

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

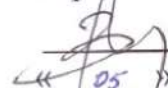
**«Оптимізація споживання електричної енергії
житлового будинку шляхом створення
автоматизованої системи управління»**

08-24.МКР.005.00.000 ПЗ


Виконала: студентка 2-го курсу,
групи ЕПА-21мз
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Марина ХОНИЧ

Керівник: к.т.н., доц каф. КЕМСК

 Володимир БОГАЧУК
« 05 » 06 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент. каф. ЕСЕЕМ

 Леонід ТЕРЕШКЕВИЧ
« 04 » 06 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КЕМСК

 к.т.н., доц. Микола МОШНОРИЗ
(прізвище та ініціали)

« 07 » 06 2023 р.

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра Компютеризованих електромеханічних систем і комплексів
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 14 Електрична інженерія
Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійна програма – Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

К.т.н., доц.

Микола МОШНОРІЗ

“ 20 ” “ 03 ” 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Хонич Марина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. : Тема роботи «Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення автоматизованої системи управління»

керівник роботи Богачук В.В. к.т.н., доц. каф. КЕМСК

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 20 ” “ 03 ” 2023 року № 68

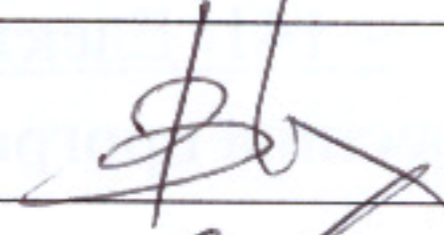
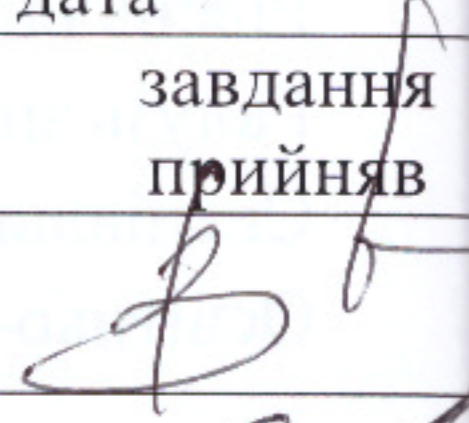
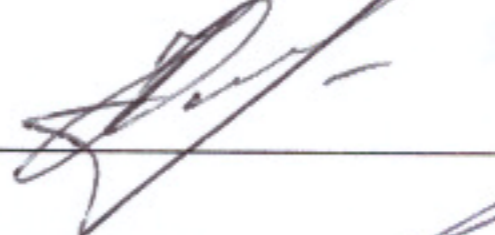



2. Строк подання студентом роботи “ 07 ” “ 06 ” 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Житловий будинок, температура та вологість в приміщеннях.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Теоретичні основи сучасних інформаційних технологій в інфраструктурі житлових будинків. Техніко-економічне обґрунтування розробки АСУЖ на базі сучасних апаратних засобів. Аналіз існуючих технічних рішень і сучасного обладнання для автоматизованої системи управління житловим будинком. Розробка структури АСУ житловим будинком і конфігурування її підсистем. Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: Матеріал необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методик.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання/видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Богачук В.В. к.т.н., доцент		
Економічна частина	Шулле Ю.А., к.т.н., доцент		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.пед.н., завідувач кафедри, професор		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	10.03.2023	век.
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	16.05.2023	век.
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	05.06.2023	век.
4	Виконання розділу «Економічна частина»	05.06.2023	век.
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	05.06.2023	век.
6	Попередній захист МКР	07.06.2023	век.
7	Нормаконтроль МКР	05.06.2023	век.
8	Рецензування МКР	09.06.2023	век.
9	Захист МКР		

Студент _____

Керівник роботи _____

(підпис)

(підпис)

Хонич М. О.

(прізвище та ініціали)

Богачук В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УКД 681.5

Хонич М.О. Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення автоматизованої системи управління. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, ОП – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Вінниця: ВНТУ, 2023. 107 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 56 назв; рис.:27 ; табл. 11

У магістерській роботі проведено огляд існуючих автоматизованих систем управління житловим будинком (АСУ), проведено аналіз основних рішень управління мікрокліматом приміщень, досліджено оптимальні параметри мікроклімату для комфортного життя. Також проаналізовано принципи організації системи безпеки об'єкта, визначено роль компонентів у процесі функціонування системи безпеки та розглянуто способи взаємодії елементів цієї системи. Побудовано UML-діаграми, розроблено структурні та функціональні схеми автоматизації цих процесів.

Дана розробка дозволить підвищити ефективність автоматизованого управління житловим будинком для досягнення комфортного проживання та ефективного захисту майна та особистої безпеки споживача.

Ключові слова: контролер, давач, автоматизована система управління.

ABSTRACT

UDC 681.5

Khonych M.O. Optimizing the consumption of electrical energy in a residential building by creating an automated control system. Master's qualification thesis on specialty 141 - Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics, OP - Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics. Vinnytsia: VNTU, 2023. 107 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 119 titles; Fig.: 30; table 10

In the master's thesis, an overview of the existing automated residential building management systems (AMS), an analysis of the main solutions for managing the microclimate of the premises was carried out, and the optimal parameters of the microclimate for a comfortable life were investigated. The principles of organization of the object's security system were also analyzed, the role of components in the functioning of the security system was determined, and the methods of interaction of the elements of this system were considered. UML diagrams were built, structural and functional automation schemes of these processes were developed.

This development will increase the efficiency of automated management of a residential building to achieve comfortable living and effective protection of property and personal safety of the consumer.

Keywords: controller, transmitter, automated control system.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНФРАСТРУКТУРІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ АСУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ НА БАЗІ СУЧАСНИХ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ	11
1.1 Обґрунтування актуальності систем енергопостачання розумного будинку	11
1.2 Суть технічної проблеми яка склалась на даному етапі розвитку	12
1.3 Особливості та розвиток інтелектуальної системи «Розумний будинок» в інфраструктурі житлових будинків	15
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ І СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЖИТЛОВИМ БУДИНКОМ	19
2.1 Основні поняття побудови системи охорони	19
2.2 Вибір обґрунтування обладнання для розробки АСУ житловим будинком	26
2.3 Аналіз та дослідження процесу формування мікроклімату у житловому будинку	34
2.4 Висновки по розділу	37
3 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ АСУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ І КОНФІГУРУВАННЯ ЇЇ ПІДСИСТЕМ	38
3.1 Розробка моделі процесу регулювання мікроклімату приміщень	38
3.2 Характеристика параметрів АСУ житлового будинку	43
3.3 Алгоритм роботи АСУ житлового будинку та її елементів	45

3.3.1 Структурні схеми АСУ житлового будинку та її елементів.....	45
3.3.2 Функціональні схеми АСУ житлового будинку та її елементів.....	48
3.3.4 Алгоритм роботи підсистеми для контролю доступу	54
3.3.5 Алгоритм роботи охоронної підсистеми	55
3.3.6 Алгоритм роботи підсистеми регулювання температури.....	57
3.4 Висновки по розділу	57
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	58
4.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку автоматизованої системи управління житловим будинком.....	58
4.2 Розрахунок чистого прибутку виробника у випадку впровадження та реалізації нашої розробки.....	61
4.3 Термін окупності витрат для виробника.....	65
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	66
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	66
5.1.2 Електробезпека	69
5.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	70
5.2.1. Мікроклімат	70
5.2.2. Склад повітря робочої зони.....	71
5.2.3. Виробниче освітлення	72
5.2.4. Виробничий шум.....	73
5.2.5 Фактори трудового процесу.....	74
5.3.1 Дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку в умовах дії іонізуючих випромінювань.	76

5.3.2 Дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління системи електропостачанням житлового будинку в умовах дії електромагнітного імпульсу.	78
ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81
Додаток А (обов'язковий) Технічне завдання	895
Додаток Б (обов'язковий) Ілюстративні матеріали	90

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасні інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології були поставлені на порядок денний і дали можливість реалізувати ідею побудови автоматизованої системи управління житловим будинком (АСУ) «Розумний дім». Така система дозволяє дистанційно контролювати параметри будинку та контролювати його функціонуванням. Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці та дослідженню окремих підсистем системи автоматичного керування. Сучасна статистика свідчить, що квартирних крадіжок щодня відбувається незліченна кількість, збитки від злодійських дій нерідко сягають кількох десятків, а іноді й сотень тисяч гривень.

Захист приміщень від зовнішнього проникнення є одним з головних завдань домашньої автоматизації. Ще одним важливим моментом для комфортного життя в будинку є мікроклімат в приміщенні і можливість його регулювання за бажанням. Тому розробка підсистем кліматичного моніторингу та підсистеми безпеки автоматизованої системи управління житловим фондом є актуальною проблемою.

Метою роботи є підвищення ефективності автоматизованої системи управління житловим будинком шляхом розробки адекватних моделей регулювання мікроклімату будинку та управління його безпекою.

Завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

- Аналіз існуючих систем;
- Зробити порівнювальний аналіз існуючих систем;
- Дослідити оптимальні параметри для найбільш ефективною роботи системи
- Розробити алгоритми роботи системи;
- Розробити структурну і функціональну схеми системи;
- Здійснити розрахунки економічної ефективності системи;

- Зробити висновки по досліджуваній системі.

Об'єктом дослідження є процес автоматизації управління мікрокліматом і охоронною системою у житловому будинку.

Предметом дослідження є апаратний комплекс автоматизованої системи управління житловим будинком.

Новизна роботи. Вдосконалено процес автоматизації управління системою безпеки та мікрокліматом приміщень, що на відміну від існуючих більш ефективно захищає приміщення від злоумисників. та реалізує ефективний автоматичний ПД-контроль клімату на базі розробленої моделі за рахунок розміщення мінімуму датчиків по периметру, які охоплюють максимум площ об'єкта та не залишає «сліпих зон» в приміщенні.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені засоби та методи дозволяють створити високий рівень безпеки будівлі та легко контролювати її стан в режимі реального часу. Проектування такої системи безпеки передбачає оснащення житла елементами сигналізації, який повинен контролювати усі можливі шляхи несанкціонованого доступу до об'єкта.

Друга ланка – це забезпечення комфортного життя в будинку, створення сприятливого мікроклімату в приміщенні. Розроблений алгоритм управління, заснований на законі регулювання PID, створює сприятливі кліматичні умови в будинку, підтримуючи їх на заданому рівні і забезпечує можливість самостійного регулювання.

Для реалізації даного дослідження використовувався контролер Siemens S7-1200 –контролер, який визнаний оптимальним для малої автоматизації. Його переваги – ціна, розвиток і перспективність.

Особистий внесок студента.

Полягає у подальшому розвитку і вдосконаленні автоматизованої системи управління житловим будинком, а також у розробці оптимальних методів споживання електричної енергії.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНФРАСТРУКТУРІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ АСУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ НА БАЗІ СУЧАСНИХ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ

1.1 Обґрунтування актуальності систем енергопостачання розумного будинку

В умовах обмеженості та невідновлюваності енергетичних ресурсів на планеті чи окремій країні проблема раціонального та логічного використання виробленої електроенергії набуває значної актуальності..

Сьогоднішні технології та майбутнього так званого людством «розумного будинку» дозволяють автоматизувати управління системами всіх електроприладів житлового будинку, забезпечуючи комфорт, захист та значні економічні запаси електричної енергії. Основні підсистеми житлового будинку, що забезпечують енергозбереження є:- управління електричним освітленням; - автоматизована системи прогріву (кондиціонери, автоматизовані газові котли індивідуального прогріву); - контроль і регулювання іншими комунікаціями. Основний дорогою економії електричної є:

- збільшення ефективності використання електричної енергії;
- зменшення не раціонального споживання електроенергії;
- пошук і використання альтернативних джерел електроенергії.

Збільшення енергоефективного споживання електроенергії можна отримати шляхом заміни електрообладнання на більш енергоефективне обладнання. Всі ці пристрої дозволяють відчутно знизити загальне енергоспоживання електроенергії.

Сьогодні до 10 - 15% вироблюваної в світі Земля електричної енергії споживається на освітлення. Скоротити розрив споживання електричної енергії на ці завдання можна шляхом більш раціонального її застосування.

Актуальність інтелектуальної інноваційної системи РС для України на великому і малому ринку важко переоцінити значимо. Використовуючи культивування інтелектуального розумного будинку, дозволяє досягти 20 - 30% економії на непристойності комунальних послуг. Цей значимий факт готові сприйняти до уваги і творці будівель, які передбачають застосування технології інтелектуального розумного будинку в 30% проєктованих і піднімаються будинків. Корисні можливості «розумного будинку» роблять набагато стійкими і довговічними на століття все системи життєзабезпечення людини, завдяки оптимізації якісних зв'язків між ними. Якщо ж згадувати про нові будівлях - то використання РС знімає можливі конфлікти між розумними системами, збільшує термін потенційної служби всієї будівлі, зменшуючи ризик для творців будівель і проживаючих осіб.

1.2 Суть технічної проблеми яка склалась на даному етапі розвитку

Сьогодні багато людей оптимізують своє житло, щоб не робити багато речей для комфортного життя, тому забезпечують своє житло функціями «інтелекту». Це поняття можна сформулювати так: «розумний будинок» – це приміщення, обладнане системами, що забезпечують автоматичне виконання дій, необхідних для підтримки знаходиться в оптимальному та комфортному для людини стані. Головним поняттям комфортного життя є безпека. Щоб у власному будинку почуватись у безпеці, як правило, встановлюють охоронну систему. У житловому будинку ця система є одним із основних компонентів (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Складові частини системи «розумний» дім

Технічна проблема полягає в тому, що зовнішня сигналізація має недостатню надійність, тобто деякі види зовнішньої сигналізації не створюють перешкод для злочинців. Цілком очевидно, що для того щоб вирішити дану проблему необхідне використання сучасних технологій та сучасного обладнання, наприклад, такі як магнітоконтактні (геркони), інфрачервоні датчики руху або датчики розбиття скла. Використання охоронних систем з такими датчиками унеможливує несанкціонований доступ в приміщення, але, з іншого боку, вони досить дорогі. Тому виникає необхідність створення відносно надійної та дешевої системи безпеки. Розроблена система безпеки відповідає вимогам поставленого завдання.

Другою важливою частиною «розумного будинку» системи є можливість автоматизованого регулювання мікроклімату, що є досить цікавим науково-технічним завданням.

З наукової точки зору мікрокліматом житлового будинку є фізичні фактори внутрішнього середовища приміщення. З фізичних факторів можна

виділити такі три головні фактори: вологість, температуру та швидкість руху повітря.

Ще до дуже важливих факторів, які визначають комфортне проживання в будинку, можна віднести метеорологічний фактор.

Вплив певних мікрокліматичних факторів на людину створює різні умови для теплообміну організму та навколишнім середовищем і забезпечує певний функціональний стан – тепловий. Воно визначається не тільки суб'єктивним відчуттям тепла людиною, а й характером тих процесів терморегуляції, які виникають в організмі людини при зміні метеорологічних умов. Тепловий стан впливає на фізіологічні системи організму та визначає функціональні можливості людини та її здоров'я. Це обумовлює актуальність регулювання температури як складової мікроклімату в приміщеннях житлових і громадських будівель..

Оптимальними вважаються такі значення показників мікроклімату, які при тривалому перебуванні на людині забезпечують нормальний тепловий стан організму з мінімальним навантаженням на механізми терморегуляції та відчуття комфорту не менше 80% людей у приміщенні. . Незважаючи на уявну простоту і зрозумілість, порушення мікроклімату є найбільш частими серед усіх порушень санітарно-гігієнічних норм.

Допустимі умови мікроклімату - це параметри мікроклімату, здатних спричинити тривалий і систематичний вплив на людину які викликають короточасні і швидко нормалізовані зміни теплового стану організму, що супроводжуються навантаженням на механізми терморегуляції, що не виходить за межі фізіологічних пристосувальних можливостей.

Важливими чинниками формування мікроклімату в приміщенні є, зокрема, конструкція будівлі та системи опалення, вентиляції та кондиціонування.

Система контролю мікроклімату будівлі - це комплекс технічних засобів, які отримують і використовують інформацію про спостережувані зміни станів технологічного процесу очищення повітря, підтримують задані

значення параметрів мікроклімату в кондиціонованих приміщеннях при роботі системи. функціонування в умовах безперервних збурень, забезпечуючи при цьому раціональний протікання або інший технологічний процес обробки повітря.

Основні функції автоматизованої системи управління разом з точним підтриманням заданих значень параметрів мікроклімату (стабілізація або програмне автоматичне налаштування), є:

- контроль стану окремих елементів і усієї системи;
- захист обладнання від перевантаження;
- блокування окремих елементів для безпечної роботи системи;
- зменшення споживання електричної енергії, палива а також теплової енергії.

1.3 Особливості та розвиток інтелектуальної системи «Розумний будинок» в інфраструктурі житлових будинків

Будинок як живий організм, він може бачити і чути, що відбувається всередині і зовні, приймати ті чи інші рішення, повідомляти про зміни, коли вас немає.

Існує багато різних пристроїв, які об'єднуються, щоб створити те, що називається «розумним будинком». Почнемо з того, що це центральний і головний пристрій. Він має канал зв'язку з усіма пристроями в будинку, які до нього підключені. Контролер керує всіма системами, може бути запрограмований на будь-яку ситуацію у вашому домі, а також здатний приймати самостійні рішення. До центрального контролера підключається все обладнання будинку, наприклад: електронні замки, відеокамери, мікрофони, датчики витоку води та газу, освітлення всієї будівлі та багато іншого. Все це об'єднано в домашню мережу (Universal Plug'n'Play - мережа) [19], яка, в свою чергу, має вихід в Інтернет, тим самим дозволяючи управляти своїм будинком, перебуваючи в будь-якій точці земної кулі [3]. Припустимо, ви переїжджаєте на дачу, перебуваючи далеко від дому. Через свій мобільний телефон або

ноутбук ви підключаєтеся до контролера свого будинку і переглядаєте ситуацію: ви можете змінювати температуру, використовуючи доступ до кондиціонера; підключитися до відеокамер і спостерігати за тим, що відбувається в будинку в реальному часі; прочитати повідомлення з автовідповідача; побачити всіх, хто приходив під час вашої відсутності; дізнатися точний час, коли члени вашої родини прибули або вийшли з дому та багато іншого [19].

Система обмеження доступу в цій схемі дозволяє повністю контролювати доступ до вашого будинку з будь-якої точки світу. Для повного розуміння необхідно уявити, як працює система [20]. Наприклад, кожен день ви йдете на роботу в офіс, і кожен раз система відключає електрообладнання і опалення. Вдома нікого немає. А ви вирішуєте до свого приїзду розігріти котел, включити опалення або кондиціонер і налаштувати саме ту температуру, яка буде комфортною для вас, і навіть можете встановити різну температуру в різних кімнатах. І все це здійснюється на відстані десятків кілометрів.

Система «розумний дім» може надати набагато більше можливостей, її можна розширювати до нескінченності, підключаючи до центрального контролера все нові й нові пристрої та датчики, збільшуючи тим самим можливості свого будинку [21]. Але головне, де б ти не був, що б не робив (відпочивали за містом, їздили у закордонне відрядження, переїжджали в офіс) - ви можете дізнатися, що саме відбувається у вашому будинку чи квартирі за адресою у будь-яку секунду, до найдрібніших деталей, і керуйте всім, що підключено до цієї системи [21].

Особливим місцем в структурі житлового будинку є система безпеки і системи контролю доступу, які відповідають, як видно з назви, за безпеку всіх, хто проживає в «розумному будинку» [1]. Деякі характерні особливості такої системи будуть розглянуті нижче. На думку більшості експертів, система безпеки в житловому будинку здійснюється шляхом двох основних векторів. Перший вектор відповідає за інженерну безпеку в «розумному будинку», а

другий спрямований на дотримання особистої (охоронної) безпеки мешканців «розумного будинку».

Інженерна безпека – це система інтелектуального контролю за станом усіх інженерних систем «розумного будинку», з автономним реагуванням для того щоб вирішувати проблему, що виникла, і одночасного оповіщення власників і спеціалізовані служби про те, що відбувається в житловому будинку [1]. Загалом інженерна безпека забезпечується за допомогою складного механізму взаємодії таких основних підсистем, як:

- система контролю потоку води,
- пожежна сигналізація та автоматична система пожежогасіння,
- система управління електропостачанням,
- система управління газопостачанням.

Розглянемо роботу інженерної системи безпеки на конкретному прикладі. Припустимо, що в приміщенні виникла несанкціонована пожежа [26]. У цьому випадку в першу чергу спрацюють спеціальні контрольні датчики.

