAFETY SYSTEM FOR RESIDENTIAL PREMISES

Department of Aviation Computer-Integrated Complexes, National Aviation University, Kyiv, Ukraine
E-mail: ¹igor.sergeyevi@npp.nau.edu.ua, ²5831081@stud.nau.edu.ua

Abstract – This article explores the development and implementation of energy-efficient automated gas safety systems in residential premises, addressing the growing need for enhanced gas safety and energy efficiency in homes. It begins with a discussion on the importance of gas safety and the challenges posed by traditional gas safety measures, highlighting their limitations in terms of delayed response, maintenance issues, and lack of energy optimization. The focus then shifts to the components of modern automated gas safety systems, including advanced sensor technology, smart valves, and the integration of data analytics and machine learning. These systems not only detect and respond to gas leaks more effectively but also incorporate energy-saving features, aligning with the current trend towards sustainable living. The article examines the multiple benefits of these systems, such as enhanced safety for residents, reduced energy consumption, minimization of false alarms, and remote monitoring capabilities. Through real-world case studies, it illustrates the practical applications and positive impacts of these systems in various residential settings. Challenges and considerations in adopting such systems, including initial costs, user education, and system compatibility, are also discussed. Looking ahead, the article delves into future trends and innovations in the field, such as the integration with smart home ecosystems, advancements in sensor technology, and evolving regulatory standards. The conclusion emphasizes the significant role of these systems in the future of residential gas safety and calls for continued innovation and collaboration among homeowners and industry stakeholders. The article positions energy-efficient automated gas safety systems not only as a necessary evolution in residential safety but also as a key component in the sustainable and technologically advanced homes of the future.

Index Terms – energy-efficient automated gas safety systems; enhanced gas safety; energy efficiency; components of modern automated gas safety systems.

I. Introduction

Gas safety in residential premises is a critical issue that demands vigilant attention. Every year, accidents resulting from gas leaks lead to significant hazards, such as explosions, fires, and the silent threat of carbon monoxide poisoning. These incidents not only pose a risk to human life but also cause substantial property damage. The safe management of gas appliances and infrastructure is therefore crucial. It involves not just the prevention of leaks and mishaps but also ensuring that any potential gas-related dangers are promptly and effectively addressed.

In parallel to safety concerns, there is an escalating focus on energy efficiency within residential systems. With rising energy costs and

growing environmental awareness, homeowners and builders are increasingly seeking ways to reduce energy consumption. Efficient gas management plays a significant role in this pursuit. Energy-efficient systems not only cut down on utility bills but also contribute to reducing the overall environmental impact of residential energy use. The transition towards more sustainable living underscores the need for home systems that are both safe and energy-efficient.

In response to these dual needs, the concept of an energy-efficient automated gas safety system comes to the forefront. This system represents a blend of advanced technology and practical functionality, aiming to enhance the safety of residential premises while optimizing energy usage. It leverages cutting-

edge technologies such as smart sensors, IoT (Internet of Things) integration, and automated control mechanisms. These components work together to create a responsive, reliable, and energy-conscious gas safety solution. This article delves into the details of these systems, exploring their components, benefits, challenges, and the future scope in the realm of residential safety and efficiency.

II. Problem Statement

Current challenges in gas safety

Overview of existing gas safety systems

The traditional gas safety systems in residential premises predominantly consist of standalone gas detectors and manual shut-off mechanisms. These detectors, typically employing technologies like catalytic bead or semiconductor sensors, are designed to sound an alarm when detecting gas concentrations above a pre-set threshold. However, their functionality is often limited to detection and alerting, requiring human intervention to mitigate the risk. Additionally, regular maintenance checks, such as sensor calibration and battery replacement, are essential for ensuring their effectiveness, adding a layer of responsibility for homeowners.

Limitations and drawbacks of traditional gas safety measures

Despite their widespread use, traditional gas safety measures have notable limitations. The primary issue lies in their reactive nature; they alert only after a gas leak has occurred, without any preemptive measures to prevent leaks. This delay can be critical in scenarios where immediate action is necessary. Moreover, these systems are often prone to false alarms, which can lead to complacency or distrust in the system over time. The manual shut-off valves also pose a challenge, as they require physical intervention, which might not be feasible or quick enough in emergency situations. Additionally, these systems do not contribute to

energy efficiency, as they do not monitor or regulate gas usage, missing an opportunity to optimize energy consumption in homes.

