

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка та дослідження автоматизованої системи
комплексної безпеки розумного будинку на базі
мікропроцесорного контролера Arduino Uno Rev4»

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи КАмд-61
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва спеціальності)

Шевчук Г. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) Трембач Р.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) Шовкун О.П.
(прізвище та ініціали)

Завідувач
кафедри
(підпис) Савків В.Б.
(прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) Дідич І.С.
(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Савків В.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка”
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шевчук Галині Миколаївні
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка та дослідження автоматизованої системи
комплексної безпеки розумного будинку на базі мікропроцесорного
контролера Arduino Uno Rev4»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» листопада 2024 року № 4/7-1078.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Основні вимоги до контролю параметрів приміщень

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
1) аналітична частина; 2) науково – дослідна частина; 3) технологічна
частина; 4) конструкторська частина; 5) спеціальна частина; 6) охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень, слайдів)
Презентація кваліфікаційної роботи 12 аркушів формату А4

АНОТАЦІЯ

Шевчук Галина Миколаївна. «Розробка та дослідження автоматизованої системи комплексної безпеки розумного будинку на базі мікропроцесорного контролера Arduino Uno Rev4.», кваліфікаційна робота магістра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2024 р.

У сучасних умовах швидкого розвитку технологій питання забезпечення комплексної безпеки житла набуває особливої актуальності. Інтеграція автоматизованих систем безпеки у концепцію "розумного будинку" дозволяє забезпечити захист мешканців, зручність керування, енергозбереження та надійний контроль над системами будинку.

Метою роботи є розробка та дослідження автоматизованої системи комплексної безпеки для розумного будинку на базі сучасного мікропроцесорного контролера Arduino Uno Rev4. У ході виконання роботи були розроблені технічні завдання, створено структурну схему системи безпеки, визначено оптимальні компоненти та засоби автоматизації.

Особливу увагу приділено дослідженню функціональності системи, її надійності та зручності використання для кінцевого користувача. Система включає модулі для контролю доступу, виявлення загроз (наприклад, пожежі, витоку газу, проникнення), а також можливість дистанційного моніторингу та керування через мобільний додаток.

Ключові слова: автоматизація, розумний будинок, безпека, Arduino Uno Rev4, система керування.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Поняття «Розумний будинок»	7
1.2 Концепція «Розумного будинку»	9
1.3 Можливості «Розумного будинку»	10
1.4 Особливості проєктів «Розумного будинку»	13
1.5. Системи автоматизації будинку	14
2 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	23
2.1 Проектування структури системи розумного будинку.	24
2.2 Технологічні підходи до системи розумного будинку	26
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30
3.1 Нічне освітлення	31
3.2 Система безпеки	32
3.3 Контроль вологості ґрунту	34
3.4 Керування дверима за допомогою кнопочового модуля	35
3.5 Активна вентиляція	35
4 КОСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	38
4.1 Вибір плати керування Keyestudio PLUS для системи «Розумний будинок»	38
4.2 Вибір плати розширення для Keyestudio PLUS	39
4.3 Вибір модулів	41
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	53
5.1 Програмна реалізація апаратної частини системи «Розумний будинок»	53
5.2 Алгоритм керуючої частини	57
5.3 Інструкція для користувача	59
5.4 Програмна реалізація керуючої частини системи «Розумний	64

будинок»	
6 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ	69
6.1 Охорона праці	69
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	78
ВИСНОВКИ	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
ДОДАТОК А Блок схема датчика освітлення	95
ДОДАТОК Б Блок схема датчика руху	92
ДОДАТОК В Блок схема датчик диму	93
ДОДАТОК Г Блок схема датчика вологості ґрунту	94
ДОДАТОК Д Блок схема датчика керування дверима	95
ДОДАТОК Е Блок схема активної вентиляції	96
ДОДАТОК Ж. Лістинг коду	97
ДОДАТОК З Блок схема керування світлодіодом	107
ДОДАТОК К Блок схема керування релейним модулем	108
ДОДАТОК Л Блок схема керування музикою	109
ДОДАТОК М Блок схема керування фотоелементом	110
ДОДАТОК Н Блок схема керування датчиком пару	111
ДОДАТОК П. Блок схема керування дверима	112
ДОДАТОК Р. Блок схема керування вікном	113
ДОДАТОК С.Блок схема керування вентилятором	114

ВСТУП

У сучасному світі безпека житла є однією з найбільш актуальних проблем, що турбує власників будинків та квартир. З розвитком інформаційних технологій та автоматизації, з'являється можливість створення ефективних систем безпеки, які можуть забезпечити не лише захист від несанкціонованого доступу, але й моніторинг різних параметрів середовища житла в реальному часі. Одним із напрямків розвитку таких систем є використання розумних технологій, зокрема розумних будинків.