Останні реагують на різкі зміни температурного режиму приміщення, а також на зміну складу повітря. Спрацьовування зазначених датчиків супроводжуватиметься спрацьовуванням системи протипожежного захисту «розумний будинок»: миттєво перекриють газ, обмежать подачу свіжого повітря та вимкнуть електроенергію. Паралельно система виконуватиме й інші особливо важливі функції. Наприклад, пожежна служба міста отримає сигнал про виникнення пожежі, але ще до прибуття пожежної бригади система запуститься самостійно та почне видалення диму та локальне гасіння пожежі [26]. Всі ці дії відбуватимуться, якщо на момент пожежі в будинку не буде людей. У цій ситуації система надішле повідомлення, наприклад, через SMS, що почалася пожежа. Якщо на момент пожежі в квартирі чи будинку були люди, система «розумного будинку» першим включає звукову (візуальну) пожежну сигналізацію, щоб сповістити присутніх про те, що відбувається.

Подібні дії буде здійснювати система інженерної безпеки у разі витoku води, газу, замикання електропроводки [26].

Таким чином, інженерна безпека «розумного будня» допомагає відстежувати та швидко реагувати на виявлені проблеми 24 години на добу щодня, що забезпечує вам максимальну економію електроенергії.

Особиста (охоронна) охорона системи «розумного будинку» - це контроль за несанкціонованим перетином периметру приміщень, що охороняються. Крім того, система безпеки призначена для запобігання порушення цілісності будівлі, що охороняється, а також контролює допуск до нього сторонніх осіб.

У свою чергу, основними елементами безпеки [1] є:

- система відеоспостереження
- домофонна система
- охоронна сигналізація

1.4 Висновки по розділу

Важливою частиною комфортного життя у власному будинку є безпека мешканців. Більшість коштів, вкладених у встановлення та налаштування системи «розумний дім», зазвичай витрачається на її безпеку, але натомість вона гарантовано має повний контроль над усіма приміщеннями та попередження про вторгнення.

Використання даної системи є вигідним рішенням для підвищення життєзабезпечення та комфорту в житлових будинках. Але, головним і актуальним питанням завжди залишається енергоефективне використання житлово-комунальних послуг, за допомогою системи «розумний дім» це можна зробити більш ефективно.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ І СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЖИТЛОВИМ БУДИНКОМ

2.1 Основні поняття побудови системи охорони

Дуже часто використовується два способи побудови автоматизованих систем в розумному будинку: перший — на основі програмованих контролерів, а другий — на віддаленому комп'ютері, який називається сервером. Але і в тій, і в іншій установці потрібен комп'ютер для зберігання аудіо- та відеоархівів з камер спостереження, журналів подій та звітів про стан системи.

Основні елементи, складові одну велику систему - розумний будинок:

- Виконавчі апарати. Це механізми, які здійснюють прямі дії: вмикають або вимикають опалення, світло та різні прилади, відкривають двері та вікна, прибирають, поливають, доставляють – словом, роблять усе те, що зараз робимо ми самі.
- Датчики і сервери. Пристрої, які контролюють параметри контрольованих процесів в будинку і видають їх значення в центральний орган управління. Це можуть бути давачі які контролюють вологість, температуру повітря, давачі руху, шуму та інші.
- Шини або провід, що з'єднують всю систему в одне ціле.
- Центр електронний – це головний орган, який здійснює: управління всією системою в цілому.

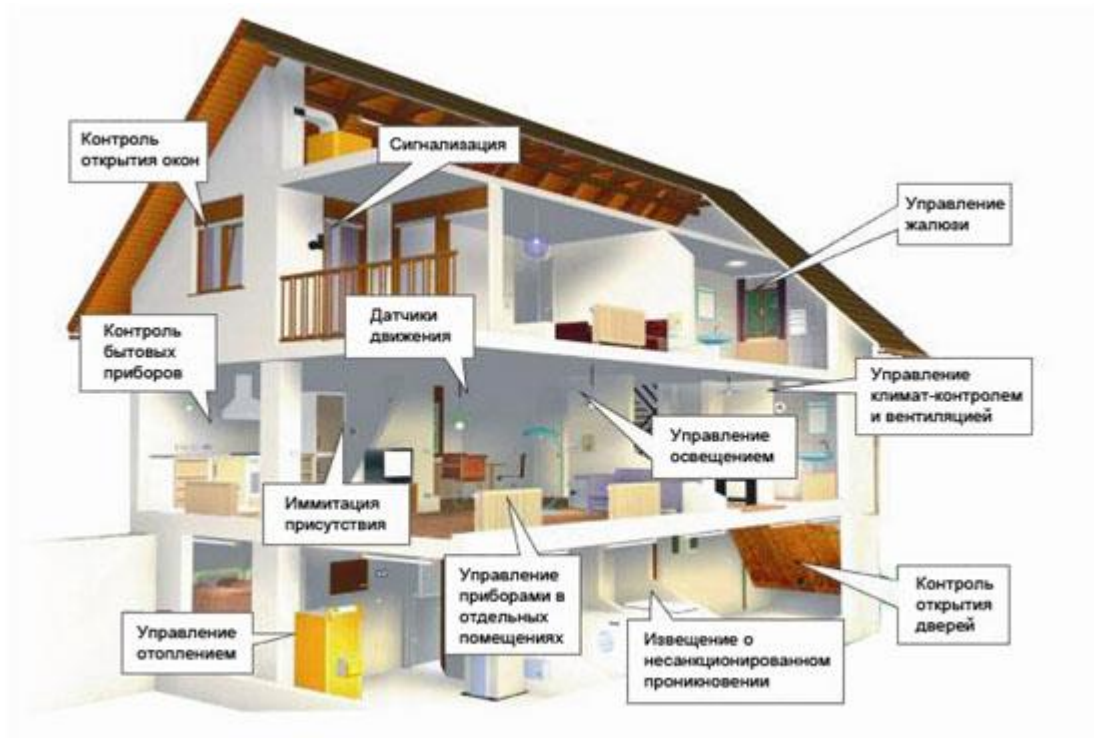


Рисунок 2.1 - Загальне розташування пристроїв в системі «розумний дім».

«Розумне» управління відноситься до набору стандартів, які об'єднують різні технічні засоби в єдиний організм. Пропоновані на ринку системи мають бути відкритими також підтримувати багато сучасних протоколів зв'язку та інтегруватися з системами інших виробників.

Системи охоронної сигналізації можна поділити на наступні типи:

- Сигналізація автономна. Принцип його дії полягає у подачі попереджувального сигналу (звукового або світлозвукового) у разі несанкціонованого проникнення на територію, яка знаходиться під охороною. Засоби автономної сигналізації реалізує незалежний, незалежний контроль над об'єктом. У вкладці приватного будинку або квартири активація сиренізації виконує свою основну функцію - видалення незаконно прониклих осіб і припинення їх подальших протиправних дій. Автономна сигналізація також сповіщає про пожежу, задимлення, порушення цілісності системи газо- чи

водопостачання. Така система не забезпечує зв'язку з пультом централізованої охорони.

- GSM сигналізація. При використанні даного виду охоронної сигналізації яка знаходиться на території охоронюваного об'єкта встановлюються спеціальні датчики і GSM-модуль. Управління системою також здійснюватиметься за допомогою панелі керування. У разі спрацьовування датчика дана система передає сигнал про тривогу у вигляді SMS або голосових повідомлень на мобільний телефон власника або відповідальних осіб, також на центральний пульт управління. Цей тип охоронної системи також запускається за допомогою брелока або клавіатури.

- Сигналізація з використанням телефонного зв'язку. Як і в інших типах систем, кімната оснащена спеціальними датчиками, блоком зв'язку і пультом управління. При надходженні сигналу тривоги в систему спрацьовує модуль, що відправляє голосові повідомлення на запрограмовані номери телефонів. Включення та вимикання сигналізації здійснюється за допомогою клавіатури або спеціального брелка.

- Сигналізація з виходом на пульт охорони. Приміщення обладнане датчиками та модулем зв'язку, які суміщені з пультом керування. При спрацьовуванні одного з датчиків сигнал з ППК буде направлений на пульт централізованої охорони. В якості каналів зв'язку з ППК з метою підвищення надійності можуть використовуватися телефонні лінії, радіочастотні канали, модулі GSM, можливо одночасно використовувати кілька із перерахованих способів для передачі даних. Налаштування сигналізації та зняття з охорони здійснюється автономно з підтвердженням дії оператором пульта охорони.

Підсумок по опису охоронних систем можна звести до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Порівняння характеристик видів охоронних систем

Параметр/Назва	Автономна сигналізація	Система сигналізації GSM	Сигналізація за допомогою телефонії	Сигналізація з виходом на пульт охорони
Автономність	+	-	-	+
Світловий та звуковий	+	-	-	+
Наявність пульта управління	-	+	+	+
Зв'язок з пультом централізованої охорони	-	-/+	+	+
Повідомлення власника про порушення схеми безпеки (Дзвінок/SMS)	-	+	+	-

Для розробленої системи використано комбінацію кількох типів описаних систем, а саме: GSM сигналізації та сигналізації з виходом на пульт охорони. Вони максимально задовольняють потреби мешканців приватного будинку і дозволяють вирішити проблему одночасного сповіщення про безпеку особисто господарів і відякати злодіїв.

У системі безпеки інтелектуального будинку найважливішою і дорогою складовою є система безпеки. Проектування та розробка такої системи безпеки передбачає оснащення житла елементами сигналізації, які повинні

контролювати можливі шляхи несанкціонованого доступу на об'єкт. Пристрої детектування дозволяють фіксувати переміщення людей через дверні та віконні прорізи, через каналізацію та огорожу. Також викривачі повідомлятимуть про спроби руйнування стін та стелі.

Важливу роль в оснащенні житла такими технологіями відіграє безпека, як інформаційна, так і фізична.

Система фізичного захисту - це: комплекс програмних та технічних засобів, також сил безпеки, що реалізують заходи (рис. 2.2), спрямовані на:

- суб'єкт загрози з метою його фізичної нейтралізації;
- об'єкт захисту з метою підвищення його резистивних властивостей протистояти інфекційним впливам;
- фізичне середовище, що розділяє суб'єкт загрози та об'єкт захисту з метою уповільнення (затримки) та послаблення інфекційної природи.

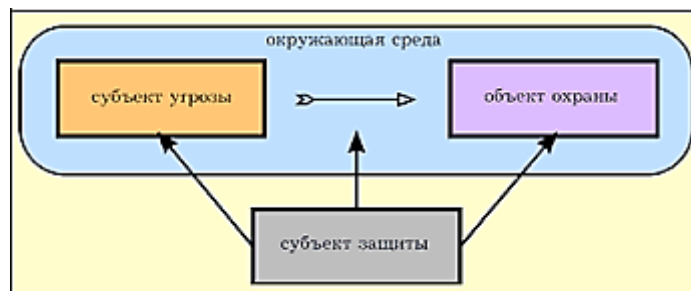


Рисунок 2.2 - Структура взаємодій в системі фізичного захисту

Регулювання системи фізичного захисту можна розділити на такі дві групи за методами реалізації функцій моніторингу безпеки для виявлення «зовнішніх» і «внутрішніх» порушників:

Безпосереднє виявлення зовнішнього порушника за характером порушень у фізичному середовищі, викликаних його несанкціонованим проникненням у контрольований (охоронюваний) простір, у якому він раніше був відсутній.

Контроль інциденту по зонах, реакція на зміну обстановки може бути різною: повідомлення на пульт служби безпеки, смс власнику або його

довіреною особам. Наприклад, служба охорони отримає сповіщення про несанкціоноване проникнення в будинок, а про відкриття сейфа або навіть про те, що в офіс зайшов хтось надмірно цікавий, прийде тільки власник будинку.

Щоб система надсилала протоколи подій на хост, комп'ютер має бути підключено до Інтернету. Це невід'ємна частина обміну інформацією, яка також під контролем. Необхідно використання спеціального програмного забезпечення, що має змогу захистити комп'ютер від шкідливих програм та атак із глобальної мережі та не допустить витоку інформації.

Двері, ворота, шлагбауми. Всі можуть бути обладнані пристроями доступу, як кодованими, так і зчитуючими інформацію з карт доступу, радіочіпами, або призначеними отримати біометричні дані. Персоналізація засобів доступу дозволяє отримувати точну інформацію про рух мешканців або співробітників у будівлі. Не всім працівникам, відвідувачам або домашнім працівникам буде надано доступ до деяких кімнат.

Ще однією важливою складовою системи безпеки є відеоспостереження. Домофон, камери, розташовані зовні та всередині будівлі, підключаються до телекомунікаційних пристроїв через контролер. Спостерігати за тим, що відбувається поза будівлею, можливо з будь-якого телевізора чи комп'ютера, які встановлені в будинку, або дистанційно, з пульта охорони, екрану комп'ютера або смартфона.

Камери можна встановити як видимими, так і невидими. Події знімаються на відео, записи своєчасно зберігаються на сервері.

Ще одна неочевидна, але корисна особливість: співробітники компаній, відвідувачі магазинів, домашні робітники та просто перехожі часто поведуться набагато більш дисципліновано, знаючи, що за ними можуть спостерігати.

Енергетичну безпеку забезпечуватиме система енергопостачання. У разі відключення електроенергії на кілька секунд включається автоматичний резерв і включається автономна генераторна установка на основі двигунів внутрішнього згоряння або на основі газогенераторів. Ви також можете

використовувати акумуляторні батареї, тільки якщо їх ємність і час роботи достатні.

Місцеве живлення електронних компонентів здійснюється джерелами безперебійного живлення.

Автором запропоновано принцип побудови захисту житлового будинку за допомогою наступних ліній захисту:

- Першою лінією захисту є засоби виявлення. До яких відносяться камери відеоспостереження та датчі, що використовують різні фізичні принципи, які повідомляють про проникнення та місцезнаходження злочинця. Пристрої стеження покликані виявляти сторонніх осіб і повідомляти про це власнику будинку або охоронній структурі поліції.

- Друга лінія захисту - забезпечує безперешкодний прохід власника та членів сім'ї, використовуючи всі засоби для обмеження доступу на територію ферми та в приміщення будинку непроханим гостям. Заходи безпеки – міцні двері на вході на територію з дистанційними замками, двері на вході в будинок, домофони, обладнані телекамерами. Всі ці пристрої допомагають затримати просування злочинця.

- Третя лінія захисту - на даному етапі пристрої охорони допомагають блокувати переміщення зловмисника в будинку і мають вплив на психічний стан зловмисника. До даних пристроїв мають відношення замки, що блокують двері між кімнатами, психічний вплив за допомогою звуку і світла, а також такі несподівані дії: дим, газ, електрика.

- Четверта лінія захисту - забезпечує захист сейфів і сховищ від відкриття. А для людей, які живуть в будинку, я пропоную обладнати укриття, щоб відсидіти в разі нападу чи збройного нападу, до приїзду поліції.

- Щоб захистити будинок і людей, які в ньому живуть, не обов'язково охороняти його як секретний об'єкт. Оптимальним рішенням є установка двох-трьох відкритих камер спостереження і установка прихованої системи датчиків.

2.2 Вибір обґрунтування обладнання для розробки АСУ житловим будинком

Для забезпечення безпеки житловий будинок обладнаний певними датчиками, які допомагають виявляти загрози.

Для розробленої АСУЖ вирішено використовувати три типи передавачів; магнітно-контактні сповіщувачі СМК-1, сповіщувачі розбиття скла STAR та сповіщувачі руху BINGO. У порівнянні з аналогами вони мають відносно невисоку вартість, а також використання нових технологій виявлення, що в свою чергу підвищує ефективність виявлення порушень схеми безпеки.

Датчики BINGO використовують унікальну спеціально розроблену оптичну лінзу з технологією чотирьохелементного зображення (4 PIR сенсора- "Quad") та електроніку на базі новітньої спеціалізованої IMS.

Ця технологія виключає помилкові спрацьовування дрібних і домашніх тварин. Високий рівень стійкості до джерел прямого світла. BINGO оснащений ширококутним об'єктивом з міцною структурою з функцією імунітету тварин. На малюнку 2.3 показана діаграма спрямованості датчика BINGO.

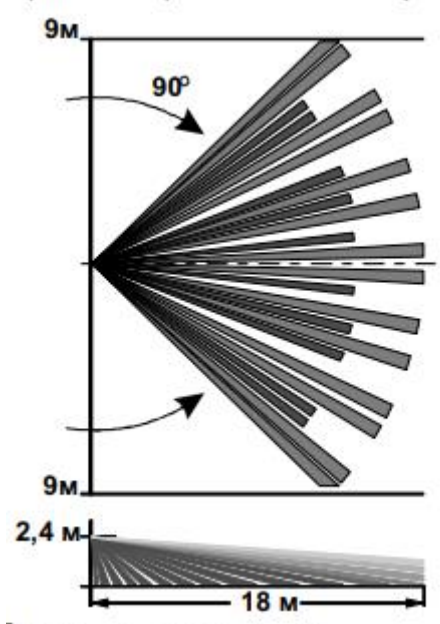


Рисунок 2.3 - Діаграма направленості ПЧ-давача «BINGO»

Зовнішній вигляд ІЧ-давача «BINGO» наведено нижче (рисунок 2.4)



Рисунок 2.4 - ІЧ-давач «BINGO»

Про розбиття скла у вікнах сповіщають спеціальні передавачі. При розбитті скла лунають два послідовних звукових сигналу, що відрізняються за частотою. Унікальна схема фазочастотного поділу дозволяє розділити ударний сигнал і сигнал розбитого скла, що є гарантією від помилкової тривоги. Немає необхідності зміцнювати детектор безпосередньо на склі, забезпечуючи захист по всьому об'єкту, може він сам захистити кілька вікон. Схема роботи сповіщувача розбиття скла «STAR» представлена на рисунку 2.5. Його зовнішній вигляд показано на малюнку 2. 6.

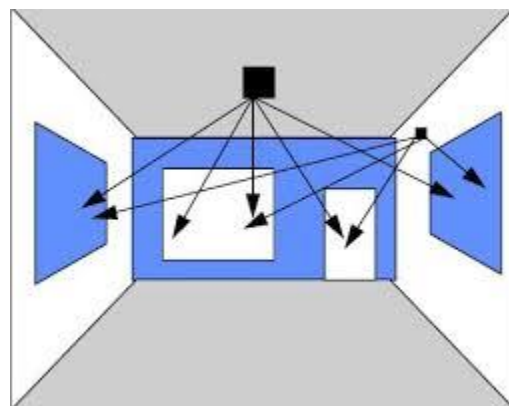


Рисунок 2.5 . Схема роботи давача розбиття скла «STAR»



Рисунок 2. 6 -Давач розбиття скла «STAR»

Кнопка тривоги з фіксацією і ключем.

Сповіщувач призначений для генерування сигналу тривоги при виявленні небезпеки. Застосовується з технічними засобами охоронно-пожежного захисту або охоронна сигналізація, що реагує на спрацьовування включеного сповіщувача в сигнальний шлейф приймально-контрольного пристрою та активованого особою, яка виявила тривожну ситуацію або зазнала нападу.

Сповіщувач призначений для безперервної цілодобової роботи з приймально-контрольними приладами та напругою шлейфу 12 В та іншими протипожежними технічними сигналізаторами з максимальною напругою постійного струму 60 В і максимальною силою постійного струму 30 мА.

Стандартизації в розробці систем безпеки немає, все залежить від типу охоронного об'єкта, місця його розташування та побажань замовника. Зазвичай такі системи будуються індивідуально під кожне замовлення з узгодженням усіх потреб і особливостей, тому проводити варіантний аналіз недоцільно.

В даний час розроблено безліч технічних рішень для контролю мікроклімату в будинку, таких як інверторні і неінверторні кондиціонери.

Простота в налаштуваннях і відсутність великих навантажень на електромережу за рахунок відсутності постійних включень - головні переваги

інверторних кондиціонерів перед неінверторними. Інверторний кондиціонер споживає на 30-40% менше електроенергії, ніж звичайний, і точніше підтримує певну температуру. Це є дуже важливим фактором при виборі кондиціонера для голих підлог, коли можна випадково залишити весь будинок без світла.

Для вентиляції побуту зазвичай використовують наступні типи кондиціонерів: настінні (спліт-системи, мульти-спліт-системи), віконні (моноблочні) і підлогові (моноблочні) кондиціонери.

Спліт-системи відрізняються від звичайних кондиціонерів дизайном, технологією і шумом. Відмінність конструкції полягає в тому, що спліт-системи включають як мінімум два блоки, які можна підлаштувати під дизайн квартири. Технологічна відмінність - спліт-система, в порівнянні з кондиціонером, має великий набір функцій, починаючи від клімат-контролю та до можливості керування дистанційно. Спліт-системи оснащені високоякісними фільтрами і конденсаторами. Також дуже складно знайти досить тихе рішення серед кліматичного обладнання, але спліт-системи з цим успішно справляються.

Так, для системи клімат-контролю була обрана інверторна спліт-система типу LG P12EP.NSJ/P12EP.UA3, вона має наступні характеристики: Режим охолодження, обігрів, вентилятор, автоматичне осушення, фільтрація повітря, нічний турбо режим. . Споживана потужність 1,08 кВт. Потужність в режимі охолодження 3,5 кВт. Потужність в режимі циркуляції 3,5 кВт. З рівнем шуму 41/35/27/19 дБ. Встановлення даного кондиціонеру можливе в невеликих приміщеннях (до 35 м²).