The need for a more efficient and automated approach

Given these challenges, there is a pressing need for a more efficient and automated approach to gas safety in residential premises. An ideal system would not only detect gas leaks but also automatically take corrective actions, such as shutting off the gas supply. Integration with smart home systems could enable real-time monitoring and remote control, allowing for immediate responses even when occupants are not physically present. Moreover, such a system could incorporate features that promote energy efficiency, like monitoring gas consumption patterns and identifying areas for optimization. The transition to these advanced systems represents a significant step forward in ensuring the safety, convenience, and energy efficiency of modern homes.

Many publications [1] – [14] are devoted to the construction of modern energy-efficient automated gas safety systems. These systems are very diverse, as they use different methods, for example, the method of gas leakage detection based on the technical nature [1] (Fig. 1), as well as different principles in technical solutions, for example, the use of the Internet of Things [2] (Fig. 2), or others (Figs. 3 – 5).

The introduction of energy-efficient automated gas safety systems in residential buildings can significantly improve the quality of housing, but there are many challenges and requirements for such systems. In the following sections, we will look at these problems and discuss the most important requirements for a modern energy-efficient automated gas safety system.

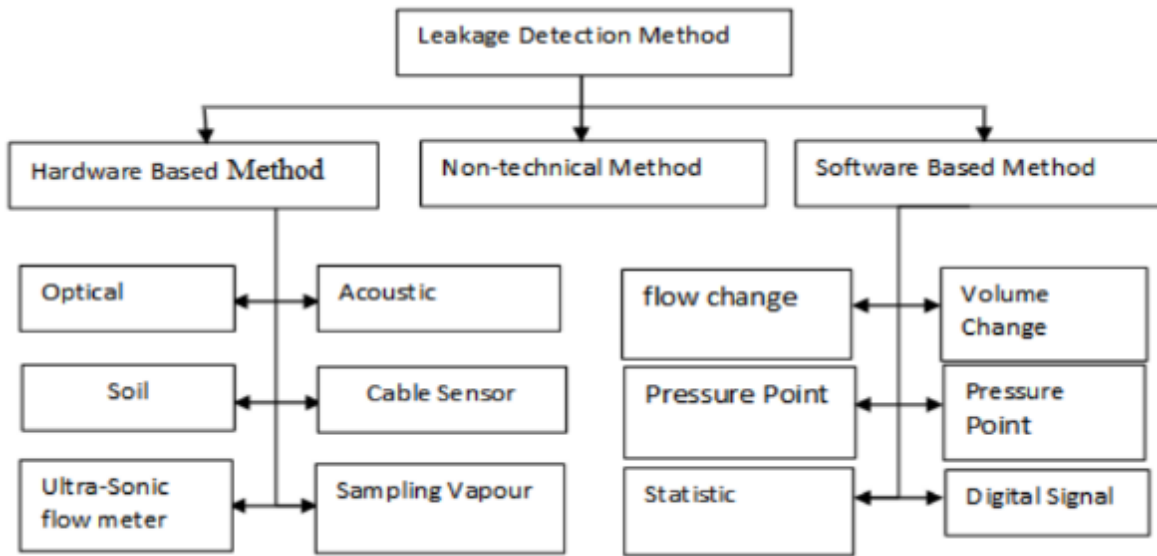


Fig. 1. Gas leakage detection method based on technical nature

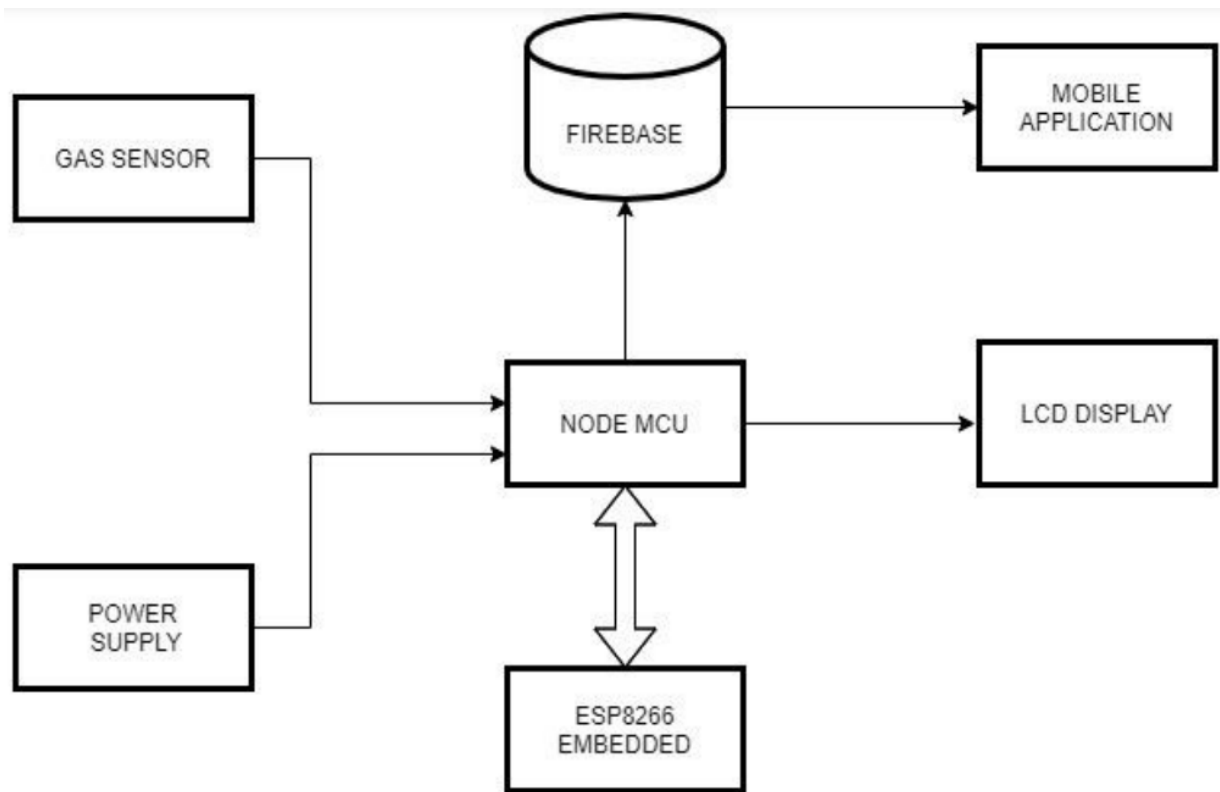


Fig. 2. Block diagram of the gas leakage monitoring system using IoT

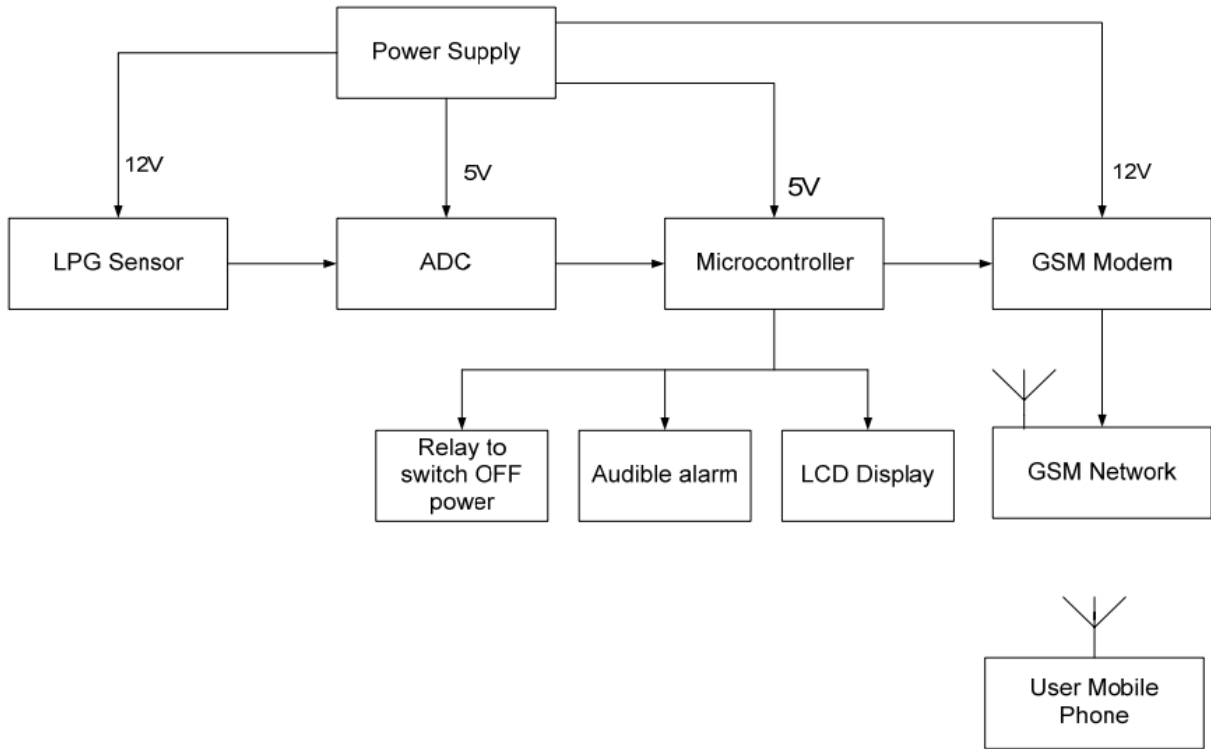


Fig. 3. Block Diagram of the Gas Leakage Detection System

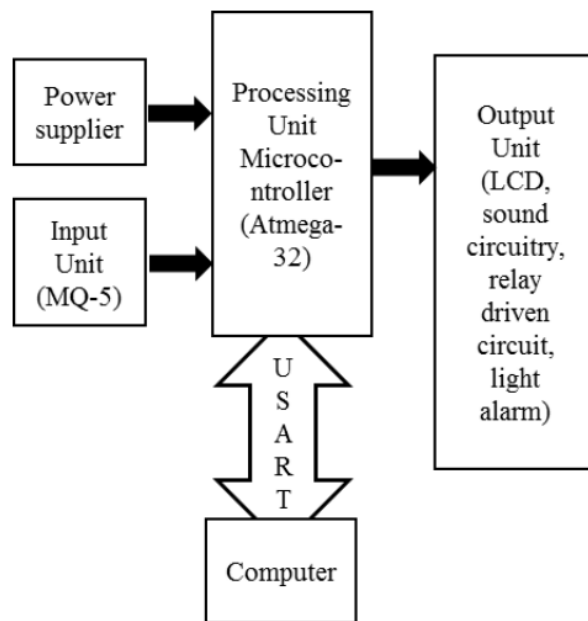


Fig. 4. Block Diagram of Gas Leakage Detection and Security System

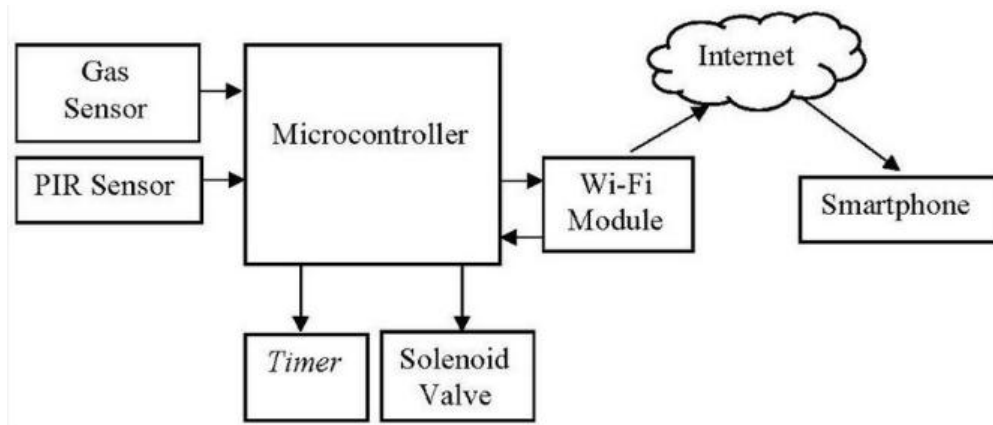


Fig. 5. Block diagram of automatic secured gas stove system

III. SOLUTION OF THE PROBLEM

1. Components of an energy-efficient automated gas safety system

A. Sensor technology

Advanced gas detection sensors. Modern gas safety systems are equipped with advanced sensors that go beyond traditional detection methods. These include electrochemical sensors for precise detection of specific gases and infrared sensors capable of identifying gas concentrations without direct contact. Their heightened sensitivity and faster response times are crucial for early leak detection, significantly reducing the risk of gas-related hazards.

For example, Infrared Toxic Gas Transmitter is a corrosion resistant enclosure that uses the compact IR sensor to meet hazardous area requirements. It can be used for detection of Methane, High Hydrocarbon (HC), Carbon Dioxide (CO₂), or Nitrous Oxide (NO_x).

Integration with IoT devices. The integration of these sensors with IoT (Internet of Things) devices marks a significant advancement. This allows for real-time data transmission and alerts to be sent directly to smartphones or other connected devices. IoT integration enables continuous monitoring and immediate notification, ensuring that homeowners are promptly alerted to potential dangers, even when away from the property.