Розумні будинки представляють собою комплекс інтелектуальних систем, що автоматизують функціонування різних аспектів житла, включаючи освітлення, опалення, вентиляцію, а також системи безпеки. Одним із найбільш доступних і популярних рішень для створення таких систем є використання мікропроцесорних контролерів, таких як Arduino. Мікропроцесорний контролер Arduino Uno Rev4 є потужним і доступним інструментом для розробки автоматизованих систем, що дозволяє реалізувати проекти різного рівня складності [1, 2, 3, 4].

Метою цієї роботи є розробка та дослідження автоматизованої системи комплексної безпеки для розумного будинку, яка базується на мікропроцесорному контролері Arduino Uno Rev4. Система має включати в себе компоненти для захисту від вторгнень, моніторинг стану дверей та вікон, а також можливість інтеграції з іншими пристроями розумного будинку для підвищення рівня безпеки та комфорту. Робота передбачає створення прототипу такої системи, а також оцінку її ефективності у реальних умовах [5, 6, 7, 8].

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення безпеки в умовах швидкого розвитку технологій і зростаючими вимогами до рівня захисту житла від різних загроз. Створення ефективних, доступних і

зручних рішень для автоматизації безпеки є важливим кроком на шляху до розвитку інтелектуальних середовищ для сучасних користувачів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Поняття «Розумний будинок»

Технології «розумного будинку» є одними з найбільш перспективних напрямків розвитку сучасної інфраструктури житла. Це концепція, що передбачає інтеграцію різних систем управління в будинку, таких як освітлення, опалення, безпека, енергозбереження та інші. Метою створення таких систем є підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності, а також полегшення управління житловим простором [9, 10, 11, 12].

Розумний будинок (або «смарт-хаус») — це система автоматизації житлових приміщень, що включає в себе інтелектуальне управління різними функціями будинку, такими як освітлення, температурний контроль, охорона, доступ до ресурсів тощо. Розумні технології дають можливість здійснювати управління через мобільні пристрої (смартфони, планшети), голосові помічники або інші пристрої, що забезпечує зручність і комфорт для користувачів.

Основні компоненти, що складають систему «розумного будинку», включають:

- Системи освітлення: автоматичне включення та вимикання світла залежно від часу доби або наявності людей у кімнаті.
- Системи опалення та кондиціонування: автоматичне регулювання температури в приміщеннях залежно від погодних умов або переваг мешканців.
- Системи безпеки: відеоспостереження, сигналізації, датчики руху, охоронні системи, контроль доступу, що допомагають забезпечити безпеку будинку та його мешканців.
- Енергозбереження: розумні прилади, що дозволяють оптимізувати споживання енергії та знижувати витрати.

- Автоматизація побутових процесів: наприклад, розумні холодильники, пральні машини, які можуть самостійно регулювати свій режим роботи.

Сновний принцип роботи розумного будинку полягає в інтеграції різних автоматизованих систем у єдину мережу. Кожен пристрій або система підключається до центрального контролера або серверу, який може обробляти інформацію і давати команди іншим пристроям. Зазвичай для цього використовуються бездротові технології, такі як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee або Z-Wave. Користувач може взаємодіяти з системою через додаток на смартфоні або голосового асистента.

Переваги розумного будинку:

- Комфорт і зручність: автоматизація повсякденних процесів дозволяє значно спростити управління домом і заощаджувати час.
- Енергоефективність: системи розумного будинку дозволяють знижувати енергоспоживання завдяки точному контролю за використанням енергії.
- Безпека: автоматичні системи безпеки, такі як відеоспостереження та охоронні сигналізації, знижують ризик крадіжок та інших неприємних ситуацій.
- Дистанційне управління: можливість керувати всіма системами будинку на відстані дає більшу свободу і контроль.

Використання технологій на базі Arduino в розумному будинку

Система автоматизації «розумного будинку» може бути побудована на базі мікропроцесорних платформ, таких як Arduino. Arduino — це відкритий програмний та апаратний інструмент, що дозволяє розробляти прототипи електронних систем з високою гнучкістю та доступністю.