Давач кімнатної температури ДВТ-02-КМ наведено (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 - Давач вимірювання температури

Технічні характеристики наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики давача ДВТ-02-КМ

Діапазон вимірювання	-35...+90°
Тип підключення	2-провідне клемне
Кріплення	На плоску поверхню
Розміри	81x79x26
Відносна вологість	<95%
Чуттєвий елемент	Ni1000 ТК5000
Ступінь захисту	IP30

Датчик використовується для вимірювання температури в приміщеннях. Можна встановлювати в приміщеннях, офісах і т.д. Висота установки не повинна перевищувати 1,5 м.

Для зв'язку елементів СКУД та обробки даних використовувався програмований логічний контролер Siemens S7-1200. Вибір заснований на високій надійності і можливості швидкої обробки даних в режимі реального часу.

Модульні контролери сімейства SIMATIS S7 унікальні за своїми характеристиками та комунікабельністю в системах автоматизації низького та середнього рівня. Можливість роботи в режимі реального часу, як в обмежених схемах, так і в складних системах управління, використовуючи різні стандарти підключення, зрозумілий і зручний інтерфейс, неймовірно повний набір функцій і дискретні роз'єми роблять контролери SIMATIS S7 надзвичайно популярними і потрібними для вдосконалення..

Простота установки і налаштування, малі габарити і висока продуктивність є незаперечними перевагами центральних процесорів SIMATIS S7 перед аналогами.

Простота установки і налаштування, невеликі габарити і висока продуктивність є незаперечними перевагами центральних процесорів SIMATIS S7 перед аналогами.

Порівняємо контролери цієї лінійки, щоб визначити переваги та недоліки.

Порівняння контролерів Siemens S7:

1. Програмне забезпечення Siemens S7-200 MicroWin і складається з двох несумісних ліній S7-210 і S7-220. S7-200 має наступні недоліки: відсутність деяких необхідних функцій, відсутність емулятора, а також відсутність підтримки панеллю TD200 кирилиці. Хоча багато програмістів вважають цей контролер найкращим з доступних усіх, незважаючи на поганий інтерфейс. Наразі ця лінія припинена.

2. Siemens S7-300 та S7-400 програмуються одним програмним забезпеченням Simantis Step 7. Для багатьох завдань обидва ці рядки зайві. S7-400 є потужнішим аналогом S7-300, при встановленні нової версії необхідна додаткова ліцензія, що є одним з недоліків. Також основним недоліком цих двох контролерів є проблема несумісності версій, і ще висока вартість навчання, яка встановлюється промисловими компаніями. Переваги S7-400 включають гнучкість і надійність платформи, повну документацію,

можливість обмінюватися даними з незліченною кількістю протоколів і інтерфейсів з іншими системами.

3. Siemens S7-1200 – перспективний молодий контролер, програмований за допомогою програмного забезпечення Simantic Step 7 Basic. Складається з не зовсім сумісних ліній S7-1200v1 і S7-1200v2.

Спочатку сирий продукт не тільки освоєний, але й активно розвивається далі. Багато недоліків S7-1 200 вже усунено і цей контролер визнано оптимальним для невеликої автоматики.

Якщо підсумувати порівняння лінійок контролерів (табл. 1.2), то можна виділити такі загальні недоліки, як:

- несумісність ліній один з одним, що призводить до серйозних матеріальних витрат.
- підтримування тільки власних закритих протоколів, а це виключає нормальне підключення будь-якого нестандартного обладнання.
- розмір протоколів дуже великий, а також велика кількість непотрібних даних, що призводить до збільшення часу обміну, впливає на надійність і знижує довговічність.

І переваги -розвиток та перспективність останніх контролерів S7-1200 і S7-1500.

Таблиця 2.3 - Порівняльний аналіз лінійки контролерів Simatic S7

Параметр/Контролер	S7 - 200	S7 - 300	S7 - 400	S7 - 1200
Сумісність лінійок	-	-	-	+/-
Зручність інтерфейсу програмування	-	+	++	+
Наявність закритих протоколів	+	+	+	+
Можливість емуляції	-	+	+	+

Продовження таблиці 2.3 - Порівняльний аналіз лінійки контролерів Simatic S7

Повнота документації	-	+	+	+
У виробництві	-	+	+	+
Використання у малій автоматизації	-	-	+	+
Підтримка та оновлюваність	-	-	+	+

Після порівняльного аналізу контролерів для розробки обрано контролер типу S7-1200. Він наведений на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8-SIMATIC S7-1200

Дуже часто використовується для забезпечення роботи:

- металообробні, пакувальні, поліграфічні та текстильні підрозділи;
- складського господарства і конве'рних ланцюгів;
- очисних та опріснювальних установок;
- розподільчих та освітлювальних установок;
- кліматичних та морозильних комплексів;
- насосних станціях та ескалаторних підйомників;
- охоронних та протипожежних систем.

Для побудови окремих системних модулів було обрано контролер Atmel, який належить до сімейства 8-розрядних контролерів AVR.

Він виконує наступні основні функції:

- читання і розшифровка команд з основної пам'яті;
- читання даних з оперативної пам'яті і регістрів адаптера зовнішніх пристроїв (клавіатур);
- прийом і обробка запитів і команд від адаптерів для обслуговування пристроїв зовнішніх;
- оброблення даних і їх запис в оперативну пам'ять та регістри адаптерів пристроїв зовнішніх;
- формування керуючих сигналів для всіх інших вузлів та блоків електрообчислювальних машин.

2.3 Аналіз та дослідження процесу формування мікроклімату у житловому будинку

Мікроклімат в приміщенні можна описати за допомогою параметрів які визначають тепловий стан приміщень та газовий склад повітря в ньому. Мікрокліматичні параметри сформовані під впливом тепла, вологи, газоподібних домішок у приміщенні.

Процеси трансформації потоків тепла, вологи та повітря, результатом яких є зміна параметрів мікроклімату, і відбуваються процеси формування мікроклімату. Три групи фізичних процесів формування мікроклімату можна виділити які відбуваються в приміщенні: процеси теплообміну, процеси руху повітряних потоків .

Сукупність формування процесів певних параметрів або груп параметрів називається режимом. Розглядаючи завдання підтримки оптимального мікроклімату, як правило, мають справу з тепловим, волого-повітряним та газовим режимом житлового будинку.

Джерелом тепла в будинку зазвичай є тепловіддача від технологічного обладнання, людей, штучного освітлення, нагрівальних приладів і підведення тепла від сонячного випромінювання через вікна. Рідше потоки тепла, спрямовані всередину приміщення, проходять через непрозорі зовнішні

огородження - переважно через дах, який нагрівається сонячним випромінюванням.

У приміщеннях з великим об'ємом повітря він повільно переміщується, що призводить до розподілу температури нерівномірного.

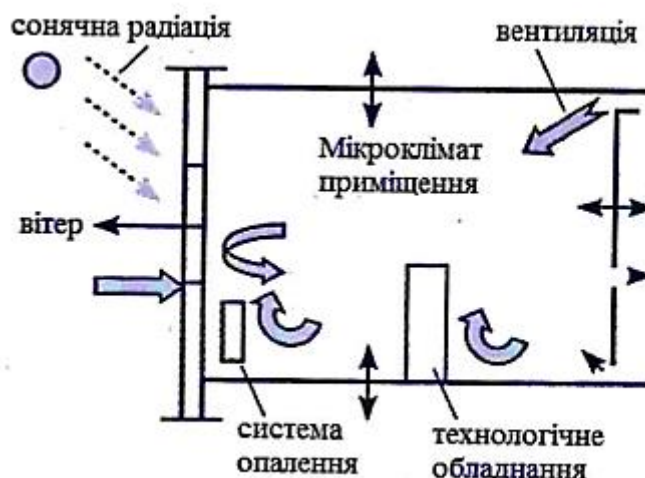
Повітря рухається між кімнатами в будинку вертикально за рахунок вертикального розподілу різниці тиску між зовнішнім і внутрішнім приміщеннями будинку через різницю об'ємної ваги зовнішнього і внутрішнього повітря.

Зазвичай об'ємна вага зовнішнього повітря більша, тому повітряні потоки мають напрямок знизу вгору.

Горизонтальний рух повітря пов'язаний з повітряними потоками на будинок. Повітря проникає в будинок через щілини в зовнішніх огорожах з навітряного боку будівлі, а фільтрується в приміщення з навітряного боку будівлі.

Усередині приміщення повітря рухається поблизу нагрітих поверхонь нагрівальних приладів і технологічного обладнання та охолоджених поверхонь зовнішніх огорожень. Найінтенсивніший рух повітря в будинку пов'язаний з дією вентиляційних струменів.

На рисунку 2.9 зображено переміщення потоків у приміщенні.



Рисунк 2.9 -Рух повітряних потоків у приміщенні

В результаті руху повітряних потоків в об'ємі приміщення відбувається нерівномірний розподіл газових домішок, температура, вологість і рух повітря. У робочій зоні приміщення є застійні зони із завихреним рухом повітря, де можуть накопичуватися шкідливі домішки, що є неприпустимим.

Основними методами регулювання мікрокліматичних умов у приміщенні є опалення, вентиляція та кондиціонування повітря.

Опалення дозволяє підтримувати комфортну для життя температуру в холодний період року, при цьому вологість повітря зазвичай знижується.

Вентиляція - це процес повітрообміну в житлових приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату і чистоту повітря. Мета вентиляції - зменшити концентрацію шкідливих домішок, надлишкового тепла в повітрі приміщення і забезпечити подачу необхідної для життєдіяльності людини кількості свіжого повітря.

Конденсація – це створення та автоматичне підтримання комфортних для проживання параметрів вологості, температури, чистоти, складу та швидкості руху повітря.

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог найбільш сприятливою температурою в громадських, адміністративних і побутових приміщеннях є 20-22 °С, а допустимими коливаннями в теплий період є - від 20 до 28 °С, в холодний і перехідний періоди - від 18 до 22 °С.

У кондиціонерах може відбуватися видування повітря, охолодження, зволоження, осушення або поєднання деяких із цих процесів. Тому в кондиціонери можна встановлювати повітронагрівачі, повітроохолоджувачі, камери зрошення повітря та інші пристрої.

З перерахованих вище методів найбільш повним, гнучким і простим у реалізації є саме кондиціонування повітря, оскільки воно дозволяє частково реалізувати функції обігріву, такі як обігрів і охолодження, а також фільтрацію шкідливих домішок і функцію вентиляції. .

Тому для здійснення клімат-контролю в АСУЖ був обраний спосіб кондиціонування повітря.

2.4 Висновки по розділу

Проведено аналіз технічних підходів до побудови сучасних систем безпеки, а також розглянуто технічне обладнання, для якого розроблено програмне забезпечення АСУ. Для побудови системи безпеки в АСУЖ запропоновано розроблений спосіб захисту будинку від зловмисників за допомогою описаних технічних засобів.

Досліджено формування параметрів мікроклімату та проаналізовано методи його контролю. З них обраний спосіб кондиціонування повітря є оптимальним для розвитку клімат-контролю в АСУЖ.

3 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ АСУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ І КОНФІГУРУВАННЯ ЇЇ ПІДСИСТЕМ

3.1 Розробка моделі процесу регулювання мікроклімату приміщень

Сьогодні багато компаній пропонують обладнання для САУ, але поки що не запропоновано методикку вибору коефіцієнтів регулятора на етапі проектування САУ, які б враховували спільне функціонування та характеристики приміщення та систем вентиляції (В) і кондиціонування повітря (КП).

Для прикладу розглянемо найпростішу модель системи автоматичного управління системи вентиляції. Нехай температура в приміщенні регулюється зміною температури припливу за рахунок регулюючого триходового клапана. Цей спосіб регулювання називають якісно-якісним, так як він пов'язаний зі зміною температури теплоносія при постійній витраті. На підставі датчика температури, розташованого в робочій зоні приміщення, і на підставі заданих оператором оптимальних і граничних значень температури, контролер, в залежності від використовуваного закону керування, посилає керуючий сигнал на електроприлад. привід регулюючого клапана.

Якщо температура в приміщенні перевищує експериментально визначені граничні значення, контролер подає керуючий сигнал на закриття вентиля з боку джерела теплопостачання та відкриття його на перемичку. У холодну пору року нижня межа закриття вентиля встановлюється в межах 3-7% від максимального для запобігання замерзання контролера. Коли знижується температура в приміщенні сигнал подається про зменшення витрачання води через перемичку та збільшення її від джерела тепла. Для аналітичного розгляду процесів у приміщенні, системі В та КП та АСУ скористаємося методом передавальних функцій. Структурна схема САУ для цього випадку наведена на рисунку 3.1. Вхід – тепловий вплив на приміщення Q Вт, вихід – відхилення температури в приміщенні від заданої T_{min} і T_{max} , $^{\circ}C$. Система В і КП і її системи автоматичного управління виконують роль негативного зворотного зв'язку.

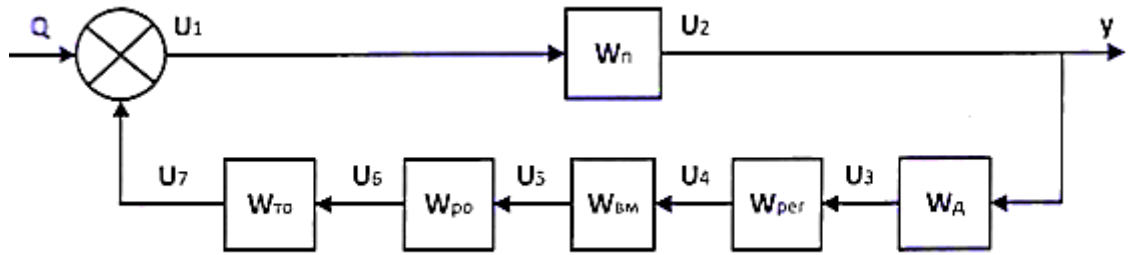


Рисунок 3.1 - Структура схема автоматичного управління

де $W_{рег}$, - передаточна функція регулятора;

$W_{вм}$ - передаточна функція виконавчого механізму;

$W_{ро}$ - передаточна функція робочої області;

$W_{то}$ - передаточна функція теплообмінника;

$W_{п}$ - передаточна функція приміщення;

$W_{д}$ - передаточна функція давача;

U - сигнали після проміжних етапів системи.

Еквівалентна функція перетворення матиме значення комплексного зображення питомого відхилення температури в приміщенні, $K/Вт$, з одиничним тепловим ефектом.

Датчики, приміщення і теплообмінник описуються з достатньою точністю як позиційні лінійні інерційні ланки 1 порядку. У той же час, враховуючи короткочасність розглянутих процесів налаштування (порядку десятків секунд або кількох хвилин), при визначенні коефіцієнта передачі k_p і постійної часу T_p приміщення враховується його обсяг V , $м^3$, вентиляційний повітрообмін L , $м^3/с$, тому що F , $Вт/К$ - на внутрішніх поверхнях показник теплообміну, переглядається час, тепла хвиля не проникає глибоко в корпуси.

Тоді передатна функція приміщення матиме вигляд:

$$W_n = \frac{k_n}{T_n \cdot p + 1} \text{ (к/Вт)},$$

$$k_n = \frac{1}{(aF + L \cdot c \cdot \rho)} \text{ (к/Вт)}, \quad (3.1)$$

$$T_n = \frac{V \cdot c \cdot \rho}{(aF + L \cdot c \cdot \rho)} \text{ с.}$$

Виконавчим механізмом вважається лінійний інтегратор, а робочою областю

- лінійне положення ланки, інерцією якої можна знехтувати. Передавальна функція регулятора регулюється залежно від використовованого закону регулювання.

Пропорційний (П) закон регулювання характеризується простотою використання. Для його розрахунку необхідно розрахувати величину розбіжності, як різницю між заданою температурою та існуючою, і помножити це значення на коефіцієнт підсилення. Але використання лише пропорційної складової має два суттєвих недоліки – по-перше, ефект від нашого впливу настає не відразу, але із запізненням. По-друге, пропорційна складова не враховує вплив навколишнього середовища на об'єкт, що є неприпустимим при регулюванні мікроклімату. Завдяки цьому температура буде постійно коливатися навкруги найоптимальнішого значення.

Для того щоб усунути перший недолік П-закону застосовується диференціальна складова (Д). Пропорційна складова починає видавати потужність і нагрівати об'єкт. Диференціальний scad робить внесок у потужність і представляє вихідну температуру, також взяту з певним коефіцієнтом. Значення температури знижується і контролюється до необхідного значення. Потужність горіння буде поступово знижуватися, поки температура не досягне оптимального значення.

Друга задача П-закону вирішується за допомогою інтегральної частини. Температура нижче значення заставки, запускаємо нагрів. Під час процесу нагріву величина розбіжності позитивна і накопичується в інтегральній складовій. Коли температура досягне необхідного значення, пропорційна і диференційна складові будуть дорівнювати нулю, а інтегральна складова

залишитися з незмінним ненульовим значенням. Таким чином, завдяки накопиченню внутрішньої складової, ємність не падає до нуля і нагрівач підтримує оптимальну температуру, не даючи об'єкту охолонути.

Тому для усунення взаємних недоліків індивідуальних сховищ було вирішено застосувати ПІД закон.

На малюнку 3.2 наочно показані відмінності в протіканні регульованих процесів за різними законами регулювання, з них видно, що використання ПІД-регулятора найкраще забезпечить створення комфортних кліматичних умов в будинку.

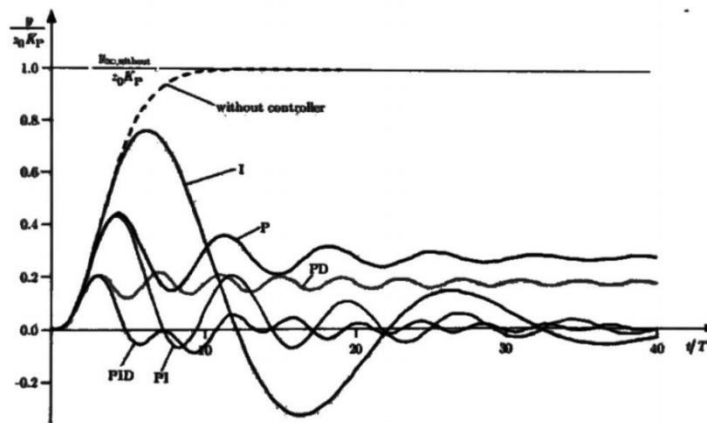


Рисунок 3.2 - Протікання регульованих процесів за більш різними законами регуляції

Представимо загальну формулу регулятора для PID-закону у такому вигляді:

$$W_{\text{рег}} = k_p \cdot \frac{1+1}{T_{\text{із}} \cdot p + T_{\text{пр}} \cdot p}, \quad (3.2)$$

де k_p - коефіцієнт передач регулятора від датчика до виконавчого механізму;

$T_{\text{пр}}$ - час попередження;

$T_{\text{із}}$ - час ізодрома, с.

У даному випадку еквівалентна (3.1) шляхом прийняття $T_{пр} = 0$ і (або) $T_{із}$ - ос передатна функція системи буде мати вигляд:

$$W_{сис} = \frac{W_n}{1 + W_d \cdot W_{рег} \cdot W_{ім} \cdot W_{ро} \cdot W_{то} \cdot W_{п}}$$

Проведемо експеримент. Для прикладу візьмемо приміщення, для якого: $T = 1206$ с, $k = 0,001$ К/Вт, $p + 1$, $1206 W_n = 0,001$. Тоді для різних законів регулювання перехідні функції системи, отримані за допомогою (3.3) оберненого перетворення Лапласа-Карсона, які представляють залежність питомого відхилення температури в приміщенні Y від одиничного ефекту, матимуть вигляд, показаний у тепловому ефекті від часу. Експериментальні графіки залежностей питомих відхилень наведено на рисунку 3.3.