B. Smart valves and shut-off mechanisms

Automation for quick response. Automated gas safety systems feature smart valves that are designed to respond instantaneously to detected leaks. Upon detection of a hazardous condition, these valves automatically shut off the gas supply, effectively mitigating immediate risk. This automation is

critical for preventing potential disasters, especially during times when the premises are unattended.

Remote control and monitoring capabilities. These systems offer remote control and monitoring capabilities, allowing homeowners to manage their gas supply from anywhere. Through a dedicated app or web interface, users can monitor their system's status, receive alerts, and even manually control the gas valves if needed. This feature adds a layer of convenience and control, making gas safety management more accessible and efficient.

C. Data analytics and machine learning

Predictive analysis for potential gas leaks. Leveraging data analytics, these systems can perform predictive analysis to foresee potential risks. By analyzing usage patterns and historical data, the system can identify anomalies that may indicate a leak or a system malfunction, allowing for preemptive action to avoid accidents.

Continuous improvement through learning algorithms. Machine learning algorithms are employed to continually improve the system's performance. Over time, these algorithms learn from data patterns, making the system smarter and more accurate in its predictions and responses. This aspect of continuous learning ensures that the system remains effective even as conditions and environments change, providing long-term reliability and safety.

In this section, the focus is on detailing the sophisticated components that constitute an energy-efficient automated gas safety system. By describing each element's functionality and benefits, the article provides a comprehensive understanding of how these systems offer a superior and more efficient approach to gas safety in residential setting

2. Benefits of Implementing an Energy-Efficient Automated System

A. Enhanced safety for residents

The primary benefit of an energy-efficient automated gas safety system is the significantly enhanced safety it offers to residents. With advanced sensors providing early detection of gas leaks and automated valves for immediate response, the risk of accidents and gas-related hazards is greatly reduced. The system's ability to act autonomously ensures that safety measures are engaged promptly, even in the absence of human intervention, providing a constant safeguard against potential dangers.

B. Reduction in energy consumption

These systems contribute to a reduction in energy consumption in several ways. By monitoring gas usage and detecting leaks early, they prevent the wastage of gas, which can be both costly and environmentally detrimental. Additionally, the smart management of gas appliances through the system can optimize their operation, ensuring they are used efficiently and only when necessary. This not only reduces energy bills but also aligns with environmentally friendly practices by lowering the household's carbon footprint.

C. Minimization of false alarms and system failures

The accuracy of modern sensors significantly reduces the occurrence of false alarms, a common issue with older gas detection systems. By providing reliable and precise readings, these systems ensure that responses are appropriate to the actual risk level, thereby reducing panic and inconvenience caused by unnecessary alarms. Furthermore, the integration of self-diagnostic features and regular system checks helps in early identification and resolution of any system failures, ensuring consistent reliability.

D. Remote monitoring and control for homeowners

Remote monitoring and control capabilities are a significant advantage of these automated systems. Homeowners can check the status of their gas safety system, receive alerts, and even control the gas supply remotely using their smartphones or other devices. This feature is particularly beneficial for those who travel frequently or have vacation homes, providing peace of mind that their property is safe and secure. It also allows for immediate response to alerts, further enhancing the safety of the residence.

3. Case studies

A. Examples of successful implementations of automated gas safety systems

Urban residential complex. A case study of a large urban residential complex that implemented an automated gas safety system showcases significant improvements in safety. The complex, previously reliant on traditional gas detection methods, experienced a marked reduction in gas-related incidents following the installation. The advanced sensors and automated shut-off mechanisms provided residents with enhanced safety, leading to increased satisfaction and a sense of security among the community.

Single-family home in a suburban area. An example from a single-family home demonstrates the personalized impact of these systems. After experiencing a minor gas leak scare, the homeowners installed an automated system. The system not only prevented potential future incidents but also integrated seamlessly with their existing smart home setup, adding to the home's overall safety and efficiency.

B. Real-world energy savings and safety improvements

Energy consumption analysis. Data collected from a group of homes before and after the installation of automated gas safety systems revealed a noticeable decrease in energy consumption. The systems' ability to detect even small leaks and optimize gas appliance usage resulted in lower utility bills and reduced wastage of natural gas, highlighting the economic and environmental benefits of the technology.

Safety statistics in a residential neighborhood. A neighborhood that adopted these systems across multiple homes provided valuable safety statistics. Over a year, the neighborhood saw a significant decrease in emergency calls related to gas leaks. Residents reported feeling safer, and the data reflected a tangible improvement in overall gas safety in the area.