Використання Arduino в якості основи для розробки систем розумного будинку дозволяє реалізовувати наступні функції:

Контроль освітлення та температури: використовуючи датчики, можна автоматично налаштовувати освітлення та температурний режим відповідно до умов навколишнього середовища.

Безпека та охорона: з допомогою сенсорів руху, камер та сигналізацій можна розробити системи для контролю доступу та попередження небезпеки [13, 14, 15].

Інтерфейси для користувача: реалізація інтерфейсів для зручного керування через мобільні пристрої або голосові команди.

Майбутнє технологій «розумного будинку» полягає в подальшій інтеграції з новими технологіями, такими як штучний інтелект, інтернет речей (IoT) та 5G зв'язок. Ці технології дозволяють створювати більш інтелектуальні та адаптивні системи, здатні до самонавчання і оптимізації на основі аналізу даних.

Розумні будинки — це не просто тренд, а необхідність у майбутньому для забезпечення комфортного та безпечного життя. Вони дозволяють створювати екологічно чисті, енергоефективні та безпечні умови для життя, що є важливим фактором у сучасному світі. Застосування таких технологій на базі доступних мікропроцесорних платформ, як Arduino, є важливим кроком у розвитку інтелектуальних систем для сучасного житла.

1.2. Концепція «Розумного будинку»

Поняття «розумний дім» можна інтерпретувати як "розумно побудований дім". Це означає, що будівля повинна бути спроектована так, що всі сервіси могли б інтегруватися один з одним з мінімальними

витратами (з точки зору фінансів, часу і трудомісткості), а їх обслуговування було б організовано оптимальним чином.

Концепція інтелектуальної будівлі містить в собі такі положення:

- a) створення інтегрованої системи управління будівлею - системи з можливістю забезпечення комплексної роботи всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших.
- b) відсутність обслуговуючого персоналу будівлі і передача функцій контролю і прийняття рішень підсистемам інтегрованої системи управління будівлею. у ці підсистеми якраз і закладається «інтелект» будівлі – алгоритм дій у відповідь на зміну параметрів датчиків системи та інші події типу позаштатних ситуацій.
- c) реалізація механізму негайного відключення і передачі при необхідності управління людині будь-якою підсистемою інтелектуальної будівлі. разом з цим людині повинен надаватися зручний і однаковий доступ до управління і відображення всіх підсистем і частин «розумного будинку».
- d) забезпечення коректної роботи окремих підсистем в разі відмови загальної керуючої системи або інших частин системи.
- e) мінімізація вартості обслуговування і модернізації систем будівлі, що має забезпечуватися застосуванням загальних стандартів у побудові підсистем, автоматичне конфігурування і виявлення нових пристроїв і модулів при їх додаванні в систему.
- f) наявність в будівлі прокладеною комунікаційного середовища для підключення до неї пристроїв і модулів систем. поряд з цим можливість використання в якості комунікаційного середовища в системі управління різних типів фізичних каналів: слабкострумові лінії, силові лінії, радіоканал.

1.3 Можливості «Розумного будинку»

Інтелектуальна будівля має масу переваг. Система управління дозволяє власникам створювати скільки завгодно складні і інтелектуальні процедури функціонування, тому що всі виконавчі системи можуть працювати злагоджено і спільно [16, 17, 18, 19]. Звідси випливає реалізація безлічі ресурсозберігаючих процедур:

- а) контролю доступу та забезпечення безпеки;
- б) обліку і контролю практично всіх параметрів систем і оперативне реагування на їх критичне зміна, причому реакція є комплексною і миттєвою;
- с) віддаленого контролю і управління будівлею, тому що всі інформаційні та керуючі канали зв'язку в такій системі є цифровими.

Одним дотиком можна перетворити порожнє житло в затишний гостинний будинок: буде включено освітлення, встановлено комфортний мікроклімат, опустяться штори, наповниться ванна.

Використовуючи спеціальні світлорегулятори можна не тільки змінювати яскравість лампи при включенні, а й час, за яке буде досягнута ця яскравість.

Функція постійного контролю освітленості, призначена в основному для офісних приміщень, дає можливість підтримувати задану освітленість робочої поверхні незалежно чи світить сонце чи небо приховано хмарами.

Автоматичне включення зовнішнього освітлення в залежності від часу доби і присутності людей не тільки забезпечить додатковий комфорт, але і відлякає непрошених гостей. Приклад пристрою управління світлом зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 - Пристрій управління світлом.