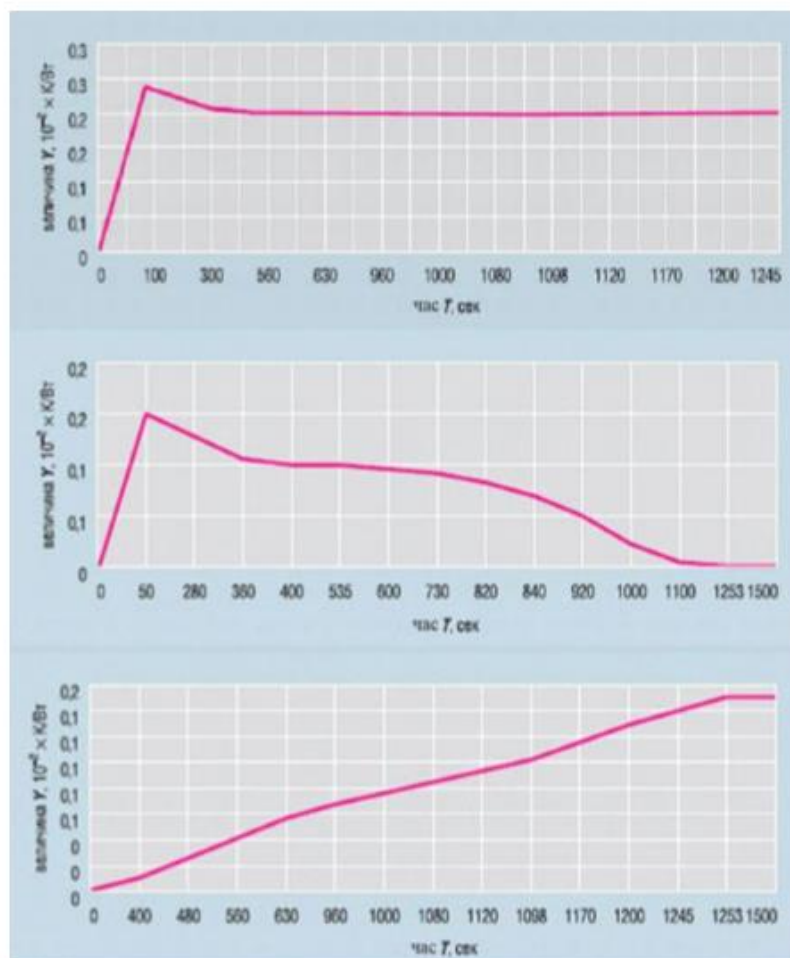


Рисунок 3.3 - Графіки залежності питомих відхилень температури в приміщенні

Неважко помітити, що відхилення залишкової температури при ПІД - регулюванні дорівнює нулю, а при регулюванні без інтегральної складової прагне до певної межі, залежить від співвідношення k_n і k_p . При пропорційно чистому регулюванні дане відхилення більше і досягається швидше, ніж при підключенні диференціальної складової.

Таким чином, отримано основу математичної моделі перехідних процесів при регулюванні систем В і КВ, яка використовує характеристики всіх ланок САУ. У подальшому ця модель буде використана для розробки алгоритмів програмного регулювання мікроклімату.

3.2 Характеристика параметрів АСУ житлового будинку

Коли об'єкт знаходиться під охороною, порушення схеми захисту призводить до спрацьовування певних датчиків. Сигнал від них передається на пристрій керування (центральний), де виконуються відповідні дії за алгоритмом.

Для регулювання мікроклімату сигнал від датчика передається на контролер, де подається команда на керуючу дію.

Вхідними впливами є сигнали від датчиків руху (ДР), магнітоконттактних датчиків (МКД) і датчиків розбиття скла (ДРС), сигнал від датчика температури (ДТ), а також сигнал від тривожної кнопки (ТК). Вихідними ефектами є спрацьовування тривоги (С), відправка SMS-повідомлення власнику (SMS) і виклик охорони (ВО). Представимо характеристику параметрів у вигляді таблиці 3.1

Таблиця. 3.1 -Характеристика параметрів охоронного об'єкту

Опис	Одиниці вимірювання	Діапазон вимірювання	Вхідний параметр		Вихідне значення	
			позначення	значення	позначення	значення
Магнітоконтатний датчик	-	0-1	МКД	0	-	-
Датчик розбиття скла	-	0-1	ДРС	0	-	-
Датчик руху	-	0-1	ДР	0	-	-
Датчик температури	-	0-∞	ДТ	0	-	-
Тривожна кнопка	-	0-1	ТК	0	-	-
Сигналізація	-	0-∞	-	-	С	0
Виклик охорони	-	0-∞	-	-	ВО	0
SMS-повідомлення	-	0-∞	-	-	SMS	0

Специфікація використаних в проєкті давачів наведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 -Специфікація технічних засобів автоматизації

№	Найменування і технічна характеристика засобу	Призначення документу	Завод-виробник	Кількість
1	ПЛК	SIMATIC S7-1200	Siemens	1
2	Датчик магнітоконтатний	СМК-1	Електрон, Київ	8
3	ІЧ- Датчик	BINGO	VIDICON LTD	4
4	Датчик розбиття скла	STAR	VIDICON LTD	4
5	Кнопка тривоги	ИРТС-1	Електрон	4
6	Кімнатний датчик температури	ДВТ-02-КМ	Honeywell GmbH	1

Ефекти вихідні залежать від того, який передавач був активований. Натискання тривожної кнопки активує охорону, а активація інших передавачів включає звукову сигналізацію та надсилає SMS-повідомлення власнику. Значення всіх кодерів за замовчуванням дорівнює 0.

Датчик температури починає працювати при першому включенні системи і працює незалежно від інших підсистем.

3.3 Алгоритм роботи АСУ житлового будинку та її елементів

Проектування автоматизованої системи безпеки здійснюється в інтегрованому середовищі розробки програмного забезпечення та систем безпеки для автоматизації технологічних процесів від рівня приводів і контролерів до рівня людино - машинного інтерфейсу - Siemens 11A Portal. В нашому випадку використано пакет Simatic Step 7 v.12 для програмування контролерів S7 - 1200, S7 - 300, S7 - 400 і Win AC .

3.3.1 Структурні схеми АСУ житлового будинку та її елементів

Структурні схеми призначені для відображення загальної структури пристрою, а точніше його основних вузлів, блоків, деталей та основних зв'язків між ними. Із структурної схеми має бути зрозуміло, для чого потрібен даний прилад та як він працює в основних режимах роботи, як взаємодіють між собою його всі частини. Як позначаються елементи структурної схеми можна вибирати довільно, але слід дотримуватися загальноприйнятих правил оформлення схем.

Структурна схема об'єкта контролю доступу представлена на рисунку

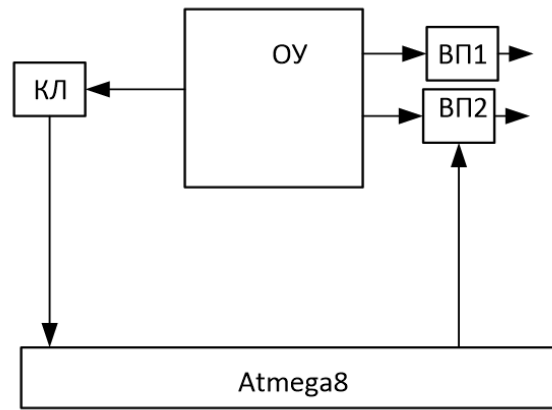


Рисунок 3.4 - Структурна схема об'єкта контролю доступу

- ОУ - об'єкт управління (охоронний контур),
- КЛ - клавіатура,
- ВП 1 – сирена звукова,
- В02 - повідомлення тривоги.

Структурна схема автоматизованої системи безпеки представлена на рисунку 3.5

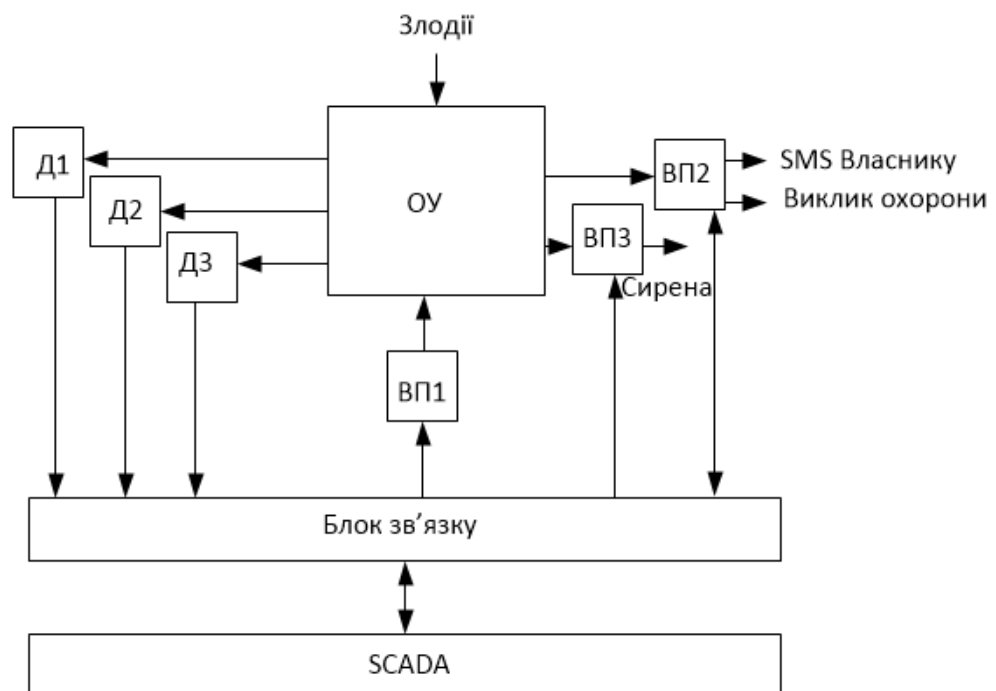


Рисунок 3.5 - Структурна схема автоматизованої охоронної системи

- ОУ –об’єкт управління (охоронний контур),
- ДІ -датчик руху,
- Д2 - магнітоконтатний датчик,
- Д3 - датчик розбиття скла,
- ВП 1 – кнопка тривожна,
- ВП2 – GSM - модуль,
- ВП3 – сирена звукова.

Структурна схема для регулювання мікроклімату приміщення наведена на рисунку 3.6. Детальна структурна схема роботи PID _3Step блоку регулятора без зворотного зв’язку наведена на рисунку 3. 7

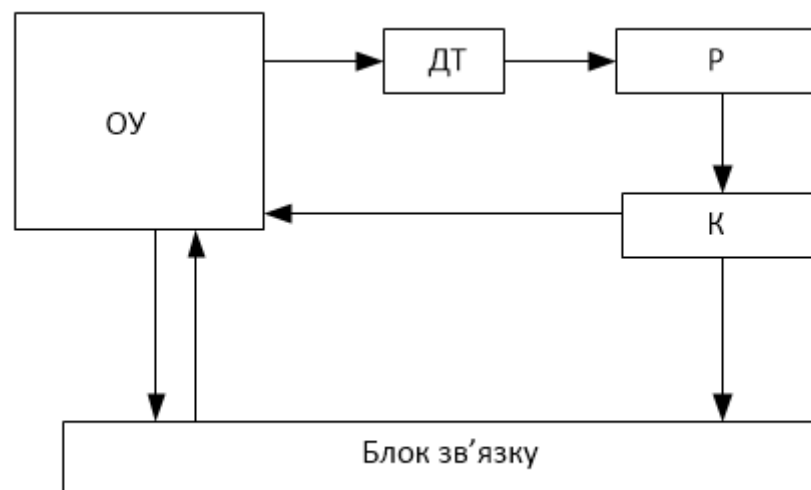


Рисунок 3.6 - Структурна схема регулювання мікроклімату приміщення

- ОУ - об’єкт управління,
- ДТ – давач температури,
- Р - регулятор,
- К - кондиціонер.

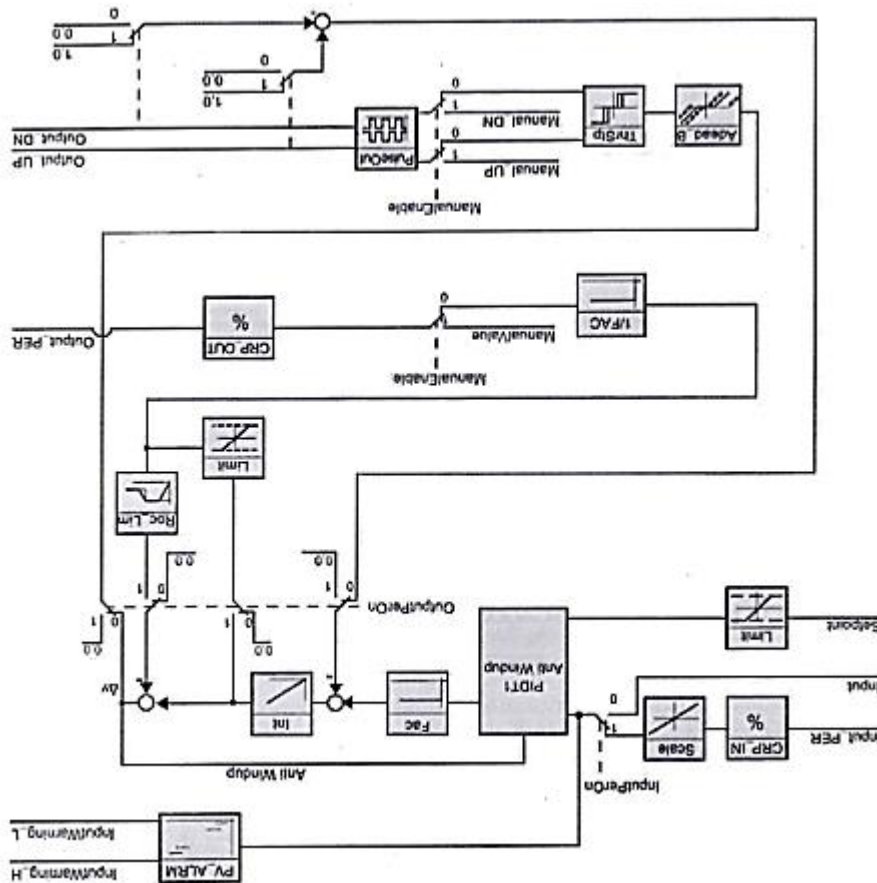


Рисунок 3.7 - Структурна схема роботи PID_3Step блоку регулятора без зворотного зв'язку

3.3.2 Функціональні схеми АСУ житлового будинку та її елементів

Функціональні схеми автоматизації є основним проєктним документом, які визначають структуру та рівень автоматизації технологічного процесу об'єкту. На функціональних схемах за допомогою умовних графічних позначень позначають технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади, засоби автоматизації та ін. З зазначенням зв'язків між ними, таблицею умовних визначень і необхідними поясненнями.

Функціональна схема контролю доступу на базі Atmega8 наведена на рисунку 3.8

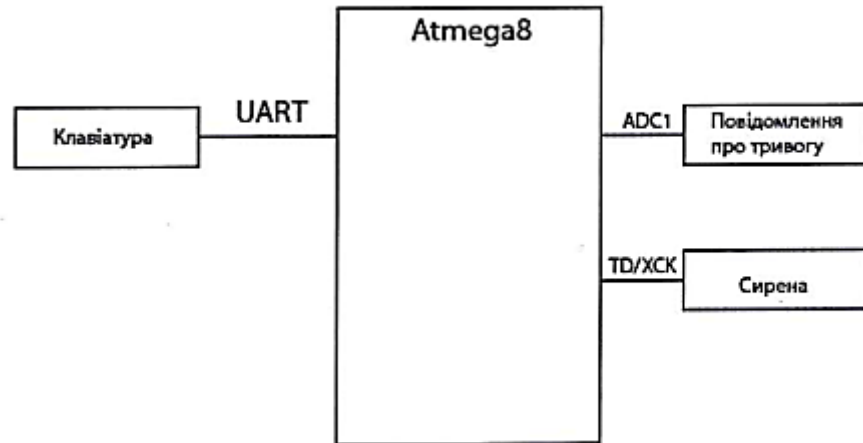


Рисунок 3.8 - Функціональна схема контролю доступу на базі Atmega8

Функціональна схема автоматизації системи охорони розроблена на рисунку 3.9.

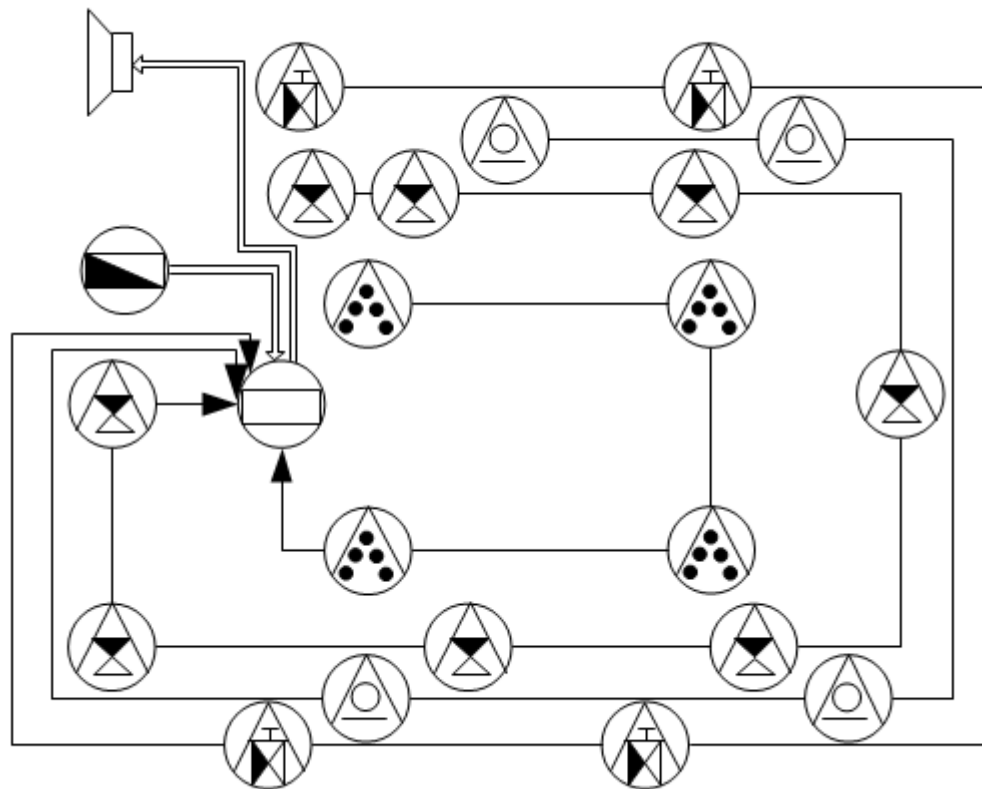


Рисунок 3.9 - Функціональна схема автоматизації системи охорони:

- ⊖ - ПЛК S71200
- ⊖ - Клавiатура КЛ-16
- ⊖ - Датчик магнітно-контактний СМК
- ⊖ - Датчик руху інфрачервоний «БІНГО»
- ⊖ - Датчик розбиття скла «СТАР»
- ⊖ - Кнопка тривоги «ИРТС»

Функціональна схема ланцюга регулювання температури представлена на рисунку 3.10.

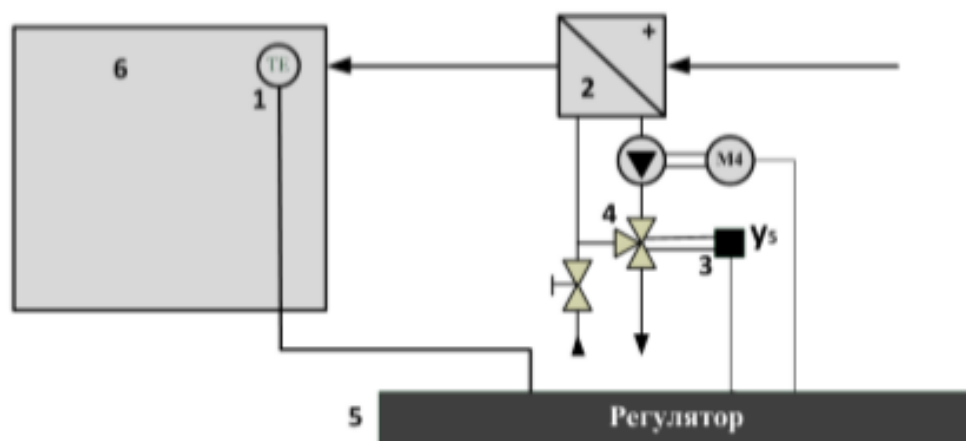


Рисунок 3.10 – Схема функціональна автоматизації контуру регулювання температури,

- де 1 - датчик, встановлений в приміщенні;
- 2 - теплообмінник (водний нагрівач повітря);
- 3 - виконавчий механізм;
- 4- робоча область (шаровий клапан);
- S -регулятор;

б - приміщення.

Розробка UML- діаграм АСУ житлового будинку та її елементів

Для зручності роботи з АСУ житлового будинку розроблено ряд UML-діаграм:

UML - діаграма діяльності;

UML - діаграма розгортання;

UML- діаграма варіантів використання.

Діаграма діяльності — це діаграма, яка показує розбивку деякої діяльності на складові частини.

Діяльність розуміється як специфікація виконуваної поведінки у вигляді послідовного і паралельного використання підпорядкованих елементів - вкладених типів діяльності та окремих дій, пов'язаних взаємопов'язаними потоками, які прямують від виходів одного вузла до входів іншого.