These case studies provide concrete examples of how energy-efficient automated gas safety systems have been successfully implemented in different residential settings. They illustrate not only the safety enhancements these systems offer but also their positive impact on energy consumption and overall home efficiency.

4. Challenges and considerations

A. Initial costs and implementation challenges

Financial investment. One of the primary challenges in adopting an automated gas safety

system is the initial cost. The investment includes not just the purchase of the system but also its installation and integration with existing infrastructure. For many homeowners, this upfront cost can be a significant barrier, especially in cases where extensive modifications are required for older homes.

Technical installation. The installation process can be complex, often requiring professional expertise. Homeowners need to consider the logistics of installing advanced sensors and smart valves, especially in homes not originally designed for such technologies. This complexity can also extend the time required for installation, potentially causing temporary disruptions in the household.

B. User education and acceptance

Learning curve. Adapting to new technology always involves a learning curve. Homeowners may need to become familiar with the operation and maintenance of these systems, which can be daunting for those who are not tech-savvy. This includes understanding how to interpret alerts, manage the system via apps, and perform basic troubleshooting.

Technology acceptance. There can be a degree of skepticism or reluctance to depend on automated systems for something as critical as gas safety. Building trust in the reliability and effectiveness of these systems is crucial. Manufacturers and installers must provide clear, comprehensive information and training to homeowners to ensure confidence in using these systems.

C. Compatibility with existing home systems

System integration. Not all automated gas safety systems may be compatible with existing home infrastructures, particularly in older homes or those with outdated technology. Ensuring compatibility with current gas lines, electrical systems, and even other smart home devices is crucial for the seamless operation of the system.

Upgrades and modifications. In some cases, additional upgrades or modifications to existing home systems may be required. This not only adds to the cost but also the complexity of implementation. Homeowners must evaluate the feasibility and extent of these modifications before deciding to install an automated gas safety system.

5. Future trends and innovations

A. Integration with smart home ecosystems

The future of automated gas safety systems is closely tied to the broader evolution of smart home

ecosystems. Increasingly, these systems are expected to become a standard component of a connected home, integrating seamlessly with other smart devices for a more cohesive and interactive experience. This integration will not only enhance the functionality of individual devices but also contribute to a more intuitive and user-friendly home environment, where safety, convenience, and energy management are interlinked and easily controllable through a single interface.

B. Advancements in sensor technology and data analytics

Sensor technology is rapidly advancing, with future systems likely to feature even more sensitive and accurate detectors, capable of identifying a wider range of gases at lower concentrations. These advancements will further enhance the safety and responsiveness of gas safety systems. Additionally, the integration of sophisticated data analytics will play a crucial role. Leveraging big data and machine learning, these systems will not only detect and respond to immediate threats but also predict and prevent potential issues based on usage patterns and environmental factors. This predictive capability will be a significant step forward in proactive safety management.

C. Regulatory changes and standards for automated gas safety systems

As technology advances, regulatory frameworks and industry standards are expected to evolve accordingly. Future trends may see stricter regulations and standards being implemented for residential gas safety systems, focusing on ensuring their reliability, effectiveness, and integration capabilities. These changes will likely influence the design and functionality of these systems, pushing manufacturers to meet higher safety and efficiency benchmarks. Moreover, these regulations will play a crucial role in standardizing safety protocols across different regions, ensuring that homeowners everywhere benefit from the highest safety standards.

VIII. CONCLUSION

1. Energy-efficient automated gas safety systems represent a significant advancement in ensuring the safety and security of homes by combining state-of-the-art sensor technology, automated response mechanisms, and smart integration capabilities. Their role in enhancing safety, reducing energy consumption, and providing peace of mind to homeowners cannot be overstated. In an era where technology and sustainability are paramount, these

systems stand out as a beacon of innovation in residential safety.

2. Homeowners are encouraged to recognize the long-term benefits of investing in an automated gas safety system, not just as a safety measure but also as a step towards energy efficiency and modern home management. For industry stakeholders, the call to action is to continue driving innovation in this field, ensuring these systems are accessible, user-friendly, and meet the highest standards of safety and efficiency. Collaboration between manufacturers, policymakers, and technology experts is essential to advance these systems further and make them an integral part of every home.

3. The potential impact of these systems on the future of residential gas safety is immense. As technology continues to evolve, we can anticipate even more sophisticated systems that offer greater protection and efficiency. The integration of these systems into smart home ecosystems is set to redefine the standards of living, making homes not only safer but also more attuned to the needs and demands of modern life. The future looks promising, with these systems playing a pivotal role in shaping safer, smarter, and more sustainable living spaces.

REFERENCES

- [1]. Yekini N. Asafe, Adigun J. Oyeranmi, Oluyede A. Olamide, Akinade O. Abigael. "Gas Leakage Detector and Monitoring System". International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS).
- [2]. Jijusasukumar S., Kaviya K., Logida R., et al. "Gas Leakage Monitoring System Using IoT". Special Issue of Second International Conference on Advancements in Research and Development (ICARD 2021).
- [3]. Chandran, Ananya, and S. Kavitha. "A Smart Gas Stove with Gas Leakage Detection and Multistage Prevention System Using IoT." *International Journal of Modern Developments in Engineering and Science* 1.9 (2022).
- [4]. Baballe, Muhammad Ahmad, and Mukhtar Ibrahim Bello. "Gas leakage detection system with alarming system." *Review of Computer Engineering Research* 9.1 (2022).
- [5]. Leavline, E. Jebamalar, et al. "LPG gas leakage detection and alert system." *International Journal of Electronics Engineering Research* 9.7 (2017): 1095-1097.
- [6]. Woishe, Methila Farzana, et al. "A Secured Model of IoT-based Smart Gas Detecting and Automatic Alarm System." *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)* 3.2 (2022).
- [7]. Srinivas, Chalasani, and Ch Mohan Kumar. "Toxic gas detection and monitoring utilizing internet of things." *International Journal of Civil Engineering and Technology* 8.12 (2017).
- [8]. Rosli, Amirul Afiq, and Mohammad Faiz Liew Abdullah. "Automated Smoke and Gas Leakage Detector with IoT Monitoring System in Rural Area." *Evolution in Electrical and Electronic Engineering* 3.1 (2022).
- [9]. Subramanian, M. Athish, et al. "Gas Leakage Detection System using IoT with integrated notifications using Pushbullet-A Review." *2020 Fourth International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*. IEEE, 2020.
- [10]. Ab Ghafar, Aimi Syamimi. "Liquefied Petroleum Gas (LPG) leakage detection and monitoring system." *Journal of Science and Technology* 10.3 (2018).
- [11]. Mujawar, T. H., et al. "Development of wireless sensor network system for LPG gas leakage detection system." *International Journal of Scientific & Engineering Research* 6.4 (2015).
- [12]. Leavline, E. Jebamalar, et al. "LPG gas leakage detection and alert system." *International Journal of Electronics Engineering Research* 9.7 (2017).
- [13]. Dong, Linxi, et al. "The gas leak detection based on a wireless monitoring system." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 15.12 (2019).
- [14]. Shamsudin, Asma Afifah Ahmad, and Elfarizanis Baharudin. "IoT-based LPG Leakage Detector System with Safety Alert Mechanism." *Evolution in Electrical and Electronic Engineering* 2.2 (2021).

Received December 30, 2023.

Sergeyev Igor. ORCID: 0000-0003-3363-4328. Candidate of Science (Engineering). Associate Professor. Aviation Computer-Integrated Complexes Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. Education: National Technical University "KPI", Kyiv, Ukraine (1973). Research interests: automation of technological processors, measurement converters. Publications: 230. E-mail: igor.sergeyevi@npp.nau.edu.ua

Nastiuk Oleksandr. Master's degree student of National Aviation University. Aviation Computer-Integrated Complexes Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. Education: bachelor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine (2021). Research interests: automation and computer-integrated technologies. E-mail: 5831081@stud.nau.edu.ua

I. Ю. Сергеев, О. А. Настюк. Проблеми та вимоги при створенні енергоефективної автоматизованої системи газової безпеки житлових приміщень.