UML - діаграми підсистем АСУ житлового будинку представлені на рисунку 3.11-3.13

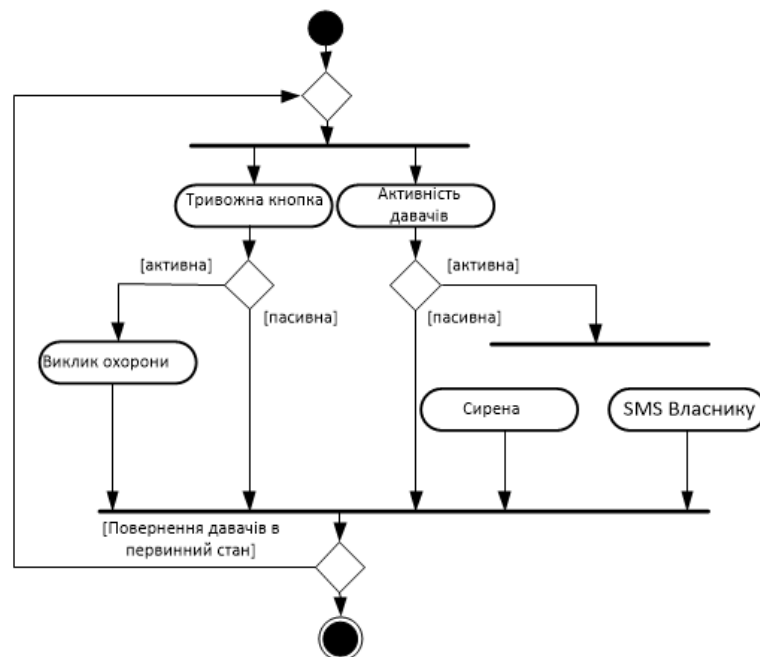


Рисунок 3.12 -UML-діаграма діяльності охоронної системи

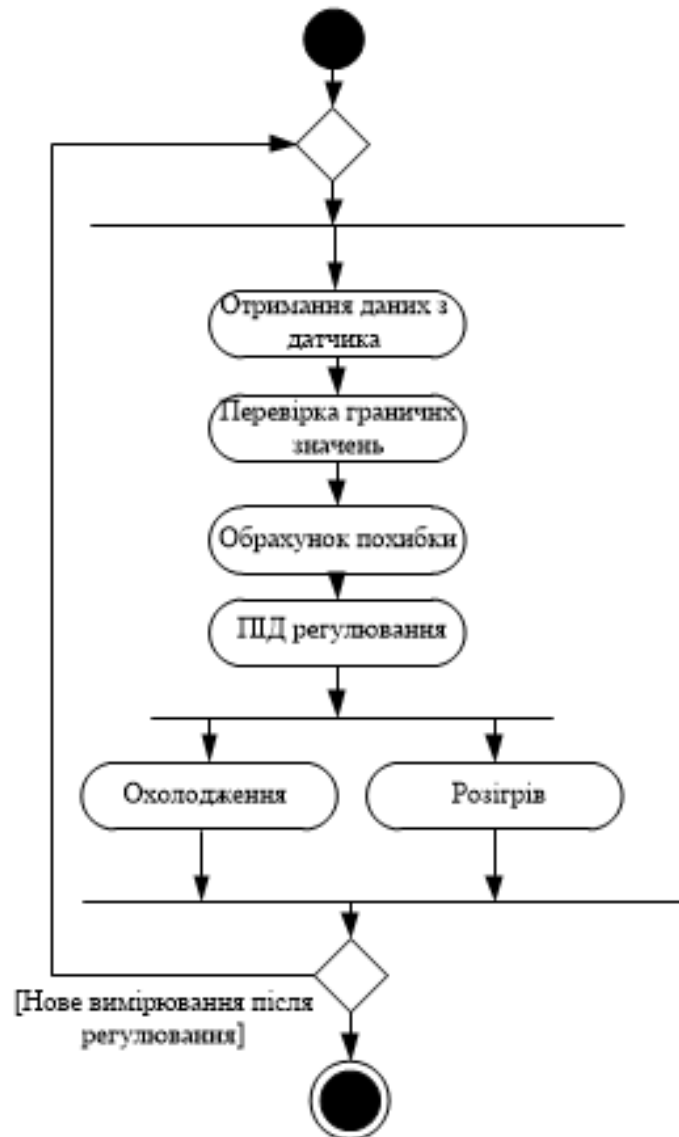


Рисунок 3.13 –UML - діаграма регулювання мікроклімату

Діаграма розгортання — це діаграма, що показує вузли системи. Діаграма розгортання використовується для представлення загальної структури та топології системи та містить зображення розташування компонентів на окремих вузлах системи.

UML- діаграма розгортання представлена на рисунку 3.14

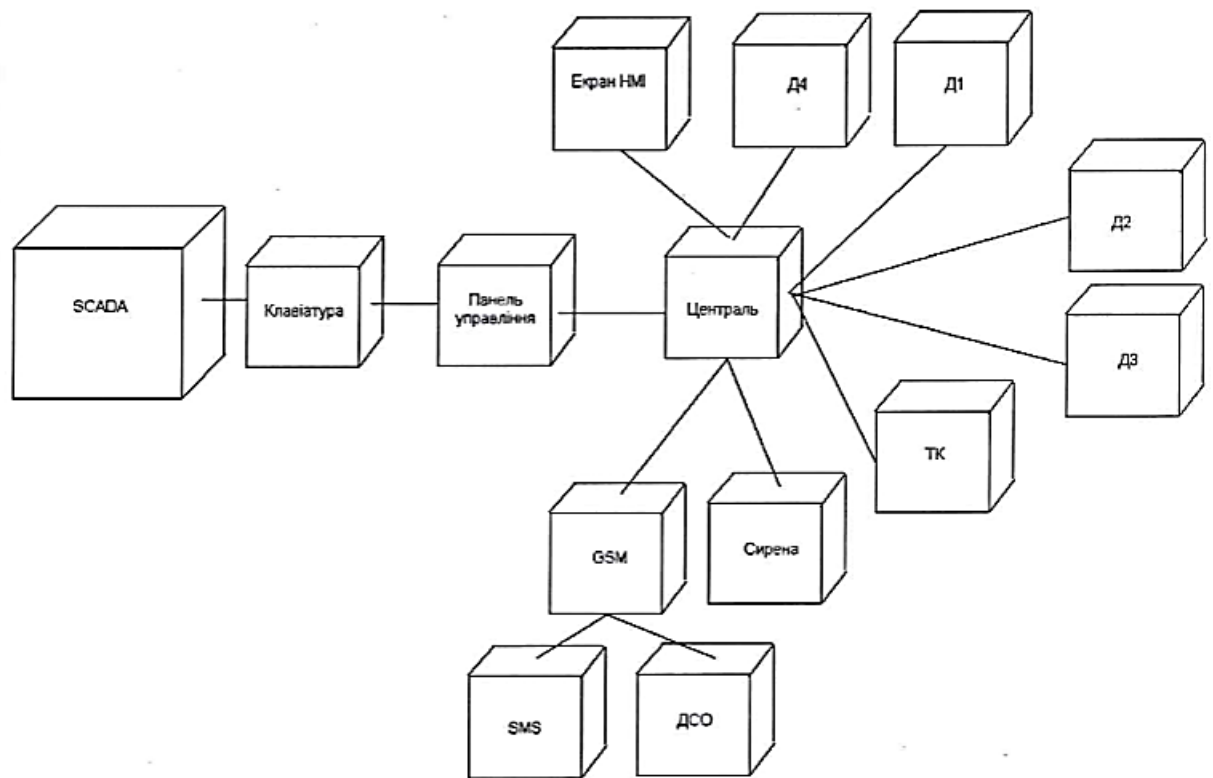


Рисунок 3.14 – UML - діаграма розгортання , де:

- Екран НМ1 - сенсорна панель для відображення інформації
- Д1 - давач руху,
- Д2 - давач розбиття скла
- Д3 - давач магнітоконтатний,
- Д4 - давач температури
- ТК – тривожна кнопка,
- GSM - GSM - модуль зв'язку,
- Сирена -звукова сирена,
- SMS – SMS - повідомлення власнику квартири,
- ДСО – виклик чергової машини ДСО на об'єкт.

Сутність UML - діаграми використання варіантів полягає в: проєктована система представлена у вигляді незліченних акторів або сукупностей, які можуть взаємодіяти із системою за допомогою параметрів проєктування. Параметр використання використовується для опису послуг, які система надає Actor. Іншими словами, кожен варіант використання визначає заданий набір

дій, які система виконує, коли знаходиться в зоні дії актора. При цьому нічого не сказано про те, як буде реалізовуватися взаємодія акторів із системою.

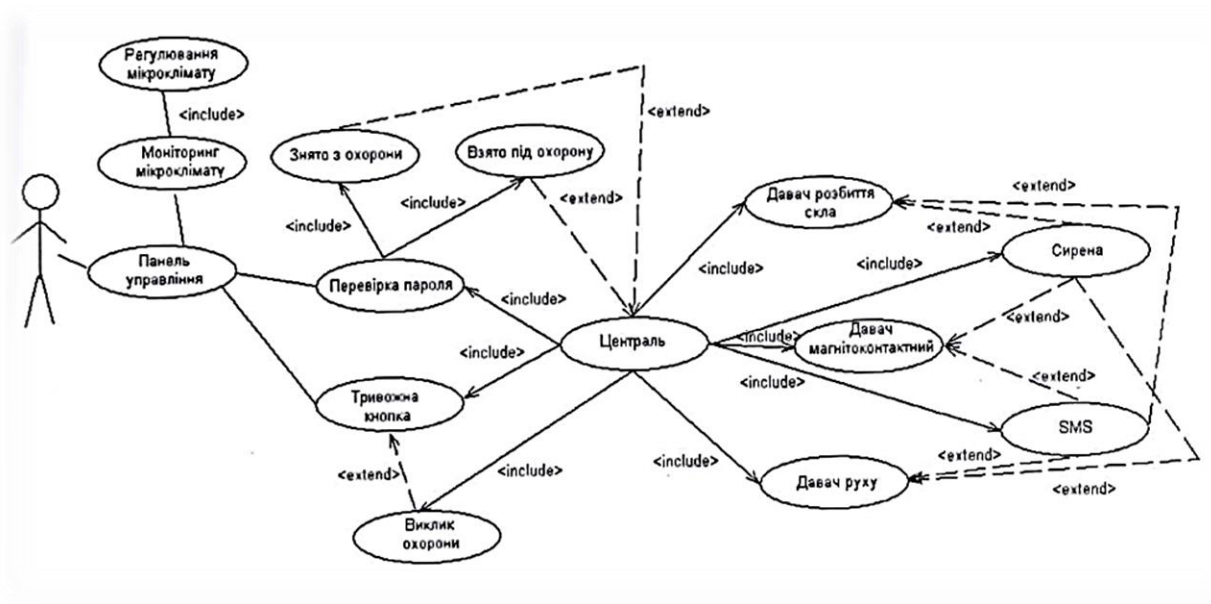


Рисунок 3.15 - UML-діаграма варіантів використання

3.3.4 Алгоритм роботи підсистеми для контролю доступу

Наприклад у певного користувача є три способи введення пароля, якщо три рази неправильно введений пароль, спрацьовує сирена і надходить сигнал тривоги на GSM модуль.

Якщо пароль введено вірно, система успішно знята/поставлена під охорону.

Схема програми підсистеми обробки паролів наведена на рисунку 3.16

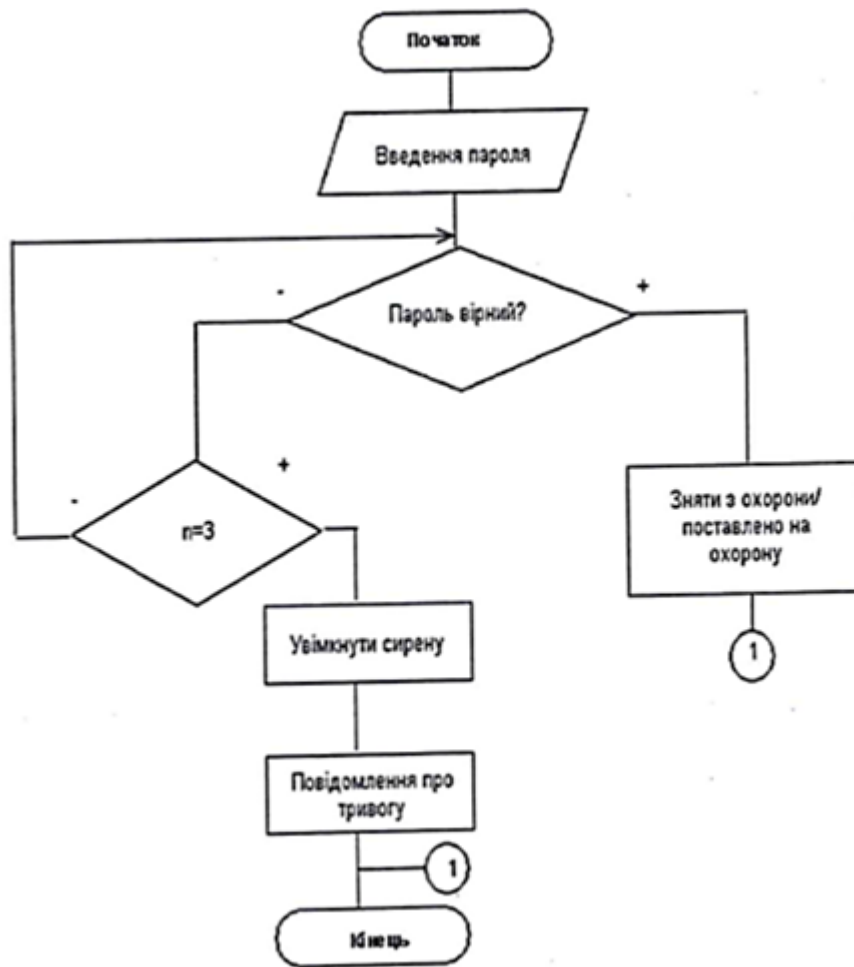


Рисунок 3.16 - Схема програми обробки пароля

3.3.5 Алгоритм роботи охоронної підсистеми

Розроблений алгоритм роботи охоронної системи такий: натискання кнопки автоматики охоронної системи переводить датчики в активний стан, тобто фіксують порушення охоронного контуру, якщо вони є. Сигнали з датчиків передаються на ППКО (центральна станція), де за заданою програмою здійснюється сповіщення власника за допомогою СМС, а також включається звукова сирена. При натисканні тривожної кнопки за заданим алгоритмом сигнал далі передається на централізований пульт державної служби охорони (ДСО) і протягом певного часу (з 1 до 10 хвилин). Зверніть увагу, що при натисканні кнопки тривоги звукові сигнали не вмикаються. Кнопка активна, навіть якщо централь не знаходиться в режимі охорони об'єкта.

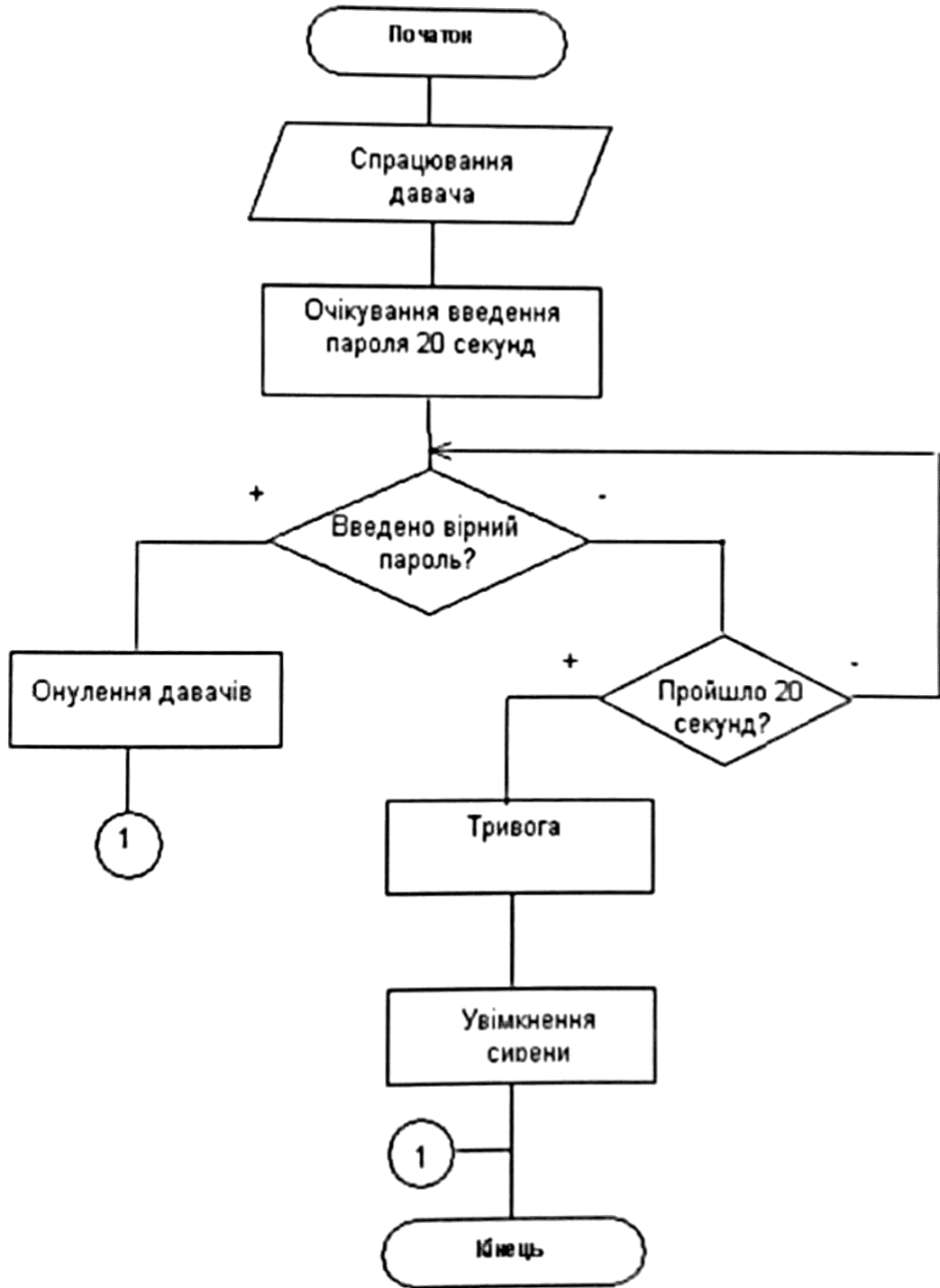


Рисунок 3.17 – схема програми підсистеми охоронної сигналізації

3.3.6 Алгоритм роботи підсистеми регулювання температури

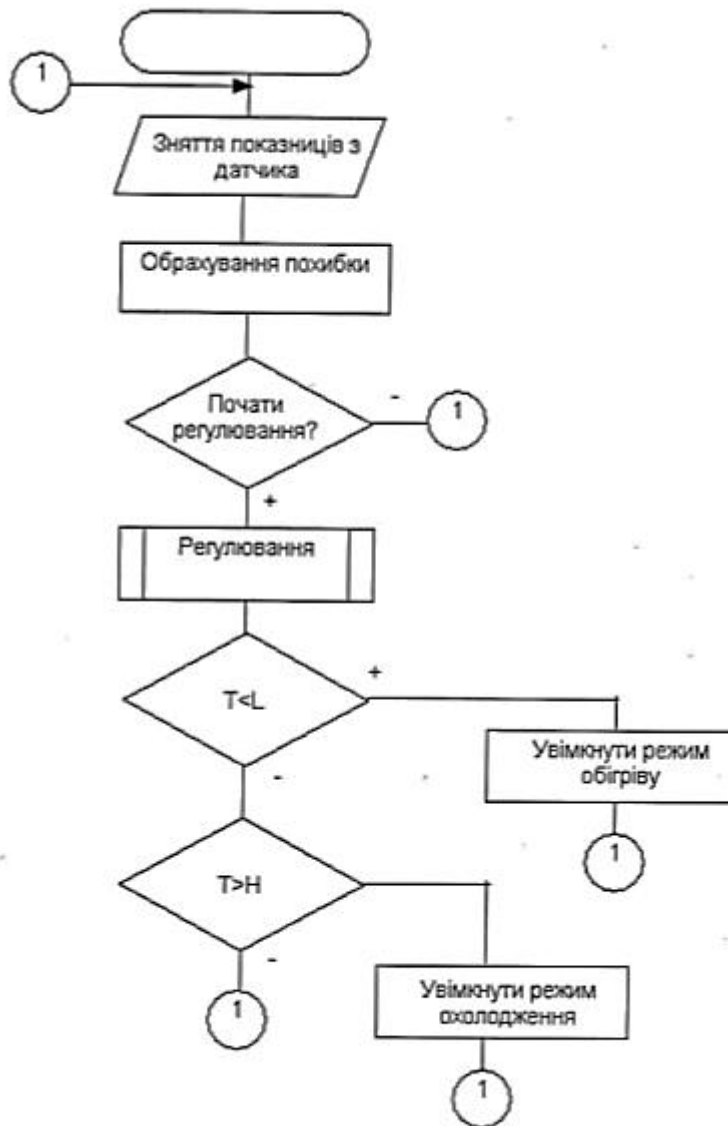


Рисунок 3.18 - Алгоритм роботи підсистеми регулювання температури

3.4 Висновки по розділу

Розділ містить функціональні та структурні схеми елементів розробленого програмного комплексу. Описано основні схеми підсистем програм АСУЖ. Також надано діаграми UML дій, розгортання та варіантів використання для АСУЖ.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Багато людей намагається полегшити своє життя і використовують елементи автоматизації у власних будинках. Для цього розробляються централізовані системи управління типу «розумний дім», які допоможуть зменшити участь людини в типових процесах у будинку і забезпечити більш прості і комфортні умови життя.