У статті досліджується розробка та впровадження енергоефективних автоматизованих систем газової безпеки в житлових приміщеннях з огляду на зростаючу потребу в підвищенні рівня газової безпеки та енергоефективності в будинках. Вона починається з обговорення важливості газової безпеки та проблем, пов'язаних з традиційними заходами газової безпеки, підкреслюючи їхні обмеження з точки зору запізнілого реагування, проблем технічного обслуговування та відсутності оптимізації енергоспоживання. Потім фокус змістився на компоненти сучасних автоматизованих систем газової безпеки, включаючи передові сенсорні технології, "розумні" клапани та інтеграцію аналізу даних і машинного навчання. Ці системи не лише ефективніше виявляють і реагують на витoki газу, але й включають енергозберігаючі функції, що відповідає сучасним тенденціям сталого життя. У статті розглядаються численні переваги цих систем, такі як підвищена безпека для мешканців, зменшення споживання енергії, мінімізація хибних тривог та можливості віддаленого моніторингу. На реальних прикладах вона ілюструє практичне застосування і позитивний вплив цих систем у різних житлових приміщеннях. Також обговорюються виклики та міркування щодо впровадження таких систем, включаючи початкові витрати, навчання користувачів та сумісність систем. Забігаючи наперед, у статті розглядаються майбутні тенденції та інновації в цій галузі, такі як інтеграція з екосистемами "розумного будинку", розвиток сенсорних технологій та регуляторні стандарти, що розвиваються. У висновках підкреслюється значна роль цих систем у майбутньому газової безпеки в житловому секторі і міститься заклик до подальших інновацій та співпраці між власниками будинків і зацікавленими сторонами галузі. Стаття позиціонує енергоефективні автоматизовані системи газової безпеки не лише як необхідну еволюцію у сфері житлової безпеки, але й як ключовий компонент екологічно стійких і технологічно просунутих будинків майбутнього.

Ключові слова – енергоефективні автоматизовані системи газової безпеки; підвищення рівня газової безпеки; енергоефективність; складові сучасних автоматизованих систем газової безпеки.

Сергеев Игор Юрійович. ORCID: 0000-0003-3363-4328. Кандидат технічних наук. Доцент. Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Освіта: Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна (1973). Напрямок наукової діяльності: автоматизація технологічних процесів, вимірювальні перетворювачі. Кількість публікацій: 230. E-mail: igor.sergeyevi@npp.nau.edu.ua

Настюк Олександр Анатолійович. Студент освітнього ступеня магістр. Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Освіта: бакалавр, Національний авіаційний університет, Київ, Україна (2021). Напрямок наукової діяльності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. E-mail: 5831081@stud.nau.edu.ua

ДОДАТОК Б

Програмний код

Для написання коду для системи з датчиком MQ-5, мікроконтролером, РК-дисплеєм, звуковою схемою, релейною схемою, світловою сигналізацією і засобами зв'язку USART використаємо мову програмування C++, яка є популярною для вбудованих систем.

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <stdlib.h>
#include "MQ5.h" // Бібліотека для датчика MQ-5
#include "lcd.h" // Бібліотека для LCD дисплея
```

```
#include <avr/interrupt.h>
#define BuzzerPin 9
#define RelayPin 10
#define sensorPin A0
#define USART_BAUDRATE 9600
#define F_CPU 16000000UL
```

```
MQ5 mq5(sensorPin);
```

```
void setup() {
    pinMode(BuzzerPin, OUTPUT);
    pinMode(RelayPin, OUTPUT);

    lcd.begin(16, 2);
    Serial.begin(USART_BAUDRATE);
```

```
sei(); // Включити глобальні переривання
}

void loop() {
    float gasLevel = mq5.readGasLevel();

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Gas Level:");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(gasLevel);

    Serial.print("Gas Level:");
    Serial.println(gasLevel);

    if (gasLevel > 200) {
        activateAlarm();
    }

    delay(2000);
}

void activateAlarm() {
    digitalWrite(BuzzerPin, HIGH);
    digitalWrite(RelayPin, HIGH);
    delay(5000); // Активуємо пристрій на 5 секунд
    digitalWrite(BuzzerPin, LOW);
    digitalWrite(RelayPin, LOW);
}

ISR(USART_RX_vect) {
```



```
// Обробка прийнятих даних через USART
char receivedData = UDR0; // Отримати прийняті дані
// Додатковий код обробки даних
}
```

MATLAB в даній роботі використовуватися для аналізу та візуалізації даних, отриманих з мікроконтролера, за допомогою засобів введення/виведення.

Нижче наведено код, який використовується в MATLAB для зчитування даних з мікроконтролера за допомогою засобу зв'язку USART:

```
```matlab
% Налаштування з'єднання через USART
serialPort = serial('COM1', 'BaudRate', 9600);
fopen(serialPort);

% Читання та візуалізація даних
try
 while true
 data = fscanf(serialPort, '%s');
 disp(data); % Вивід даних в командному вікні MATLAB

 % Тут ви можете додатково виконати аналіз та візуалізацію даних
 end
catch
 fclose(serialPort);
 delete(serialPort);
 clear serialPort;
 disp('Communication terminated.');
```

end

\*\*\*

Цей код використовує функції `serial` та  `fopen`  для встановлення з'єднання через USART та  `fscanf`  для читання даних з мікроконтролера. Також можна використовувати функції MATLAB для аналізу та візуалізації даних, залежно від конкретних потреб.