Результатом магістерської роботи є розробка автоматизованої системи управління житлом на базі контролера S7-1200 фірми Siemens. Дана автоматизована система управління житлом включає в себе автоматизацію процесу охорони будинку і клімат контроль. Якість і надійність системи забезпечується за допомогою сучасного апаратного обладнання та розроблених автором алгоритмів управління.

4.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку автоматизованої системи управління житловим будинком

Основна заробітна плата робітників Z_p , що виконують роботи за робочими професіями:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n t_i \cdot C_i \cdot K_c \text{ (грн.)}, \quad (4.1)$$

де n – число робіт за видами та розрядами;

t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, год.;

K_c – коефіцієнт співвідношень, який установлений Генеральною тарифною угодою між урядом і профспілками,

$K_c = 1 \dots 5$: C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує дану роботу, яка визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}}, \text{ (грн./год.)} \quad (4.2)$$

де M_m – мінімальна місячна оплата праці, грн. (в 2023 році $M_m = 6700$ грн.);

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

$T_{зм}$ – тривалість зміни (8 годин). Наприклад, для монтажних робіт:

$$C_i = \frac{6700 \cdot 1,36}{22 \cdot 8} = 51,7 \text{ (грн./год.)}$$

$$З_p = 123 \cdot 51,7 = 6359 \text{ (грн./год.)}$$

Таблиця 4.1 – Основна заробітна плата робітників

Найменування посади	Трудомісткість, н-год.	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати, грн
Монтажні	123	60	7380
Налагоджувальні	53	76	4000
Електромонтажні	148	60	8880
Разом:			20260

Додаткова заробітна плата $З_d$ всіх розробників. Розраховується як 10..12 % від основної заробітної плати всіх розробників та робітників.

$$З_d = З_p \cdot 10 \dots 12\% = 20260 \cdot 0,1 = 2026 \text{ (грн),}$$

Нарахування на заробітну плату $Н_{зп}$ розробників та робітників. Розраховуються як 22% (для підприємств 1-го класу ризику) від суми основної та додаткової заробітної плати всіх розробників та робітників.

$$Н_{зп} = З_p \cdot 22\% = 20260 \cdot 0,22 = 4457,2 \text{ (грн.)} \quad (4.3)$$

Витрати на матеріали, що були використані на розробку, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ (грн),} \quad (4.4)$$

де n – кількість видів матеріалів;

N_i – витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i – вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i=1,1\dots1,15$.

$$K = \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ (грн)}, \quad (4.5)$$

де n – кількість видів комплектуючих;

N_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i – покупна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i - 1,1\dots1,15$.

Для виконання роботи було використано датчик руху, розбиття скла, вимірювання температури, дротовий магнітоконтактний оповіщувач, кондиціонер, контролер, тому різні витрати на комплектуючі та матеріали в загальному склали 44000 грн.

Витрати на силову електроенергію V_e , якщо ця стаття має суттєве значення для розробки розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} = 2,64 \cdot 1,09 \cdot 1000 \cdot 0,95 = 2700 \text{ (грн)}, \quad (4.6)$$

де V – вартість однієї кіловат-години електроенергії ($V=2,64$ грн./кВт);

P – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, год.;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} < 1$.

Інші витрати I_v охоплюють: загальновиробничі витрати (витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо), адміністративні витрати (проведення зборів, оплата юридичних та аудиторських послуг, витрати на зв'язок тощо), витрати на збут (ремонт тари, витрати на рекламу, перепідготовка кадрів тощо) та інші операційні витрати (штрафи, пеня, неустойки, матеріальна допомога, втрати від знецінення запасів тощо).

Інші витрати доцільно прийняти як 200...300 % від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які були зайняті розробкою, тобто, від $(Z_o + Z_p)$.

$$I_B = 200 \dots 300\% \cdot Z_p = 2 \cdot 20260 = 40520 \approx 41 \text{ (тис. грн)}, \quad (4.7)$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на розробку нового технічного рішення – В.

$$B = Z_p + Z_d + H_{зп} + M + K + B_B + I_B = 20260 + 2026 + 4457,2 + 41000 + 30000 + 2700 = 100400 \approx 100 \text{ (тис. грн)}, \quad (4.8)$$

4.2 Розрахунок чистого прибутку виробника у випадку впровадження та реалізації нашої розробки

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right), \quad (4.9)$$

де ΔC_o – покращення основного оцінюючого показника від впровадження результатів розробки у даному році, зазвичай це збільшення ціни реалізації однієї такої розробки.

$$\Delta C_o = 92700 - 65000 = 27700 \text{ грн} \approx 28 \text{ тис. грн}$$

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність системи «розумний дім» в даному році до впровадження результатів наукової розробки складає приблизно 100 шт.; C_o – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємству у даному році після провадження розробки, буде складати 92700 грн, тобто приблизно 93 тис. грн.

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності об'єкта від впровадження результатів розробки, кожного року на 20 шт.; Тобто кожного року збільшується попит на розробку системи «розумний дім». λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. $8333,0 = \lambda$; ρ –

коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту, $\rho = 0.2$. ν – ставка податку на прибуток, $\nu = 18\%$. Чистий прибуток $\Delta\Pi_1$ протягом першого року:

$$\Delta\Pi_1 = [(28 \cdot 100 + 93 \cdot 20) \cdot 0.8333 \cdot 0.2 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right)] = 637 \\ \approx 640 \text{ (тис. грн.)},$$

Отримання можливого чистого прибутку $\Delta\Pi_2$:

$$\Delta\Pi_2 = [(28 \cdot 100 + 93 \cdot 40) \cdot 0.8333 \cdot 0.2 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right)] = 891 \approx 890 \text{ (тис. грн.)},$$

Збільшення можливого чистого прибутку $\Delta\Pi_3$ протягом третього року:

$$\Delta\Pi_3 = [(28 \cdot 100 + 93 \cdot 60) \cdot 0.8333 \cdot 0.2 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right)] = 1145 \\ \approx 1150 \text{ (тис. грн.)},$$

Основним показником, який визначає доцільність комерційного впровадження нашої розробки, є відносна ефективність вкладених в розробку інвестицій та термін їх окупності.

Розрахуємо теперішню вартість початкових інвестицій PV , що вкладаються в нашу розробку (формула 4.10):

$$PV = ZB \cdot K_{\text{дод}}, \quad (4.10)$$

де ZB – загальні витрати на розробку, розраховані нами за формулою 4.15, ZB приблизно складає 100 тис. грн.;

$K_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткових витрат, пов'язаних з врахуванням непередбачених обставин, які можуть виникнути при впровадженні результатів розробки тощо.

$K_{\text{дод}} = (2 \dots 5)$. Прийmemo, що $K_{\text{дод}} = 5$.

Тоді:

$$PV = ZB \cdot K_{\text{дод}} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ тис. грн.}$$

Розраховуємо абсолютний ефект вкладених інвестицій E_{abc} (формула 4.11).

$$E_{abc} = ПП - PV, \quad (4.11)$$

де ПП – приведена вартість всіх можливих чистих прибутків від реалізації результатів розробки, грн.;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 500$ тис. грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою 4.12:

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^{t_i}}, \quad (4.12)$$

де $\Delta\Pi$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої роботи, грн.;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої наукової роботи, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні.

Для України приймемо ставку $\tau = 0,1$ (10%);

t – період часу (в роках) від моменту отримання прибутків до точки „0”.

Якщо $E_{abc} \leq 0$, то результат від впровадження нашої розробки буде збитковим і вкладати кошти в розробку буде не доцільно, а якщо $E_{abc} > 0$ – принесе прибуток і вкладати кошти в дану розробку можна.

Тоді приведена вартість всіх можливих чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від можливої реалізації результатів нашої розробки, складе:

$$\begin{aligned} ПП &= \frac{640}{(1+0,1)^2} + \frac{890}{(1+0,1)^3} + \frac{1150}{(1+0,1)^4} \approx 530 + 670 + 790 \\ &= 1990 \text{ (тис. грн.)} \end{aligned}$$

Абсолютний ефект від впровадження результатів нашої розробки протягом 3-х років складе:

$$E_{\text{абс}} = 1990 - 500 = 1490 \text{ тис. грн.}$$

Отже, $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від впровадження нашої розробки принесе прибуток і вкладати кошти в дану розробку можна.

Розрахуємо відносну ефективність $E_{\text{в}}$ вкладених у розробку коштів. Для цього скористаємося формулою 4.13:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[T_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.13)$$

де $E_{\text{абс}}$ – абсолютний ефект вкладених інвестицій, $E_{\text{абс}} = 1490$ тис. грн.

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, $PV = 500$ тис. грн.;

$T_{\text{ж}}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки. $T_{\text{ж}} = 4$ років.

Для нашого випадку:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[4]{1 + \frac{1490}{500}} - 1 = \sqrt[4]{1 + 2,98} - 1 = \sqrt[4]{3,98} - 1 = 1,41 - 1 \approx 0,41 \approx 41\%.$$

Визначимо мінімальну дохідність або мінімальну ставку дисконтування τ мін за формулою 4.14:

$$\tau = d + f, \quad (4.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,2$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = 0,2$, але може бути і значно більше.

Для нашого випадку отримаємо: $\tau_{\text{мін}} = 0,2 + 0,2 = 0,4$ або $\tau_{\text{мін}} = 40\%$. Оскільки величина $E_{\text{в}} = 41 > \tau_{\text{мін}} = 40\%$, то інвестор буде зацікавлений у фінансуванні нашої розробки.

4.3 Термін окупності витрат для виробника

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B} \approx 2 \text{ роки}, \quad (4.15)$$

Оскільки $T_{ок}=2 < 3$, то розробка вважається економічно ефективною та інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні нашої розробки.

Отже, визначені у технічному завданні основні техніко-економічні характеристики розробленої нами системи управління «Розумний дім» повністю виконані.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській дипломній роботі досліджуються заходи з оптимізації споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення АСУ. На інженерно-конструкторський персонал, що здійснює розробку та наладку АСУ, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [45, 46]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, переважно аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається та переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Конструкція робочого місця інженера-конструктора повинна відповідати сучасним вимогам ергономіки та Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [45], характеру виконуваної роботи та забезпечити оптимальне розміщення на робочій поверхні документів, рухомого пюпітра (тримача документів) та обладнання ПК (монітора, системного блоку, клавіатури, пристрою «миша», принтера та

інших периферійних пристроїв з урахуванням їх кількості та конструктивних особливостей).

Площа одного робочого місця інженера обладнаного ПК, повинна складати не менше 6 м², а об'єм – не менше 20 м³.

Живлення силового обладнання дослідної лабораторії та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – без підвищеної небезпеки.

Розташування монітора ПК має забезпечувати: безпечність роботи в цілому; зручність та ефективність зорової роботи з екраном в вертикальній площині під кутом $\pm 30^{\circ}$ від лінії зору, площина екрана при цьому має бути перпендикулярною нормальній лінії зору користувача. При технічних випробуваннях адаптованої автоматизованої системи сушіння зерна потрібно дотримуватися наступних правил безпеки:

- інженер повинен візуально обстежити обладнання пристрою для вимірювання та контролю температури на мікроконтролері у відповідності з інструкцією з технічної експлуатації та переконатися у його повній справності;
- забороняється експлуатація обладнання з несправною системою керування та звуко/світловою сигналізацією;
- забороняється керування вологими та забрудненими руками;
- всі роботи з наладки та експлуатації здійснюються справним і сертифікованим інструментом.

Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників,

температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам ПВЕ. У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних комп'ютерів, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Комп'ютери та устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження повинні підключатися до електромережі тільки з допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Неприпустимим є підключення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв. Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням вимог ПВЕ та Правил пожежної безпеки в Україні. Електромережу штепсельних розеток для живлення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поряд зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 комп'ютерів, використанні трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці

з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Є неприпустимими:

– експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

– застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок;

– застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

– користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

– підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

– використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [47, 48]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник.

При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізолюваними ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2. Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1. Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [49]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних

енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Іб	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Іб	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці інженера передбачається [50]:

- в холодну пору року використання калорифера;
- в літню пору застосування вентиляторів обдуву;
- провітрювання приміщення.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази [49], їх ГДК наведено в таблиці 2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [50]:

- провітрювання приміщення;

- цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії;
- встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3. Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [51] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [52] (таблиця 4).

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Фактори трудового процесу

Фактори трудового процесу визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [45]. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (ккал/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 30 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 40000; при регіональному навантаженні (участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Забезпечення безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку у НС базується на комплексі організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на збереження його працездатності в умовах дії загрозливих чинників. Для цього необхідно: прогнозувати та оцінити можливі наслідки; заздалегідь спланувати заходи із запобігання та зменшення вірогідності виникнення НС і скорочення масштабів прояву результатів НС; розробка дієвих превентивних заходів НС.

Вплив іонізуючих випромінювань (α , β , γ) на матеріал і деталі обладнання підсилювача звуку залежить від виду випромінювання, дози та умов навколишнього середовища. В обладнанні автоматизованої системи управління СЕП житлового будинку застосовуються елементи, до складу яких входять такі матеріали: метали, неорганічні матеріали (діелектрики), провідники і різноманітні органічні сполуки. Серед цих матеріалів найбільш чутливі до впливу іонізуючих випромінювань це метали, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв. Відомо, що іонізуючі випромінювання викликають зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть відбуватися порушення роботи електричних елементів схеми, що призводять до виходу з ладу апаратури. Так, проходячи через елементи,

потік гамма-випромінювань створює в них вільні носії електричних зарядів, в результаті переміщення яких виникає помилковий імпульс, який призводить до спрацьовування пристрою.

В результаті опромінення у транзисторах змінюється обернений струм і коефіцієнт підсилення, у конденсаторах знижуються напруги пробою та опір стікання, змінюється провідність і внутрішній нагрів; руйнується електрична ізоляція дротів з полімерних матеріалів. У органічних ізоляційних і діелектричних матеріалах змінюються такі параметри, як: електрична провідність і діелектрична проникність. Неорганічні матеріали менш чутливі до впливу іонізуючих випромінювань [55].

Для інженерної практики найбільший інтерес представляє дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку при впливі на її компоненти іонізуючих випромінювань протягом певного часу.

Найбільш піддаються впливу електромагнітних випромінювань (ЕМІ) системи електропостачання, зв'язку, сигналізації і керування. ЕМІ ушкоджують напівпровідниковим приладам, резисторам, конденсаторам.

ЕМІ представляє велику небезпеку для обладнання автоматизованої системи управління СЕП, добре захищеної від впливу інших вражаючих факторів. Тому слід пам'ятати про те, що захист апаратури від механічних ушкоджень не захищає від впливу ЕМІ. Апаратура може втратити працездатність, знаходячись у надійних захисних спорудженнях [55].

5.3.1 Дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку в умовах дії іонізуючих випромінювань.

Максимально допустимі значення потужності дози γ -випромінювань для елементів блоків СЕП наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Максимально допустимі потужності дози γ - випромінювання

№	Блок	Елементи приладу	$P_{гр,i}$ (Р/год)	$P_{гр}$ (Р/год)
1	Блок живлення	Транзистори КТЗ102В	10^5	10^4
		Діоди загального призначення S1M	10^5	
2	Блок управління	Конденсатори SMD1206 1nf, 16V	10^6	
		Резистори SMD1206 0,125 - 10кОм	10^6	
3	МПК	Мікросхеми PIC16F877	10^4	
		Діелектрики GTP15	10^4	

1. За мінімальним значенням $p_{гр}$ (табл. 5.1) межа безпеки роботи системи електропостачання складає $p_{гр} = 10^4$ (Р/год).

2. Для оцінки безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку визначається граничне значення потужності дози гамма-випромінювання ($p_{гр}$) за наступною формулою:

$$P_{гр} = K \cdot p_{гр} \cdot K_{нос} , \quad (5.1)$$

де: K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9..0,95$;

$p_{гр}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних змін найменш стійкого елемента;

$K_{нос}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{нос} = 7$),

$$P_{гр} = 0,9 \cdot 10^4 \cdot 7 = 6,3 \cdot 10^4 \text{ (Р/год)},$$

1. З вище наведених розрахунків можна зробити висновок, що безпека роботи системи електропостачання в умовах дії іонізуючих випромінювань буде забезпечуватись, якщо радіація в умовах експлуатації не перевищуватиме $P_{гр} = 6,3 \times 10^4$ (Р/год).

2. Розрахуємо допустимо максимальний час опромінення автоматизованої системи управління СЕП:

$$D_m = \frac{2P_{гр}(\sqrt{t_K^2} - \sqrt{t_{II}^2})}{1} , \quad (5.2)$$

де: $\sqrt{t_{II}^2}$, дорівнює 1;

D_m – дорівнює 10^3 ;

Оскільки всі значення відомі, то допустимий час роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку буде таким:

$$t_{\partial} = \left(\frac{10^3 \cdot 7 + 2 \cdot 6,3 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 6,3} \right)^2 = 16141286(\text{год}).$$

З розрахунків можна зробити висновок, що робота автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку в умовах впливу іонізуючих випромінювань буде безпечною не менше 5 років, а це більше часу морального старіння обладнання системи. Отже, проводити додаткові заходи щодо підвищення безпеки її роботи не потрібно.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи автоматизованої системи управління системи електропостачанням житлового будинку в умовах дії електромагнітного імпульсу.

Початкові дані для блоку живлення: $U_{ж} = 380$ (В) - напруга живлення;
 $l_{г} = 1,68$ м – максимальна довжина горизонтальних струмоведучих провідників.

Плати пристроїв як правило розташовані горизонтально. Так як вертикальна складова напруженості електричного поля приблизно на три порядки більша за горизонтальну, подальші розрахунки здійснюємо з врахуванням вертикальної складової.

В якості показника безпеки виступає коефіцієнт безпеки, який визначається за формулою:

$$K_{\partial} = \frac{20 \lg U_{д}}{U_{В(Г)}} \geq 40[\text{дБ}], \quad (5.3)$$

де: $U_{В(Г)}$ – напруга наведення у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах.

$$U_{д} = \frac{U_{ж} + U_{ж}n}{100}, \quad (5.4)$$

де: n – відхилення напруги живлення від її номінального значення, $n = (5...10)\%$;

$$U_d = \frac{3 + 3 \cdot 5}{100} = 3,15(\text{В}),$$

Допустима напруга наведення U_r :

$$U_B = \frac{U_d}{10^{\frac{40}{20}}} = \frac{3,15}{100} = 0,0315(\text{В}),$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається:

$$E_r = \frac{U_B}{l_B}, \quad (5.5)$$

$$E_r = \frac{0,0315}{1,68} = 0,01875(\text{В/м})$$

Оціночно:

$$E_B = E_r \cdot 10^3 = 0,01875 \cdot 10^3 (\text{В/м}),$$

Отже, оцінюючи безпеку роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку потрібно відмітити, що вертикальна складова напруженості електричного поля повинна не перевищувати $0,01875 \cdot 10^3$ В/м, граничне значення потужності дози гамма- випромінювання $P_{gr} = 6,3 \cdot 10^5$ (Р/год), а також допустимий максимальний час впливу на систему електропостачання іонізуючих випромінювань більше 5 років, що визначено розрахунками.

Також визначено, що основними засобами для забезпечення безпеки роботи автоматизованої системи управління електропостачанням житлового будинку в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу є:

- використання спеціальних пасивних екранів;
- використання активного захисту від дії потоку заряджених частинок.

При імпульсній дії ЕМП, крім перерахованих способів використовуються пристрої, що вимикають апаратуру і обладнання автоматизованої системи управління електропостачання житлового будинку на період його дії, а також збільшення відстані між елементами, що знаходяться під напругою.

ВИСНОВКИ

В першому розділі було проведене техніко-економічне обґрунтування доцільності дослідження в якому виявлено суть технічної проблеми що виникла на даному етапі розвитку. Розглянуто актуальність систем енергопостачання розумного будинку.

В другому розділі проведений аналіз існуючих технічних рішень і сучасного обладнання для АСУ житловим будинком. Наведено обґрунтування вибраного апаратного забезпечення для розробленої системи. Також представлені основні сучасні концепції побудови охоронних систем.

Також в розділі проведено дослідження і аналіз існуючих методів вирішення проблеми нормування мікроклімату в АСУ житловим будинком. Проаналізовано процеси формування мікроклімату у приміщеннях, описані основні параметри.

Третій розділ присвячений огляду структури АСУ житлового будинку і окремих її підсистем. Розроблена модель регулювання мікроклімату у приміщенні на основі ПДД закону і виконане експериментальне дослідження даної моделі. Розроблено функціональні і структурні схеми. Також надані UML – діаграми діяльності, розгортання і використання для АСУЖ, які показують принцип її роботи.

Проведений економічний аналіз доцільності розробки.

Було проведено прогнозування витрат на виконання науково-дослідницької роботи, розраховані загальні витрати на розробку. Виконано прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки. Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{абс}} = 1490000$ гривень. Розраховано відносну (щорічну) ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{в}} = 0,41$ або 41%. Розраховано термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Для даного випадку він складає 2 роки, що свідчить про доцільність фінансування даної розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Medilab.Medical information portal. Гігієнічні основи нормування факторів внутрішнього середовища місця проживання. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mediclab.com.ua/index.php?newsid=13208/>
2. Эконтроль. Микроклимат помещений. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ekontrol/climate/>
3. Studme.com. Короткий курс лекцій з дисципліни «Безпека життєдіяльності» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://studme.com.ua/12631113/bzhd/gigienicheskoe_normirovanie_microklimata.htm
4. Архітектура персонального комп'ютера. Мікропроцесори. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured
5. И. Федоров, Сколько этажей у интеллектуального здания.// Бизнес: Организация, Стратегия, Системы.-1999.-№10
6. В.А. Архипов, Системы для интеллектуального здания./ СтройМаркет. – 1999. - №45
7. А. Авдучевский, Крыша для интеллекта. // Журнал сетевых решений LAN. – 1998. -№12
8. И.Г. Смирнов «Должны ли кабельные системы быть структурированными?» - «Вестник связи», №8, 1998
9. Ю. Королев «Умный дом: приятная неизбежность».
10. Хороший будинок – Розумний дім. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://olympica.com.ua/>
11. Forter. Охоронная сигнализация. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<http://www.forter.com.ua>
12. Dominion. Типи систем охоронних сигналізацій. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://dominion2012.com/>
13. Процеси формування мікроклімату. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<http://om.net.ua/>

14. Глонь О.В. Комп'ютеризовані системи керування / О.В. Глонь, В.М Дубовой, Ю.І Мітюшкін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 157с.
15. Astrom, Karl J. PID controllers:theory, design and tunings./ Karl J.Astrom, Tore Hugglung – 2 ed. P. cm. USA.
16. Siemens. Standard PID control. Manual 6ES7830-2AA21-8BG0-ed.03/2003
17. Компанія «ДЕСА». Охоронна сигналізація. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://desa.net.ua/ohoronna-signalizatsiya.html>.
18. М-клімат. Чому ІНВЕРТОРНИЙ кондиціонер? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://m-klimat.com/index.php/pro-nas/korysna-informatsiia/106>.
19. Умный дом. Сплит-система и кондиционер: в чем отличие? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nasosvdom.com.ua/ru/-/poleznaya-informaciya/Split-sistema-i-kondicioner-v-chem-raznica>
20. COMPTechservis. Встановлення охоронних сигналізацій. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: comptech.com.ua/p39698792-vstanovlennya-ohoronnih-signalzatsj.html.
21. Система розумний дім: [Електронний ресурс]: // Ecotown – Режим доступу до ресурсу: <https://ecotown.com.ua/news/Systema-Rozumnyy-dimzmenshuye-vytraty-na-komposluhy-do-30/>
22. Функції та комфорт розумного дому: [Електронний ресурс]: // melask – Режим доступу до ресурсу: <http://melask.com.ua/rozumniy-dim/komfort.html>
23. Розумний дім – технологія економії: [Електронний ресурс]: // rightchoice – Режим доступу до ресурсу: <http://right-choice.com.ua/rozumniy-dimtehnologiya-ekonomiyi-zruchnosti-i-komfortu-visokogo-rivnya>
24. Розумний будинок: [Електронний ресурс]: // lady.tochka – Режим доступу до ресурсу: <http://lady.tochka.net/ua/58959-что-takoe-umnyy-dom/>
25. Керований пристрої «Розумного» будинку: [Електронний ресурс]: // sutem – Режим доступу до ресурсу: <http://sutem.com.ua/7113smartbus.php>

26. Керуючі пристрої «Розумного» будинку: [Електронний ресурс]: // sutem – Режим доступу до ресурсу: <http://sutem.com.ua/7121smartbus.php>
27. Переваги «Розумного» будинку: [Електронний ресурс]: // klyuch – Режим доступу до ресурсу: <http://klyuch.com.ua/m/articles/economy/yakiperevagy-rozumnogo-domu/>
28. Delaney B, Jayant N, Hans M. A Low-power , Fixed-point Front-end Feature Extraction for a Distributed Speech Recognition System[J]. HP Laboratories Technical Report, 2001, 26(9): 252-254
29. Christophe L, Georges L, Nocera P. Reducing Computational and Memory Cost for Cellular Phone Embedded Speech Recognition System[J] . Proceedings of the IEEE, 2012, 85(9): 112-115
30. Christophe L, Georges L, Nocera P. Reducing Computational and Memory Cost for Cellular Phone Embedded Speech Recognition System[J] . Proceedings of the IEEE, 2012, 85(9): 112-115
31. Douglas A, Richard C. Robust text-independent speaker identification using Gaussian mixture speaker models [J]. IEEE Trans Speech and Audio Processing, 1995, 3(1): 77-80
32. Deller John R, Proakis John G, Hansen John H L. Discrete-Time Processing of Speech Signals [M]. Macmillan Publishing Company, 2003
33. Reynolds D A, Quatieri T F, Dunn R B. Speaker verification using adapted gaussian mixture models [J]. Digital Signal Processing, 2000(10): 19-41
34. Yang Hongwu, HuangDezhi, Cai Lian-hong. Perceptually Weighted MelCepstrum Analysis of Speech Based Psychoacoustic Model[J]. IEICE TRANS. INF. & SYST, 2006, E89-D (12): 1-4
35. L. R. Bahl, P. Gopalakrishnan, and R. L. Mercer. Search issues in large vocabulary speech recognition. In Proceedings of the 1993 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition, Snowbird, UT, 1993.
36. A. B´anhalmi, A. Kocsor, and R. Busa-Fekete. Counter-example generationbased one-class classification. In Proceedings of ECML, pages 543–550, 2007.

37. J. Dombi. Towards a general class of operators for fuzzy systems. IEEE Transaction on Fuzzy Systems, 16(2):477–484, 2008.
38. D. Dubois and H. Prade. Fundamentals of Fuzzy Sets. Kluwer Academic Publisher, 2000.
39. R. O. Duda and P. E. Hart. Pattern Classification and Scene Analysis. Wiley & Sons, New York, 1973.
40. W. Gerstner and W. M. Kistler. Spiking Neuron Models. Cambridge University Press, 2002.
41. J. R. Glass. A probabilistic framework for segment-based speech recognition. Computer Speech and Language, 17(2):137–152, 2003.
41. Датчики температуры. Комплексные поставки. Разработчик: группа предприятий Метран. Тематический каталог. 2015
42. Сопер М. Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» / М. Э. Сопер – М.: НТ Пресс, 2012. – 432 с.
43. Боровська Т.М., Северілов П.В., Северілов В.А. //Теорія автоматичного управління. Частина 2. Аналіз САУ: Т 33 навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014 – 157с.
44. Технологіка. Комнатный датчик температуры [Электронный ресурс]: // klyuch – Режим доступа до ресурсу: <http://tehno-logica.com/komnatnyy-datchic-temperature/>
45. Уклад В.О. Козловський // Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт. Вінниця: ВНТУ, 2012-22с.
46. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
47. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації

об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

48. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

49. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

50. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

51. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

52. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

53. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

54. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

55. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

56. Сакевич В. О. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах. Навч. Посбник. Вінниця: ВДТУ, 2001. 109 с.

Додаток А
(обов'язковий)

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки



ЗАТВЕРДЖЕНО
В. о. зав. кафедри КЕМСК
К.Т.Н., доц.
Микола МОШНОРИЗ
« 24 » 03 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

08-24.МКР.005.00.000 ТЗ

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Володимир БОГАЧУК
(підпис)

« 24 » 03 2023 р.

Виконавець: студентка гр. ЕПА - 21мз

Марина ХОНИЧ
(підпис)

« 24 » 03 2023 р.

Вінниця ВНТУ 2023

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки «Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення автоматизованої системи управління».

Скорочене найменування розробки – «Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення автоматизованої системи управління».

Замовник – Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті.

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем магістерських кваліфікаційних робіт.

3 Мета і вихідні дані для розробки магістерської роботи

а) мета – підвищення ефективності автоматизованої системи управління житловим будинком шляхом розробки адекватних моделей регулювання мікроклімату будинку та управління його безпекою;

б) вихідні дані для виконання МКР:

відомості про автоматизовані системи управління житловим будинком; відомості про особливості та розвиток інтелектуальної системи «Розумний будинок»; відомості про основні концепції побудови охоронних систем; основні техніко-економічні показники АСУ.

4 Призначення розробки і галузь використання

Підвищення ефективності автоматизованої системи управління житловим будинком шляхом розробки адекватних моделей регулювання мікроклімату будинку та управління його безпекою. Розроблені засоби та методи дозволяють створити високий рівень безпеки будівлі та легко контролювати її стан в режимі реального часу. Проектування такої системи безпеки передбачає оснащення житла елементами сигналізації, який повинен контролювати усі можливі шляхи несанкціонованого доступу до об'єкта

5 Вимоги до розробки

Автоматизована система управління житлового будинку повинна відповідати наступним критеріям:

1. контролювати усі можливі шляхи несанкціонованого доступу будинку;
2. забезпечення комфортного життя в будинку.

6 Джерела розробки

1 Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г.Л. Лисенко, А.Г. Буда, Р.Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 60 с,

2 Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт/ Уклад В.О. Козловський. Вінниця: ВНТУ, 2012-22с.

3. Боровська Т.М., Северілов П.В., Северілов В.А. //Теорія автоматичного управління. Частина 2. Аналіз САУ: Т 33 навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014 – 157с

7 Етапи виконання

Зміст етапу	Термін виконання	
	Початок	кінець
Збір інформації, яка необхідна для дослідження		
Проведення дослідних розрахунків		
Розробка робочих креслень		
Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

8 Очікуваний економічний ефект

В разі використання АСУ житлового будинку створюється високий рівень безпеки будинку та легко контролюється її стан в режимі реального часу.

9 Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

10 Технічне обслуговування та ремонт

До оперативного обслуговування електроустановками допускаються працівники, які знають їхні схеми, інструкції з експлуатації, особливості конструкції та роботи обладнання і пройшли навчання та перевірку знань.

11 Порядок контролю та прийняття

Виконання етапів графічної та розрахункової документації магістерської кваліфікаційної роботи контролюється керівником згідно з графіком виконання роботи. Прийняття роботи здійснюється комісією затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком захисту.

Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ

ОПТИМІЗАЦІЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЖИТЛОВОГО
БУДИНКУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ

Актуальність дослідження:

Дана магістерська робота присвячена розробці і дослідженню окремих підсистем АСУ житлового будинку. Охорона приміщення від зовнішнього проникнення одне із головних завдань в автоматизації житла. Також важливим моментом для комфортного життя у будинку є мікроклімат у приміщенні і можливість його регулювання за власним бажанням. Тому розробка підсистем регулювання клімату і охоронної підсистеми автоматизованої системи управління житлом є актуальною проблемою.

Мета роботи

Підвищення ефективності автоматизованої системи управління житловим будинком шляхом розробки систем регулювання мікроклімату житла і управління його охороною.

Об'єктом дослідження є процес автоматизації управління мікрокліматом і охоронною системою у житловому будинку.

Simatic S7-1200 CPU 1214C

Siemens S7-1200 - перспективний контролер, програмується за допомогою ПЗ Simantic Step 7.

Переваги:

- Простота монтажу і налаштування;
- Невеликий розмір;
- Висока продуктивність;
- Можливість моніторингу в реальному часі;
- Вбудований маршрутизатор
- Розвиток і перспективність

Недоліки:

- несумісність лінійок між собою;
- підтримка тільки власних закритих протоколів;
- великий розмір протоколів



Контролер фірми Atmel

Переваги:

- Мініатюрність;
- Обчислювальна потужність;
- Високу продуктивність аналогової частини;
- Можливість інтеграції на системному рівні.

Недоліки:

- Складність заміни на платі;
- Неповні інструкції до наявних бібліотек





ІЧ – давач «BINGO»

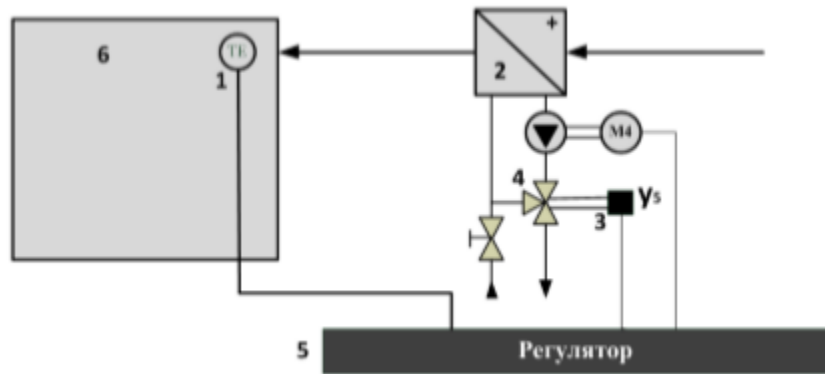


Давач розбиття скла
«STAR»



Давач вимірювання температури ДВТ-02-КМ

Функціональна схема автоматизації контуру регулювання температури



- 1 -давач, встановлений а приміщенні;
- 2 -темообмінних (водний нагрівач повітря);
- 3 -виконавчий механізм;
- 4- робоча область (шаровий клапан);
- 5 -регулятор;
- 6 -приміщення.

Структурна схема автоматичного управління



- де $W_{рег}$ – передаточна функція регулятора;
- $W_{вм}$ – передаточна функція виконавчого механізму;
- $W_{ро}$ – передаточна функція робочої області;
- $W_{то}$ – передаточна функція теплообмінника;
- $W_{п}$ – передаточна функція приміщення;
- $W_{д}$ – передаточна функція давача;
- U – сигнали після проміжних етапів системи.

Передатна функція приміщення матиме вигляд

$$W_n = \frac{k_n}{T_n \cdot p + 1} \text{ (к/Вт)},$$

$$k_n = \frac{1}{(aF + L \cdot c \cdot \rho)} \text{ (к/Вт)},$$

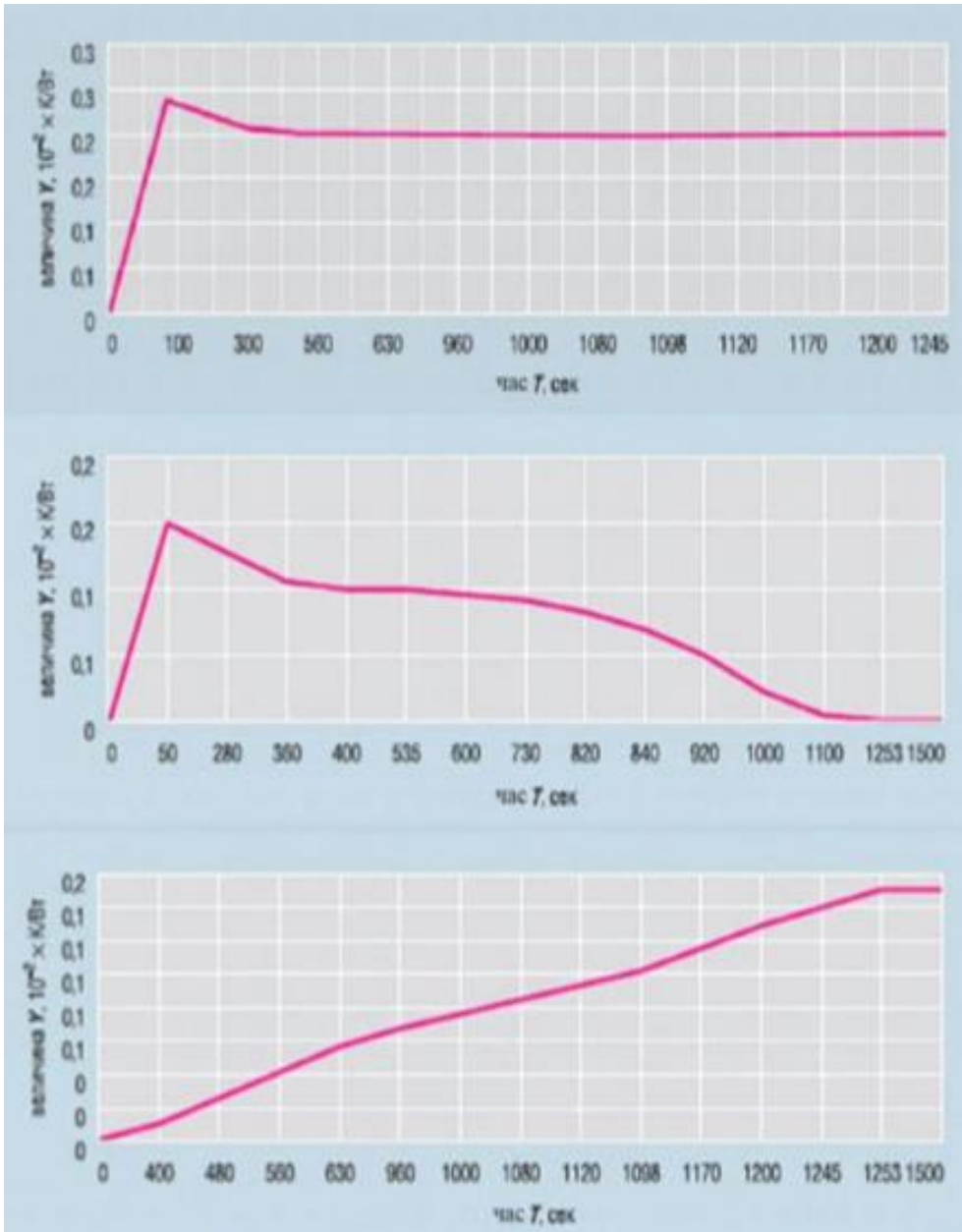
$$T_n = \frac{V \cdot c \cdot \rho}{(aF + L \cdot c \cdot \rho)} \text{ с.}$$

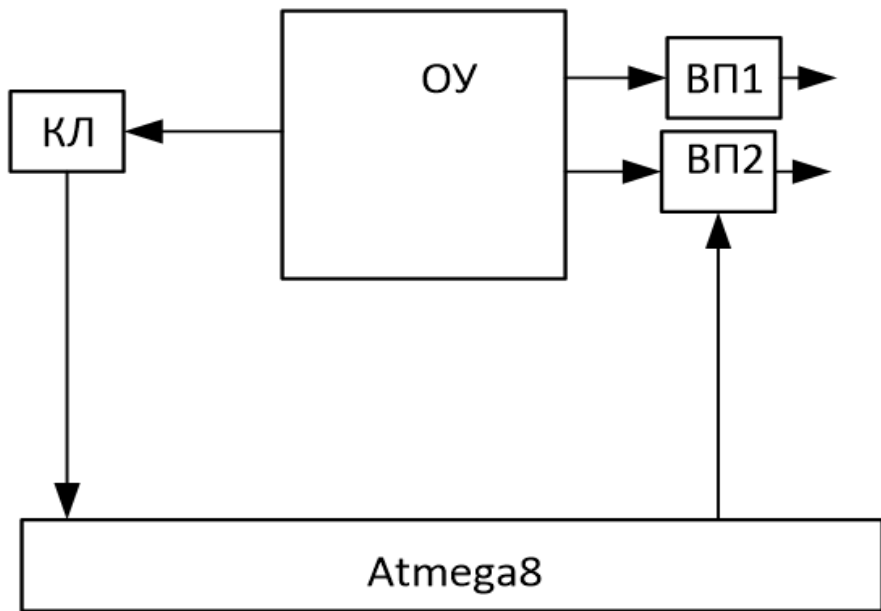
Графіки залежності питомих відхилень температури в приміщенні

Пропорційно-інтегрально-
диференціальне регулювання

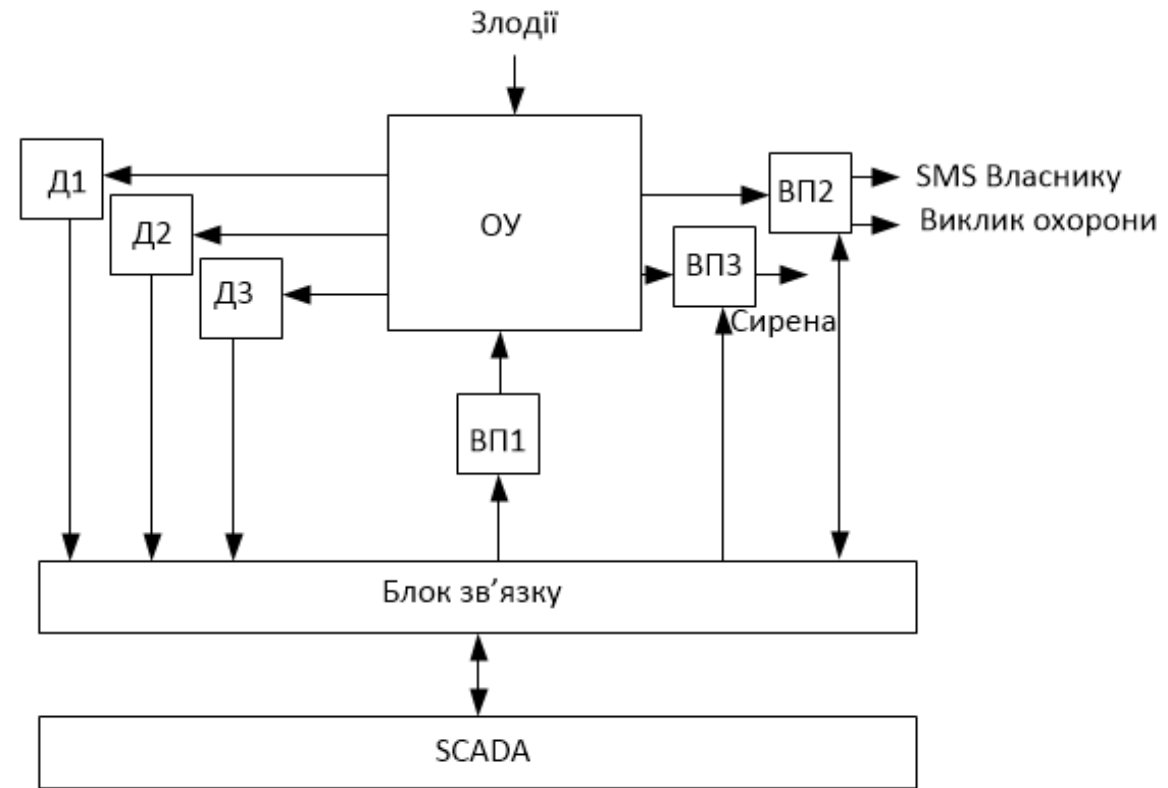
Пропорційно-диференціальне
регулювання

Пропорційне регулювання

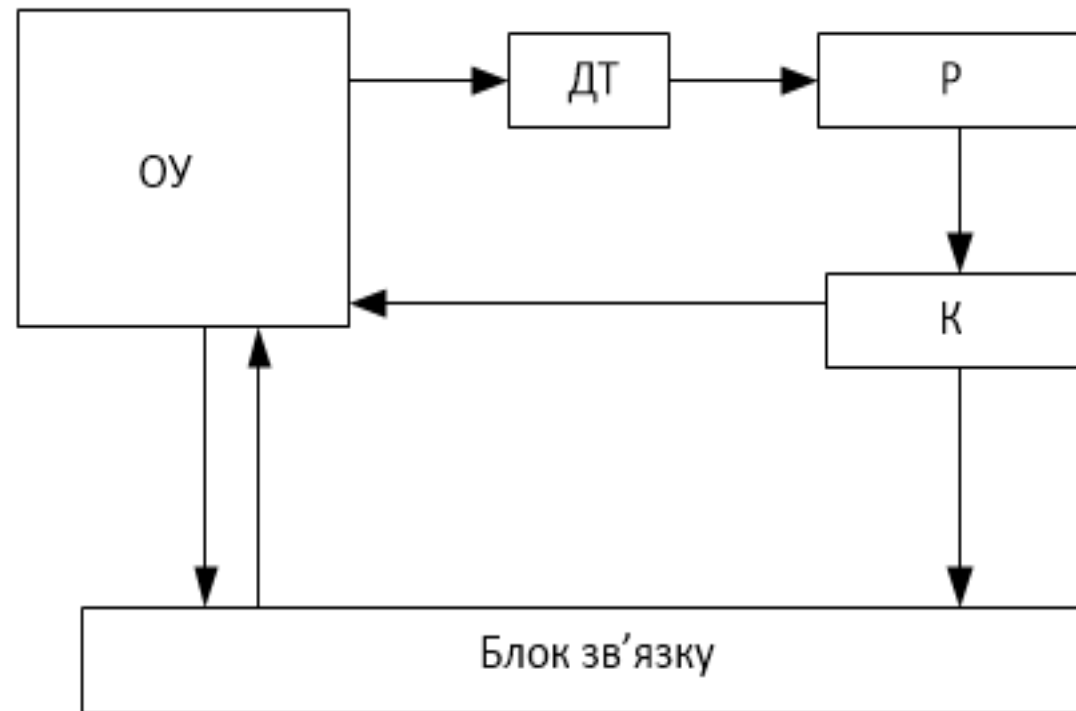




Структурна схема об'єкта контролю доступу

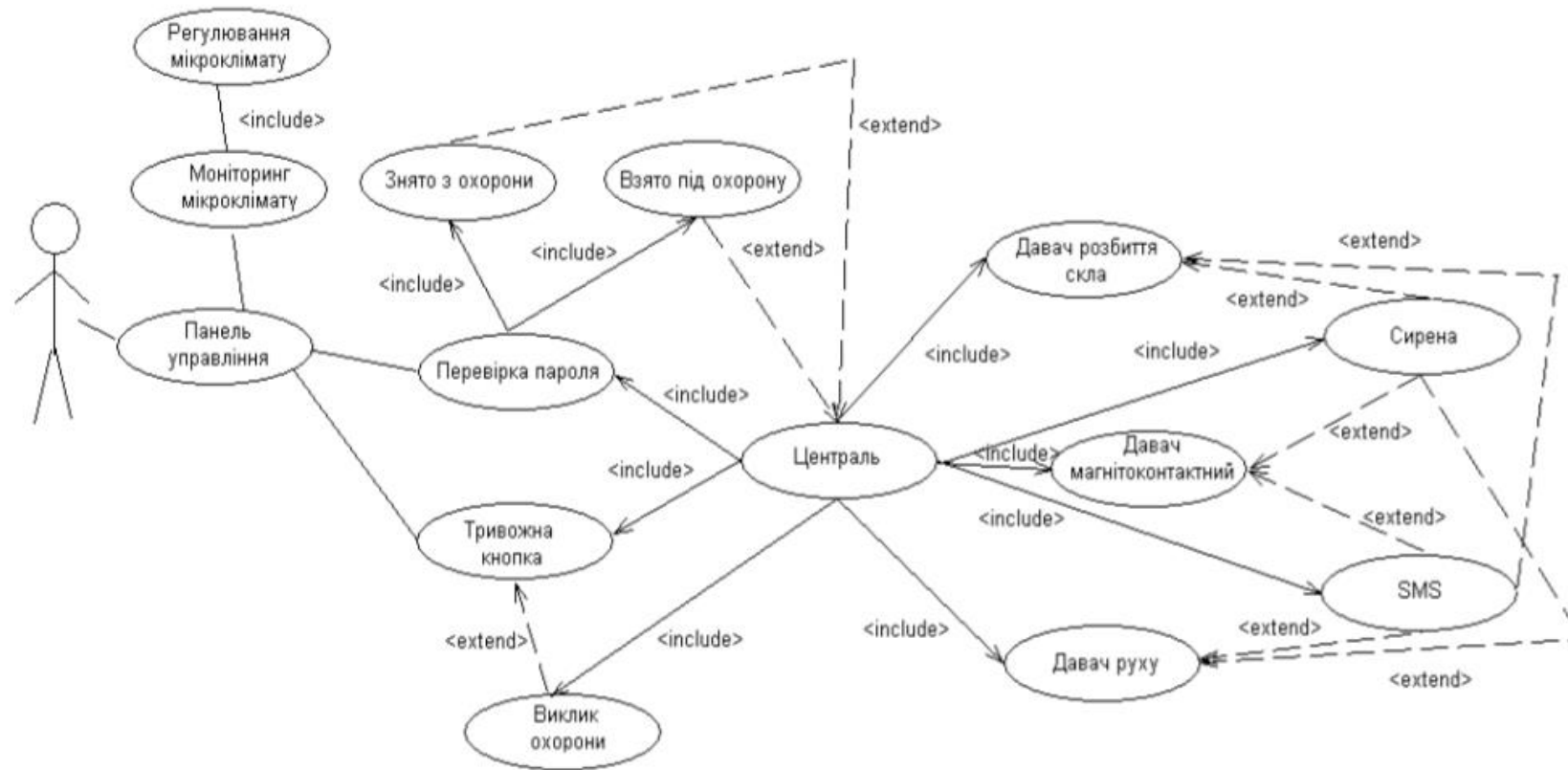


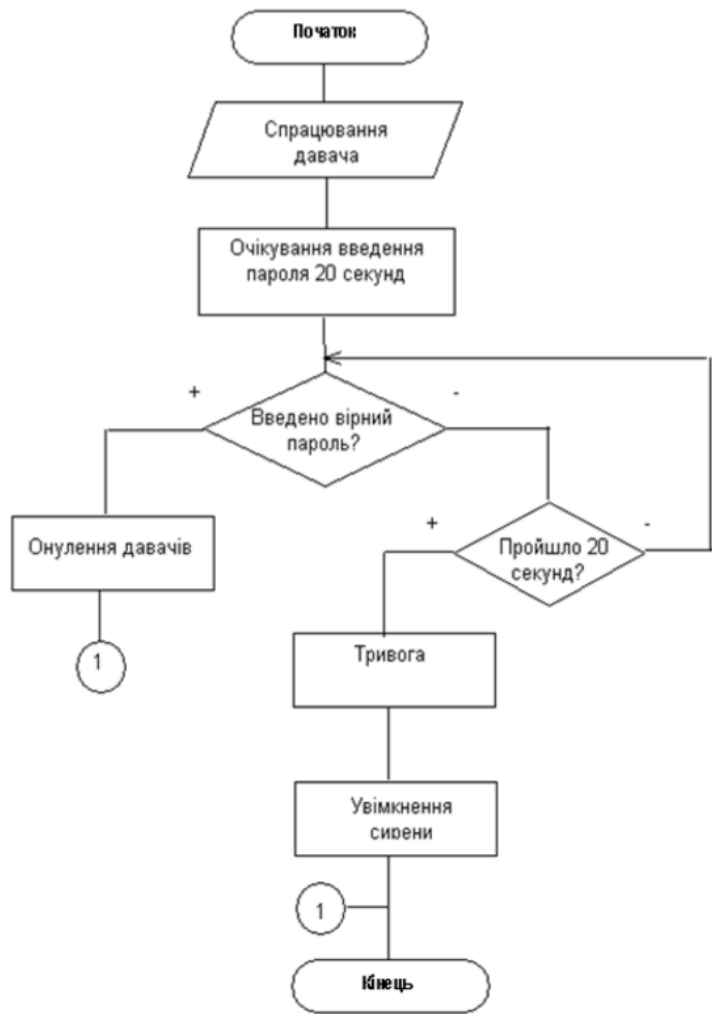
Структурна схема автоматизованої охоронної системи



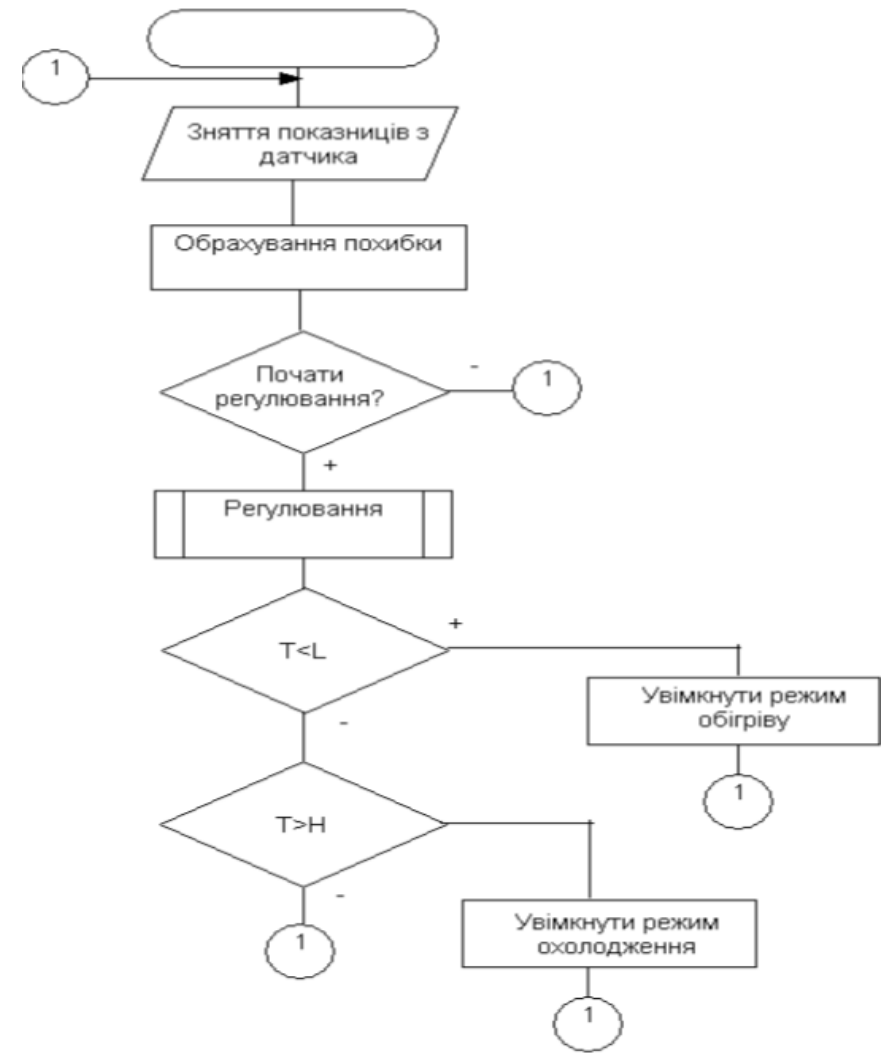
Структурна схема регулювання
мікроклімату приміщення:

UML-діаграма варіантів використання

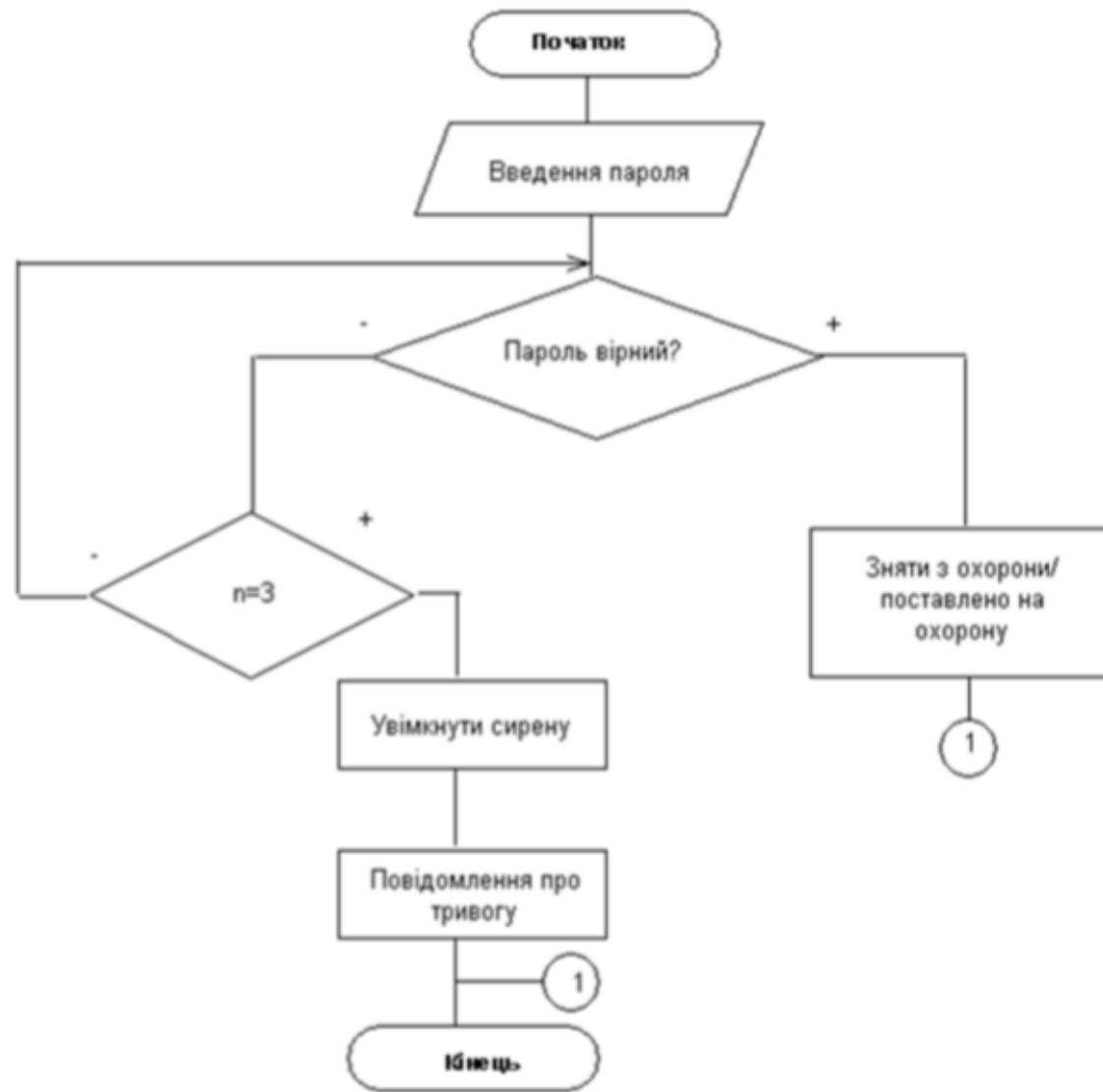




Алгоритм роботи підсистеми охоронної сигналізації



Алгоритм роботи підсистеми регулювання температури



Алгоритм роботи обробки пароля

Доцільність впровадження розробки

Основним показником, який визначає доцільність комерційного впровадження нашої розробки, є відносна ефективність вкладених в розробку інвестицій та термін їх окупності.

Розрахуємо теперішню вартість початкових інвестицій PV , що вкладаються в нашу розробку :

$$PV = ZB \cdot K_{\text{дод}},$$

де ZB – загальні витрати на розробку

$K_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткових витрат

Абсолютний ефект вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$:

$$E_{\text{абс}} = \text{ПП} - PV,$$

Приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою

$$\text{ПП} = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t},$$

$$\text{ПП} = \frac{640}{(1+0,1)^2} + \frac{890}{(1+0,1)^3} + \frac{1150}{(1+0,1)^4} \approx 530 + 670 + 790 = 1990 \text{ (тис. грн.)}$$

Абсолютний ефект від впровадження результатів нашої розробки протягом 3-х років складе:

$$E_{\text{абс}} = 1990 - 500 = 1490 \text{ тис. грн.}$$

Отже, $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від впровадження нашої розробки принесе прибуток і вкладати кошти в дану розробку можна.

Висновки

1. Шляхом аналізу існуючих технічних рішень і сучасного обладнання для АСУ житлового будинку було наведено обґрунтування вибраного апаратного забезпечення для розробленої системи, також представлені основні сучасні концепції побудови охоронних систем.
2. Проведено дослідження і аналіз існуючих методів вирішення проблеми мікроклімату в АСУ житлового будинку.
3. Розроблені функціональні та структурні схеми.
4. Проведений економічний аналіз доцільності даної розробки.

Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій, розраховано відносну ефективність вкладених у реалізацію наукового проєкту інвестицій. Для даного випадку він складає 2 роки, що свідчить про доцільність фінансування даної наукової розробки.

Новизна роботи. Вдосконалено процес автоматизації управління системою безпеки та мікрокліматом приміщень, що на відміну від існуючих більш ефективно захищає приміщення від зловмисників. та реалізує ефективний автоматичний ПІД-контроль клімату на базі розробленого моделі за рахунок розміщення мінімуму датчиків по периметру, які охоплюють максимум площ об'єкта та не залишає «сліпих зон» в приміщенні.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені засоби та методи дозволяють створити високий рівень безпеки будівлі та легко контролювати її стан в режимі реального часу. Проектування такої системи безпеки передбачає оснащення житла елементами сигналізації, який повинен контролювати усі можливі шляхи несанкціонованого доступу до об'єкта.

08-24.МКР.005.00.000

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення автоматизованої системи управління Мета і об'єкт дослідження	Літ.	Маса
Розробив:		Хонич М.О.	<i>M. Honich</i>	05.06.23			
Перевірів		Богачук В.В.	<i>V. Bogachuk</i>	05.06.23			
Т. контр.							
Реценз.		Терешкевич Л.Б.	<i>L. Tereshkevich</i>	09.06.23			
Норм.кон.		Паянок О.А.	<i>O. Pajank</i>	05.06.23			
Затверд.		Мошноріз М.М.	<i>M. Mozhnoriz</i>	04.06.23			

ВНТУ, гр. ЕПА-2

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Оптимізація споживання електричної енергії житлового будинку шляхом створення АСУ

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. ЕПА-21мз

Науковий керівник: к.т.н., доц. Богачук В.В.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність	92.8%
Схожість	7.2%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку
(підпис) (прізвище, ініціали)



Паянок О.А.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unischek щодо роботи.

Автор роботи М. Ронч
(підпис) (прізвище, ініціали)

Хонич М.О.

Керівник роботи В.В. Богачук
(підпис) (прізвище, ініціали)

Богачук В.В.

Масштаб

Аркуші

ЕПА-21мз