Система постійно вимірює температуру індивідуально в кожній кімнаті і підтримує її на заданому рівні, керуючи безпосередньо клапанами радіаторів або заслінками кондиціонера, а також, при необхідності, автоматично включає або вимикає вентиляцію.

Кожен день допомагає економити кошти завдяки різним режимам роботи системи: комфортний режим, нічний режим, режим «нікого немає в будинку». Зміна режимів відбувається за розкладом або по команді. Досить лише одного разу задати температуру на дисплеї сенсорної панелі в кімнаті для кожного з режимів. Система опалення/кондиціонування вимкнеться автоматично для заощадження енергії, якщо вікна кімнати будуть відкриті для провітрювання. Приклад пристрою управління температурою зображено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Пристрій управління температурою

У літню пору ламелі жалюзів автоматично повертаються під певним кутом і запобігають потраплянню всередину кімнати зайвого сонячного світла, не зменшуючи світлового потоку. Тим самим вони перешкоджають

нагріванню приміщення і допомагають економити електроенергію, що витрачається кондиціонером. Приклад пристрою управління жалюзіями зображено на рисунку 1.3.

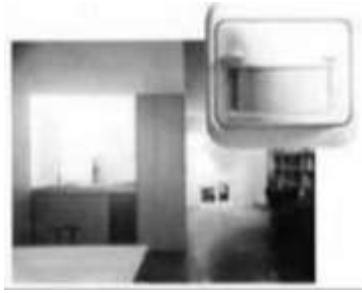


Рисунок 1.3 - Пристрій управління жалюзіями

«Розумний будинок» може організувати та зберігати звіт про всі події, які відбувалися в ньому за час відсутності господарів: хто і коли приходив, скільки часу знаходився в будинку, які підозрілі особи довго крутилися біля нього. Їхні обличчя і дії зафіксовані в його пам'яті.

Непрошених гостей чекають неприємні сюрпризи у вигляді сліпучого світла і звукової сирени. Крім того, про їх проникненні в будинок повідомить по телефону вам і викличе охорону.

При виникненні аварійних ситуацій (наприклад, протікання води) не тільки проінформує і відповідну службу, а й здійснить необхідні заходи по локалізації аварії (припинить подачу води).

В час вашої відсутності будинок може імітувати звичний спосіб життя господарів, включаючи вечорами світло і музику, тим самим створюючи ефект присутності.

1.4. Особливості проєктів «Розумного будинку»

Індивідуальне проєктування котеджів є цілий комплекс робіт, починаючи від безпосереднього зведення споруди, закінчуючи створенням системи «розумного» житла [20, 21, 22]. В комплекс з проєктування заміських будинків, оснащених «розумними функціями», входить:

- розробка проєкту системи управління освітленням;
- створення концепції мультимедійних систем (домашні кінотеатри, музичні центри);
- установка кліматичного контролю;
- управління вентиляцією, кондиціонуванням, опаленням і водопостачанням;
- установка системи силової електрики;
- інтеграція системи каналізації;
- установка системи безпеки, диспетчеризації;
- підключення будь-яких систем за бажанням замовника (система ландшафтного поливу, система анти ожеледиці на покрівлі, сходах, доріжках і водостоках). Індивідуальне проєктування котеджів і установку систем безпеки, в яких потребують заміські будинки, охоронної та пожежної сигналізації, пожежогасіння, контролю доступу, виклику служби охорони і т.д.

1.5. Системи автоматизації будинку

Всі системи домашньої автоматизації можна умовно розділити на відкриті і закриті.

Відкритими системами є LonWorks, KNX / EIB, MODbus, BACnet. Замовник, який зробив вибір на користь відкритої системи, отримує широкий вибір обладнання різних виробників, яке коректно інтегрується в загальний інженерний комплекс без жодних перехідних пристроїв-шлюзів. Крім того, ринок компаній-системних інтеграторів відкритих систем вже досить великий, що дає замовнику можливість вибору виконавця на етапах проєктування, монтажу та наладки системи автоматизації [23, 24, 25, 26].

У той же час, закриті системи застосовуються в тих випадках, коли замовнику досить вирішити локальну задачу без необхідності подальшої

модернізації і стикування з автоматикою інших виробників. До подібних систем відносяться, наприклад, бельгійська Domintell, австралійська Clipsall, американські AMX, Crastron, Control-4, Інтернет-сервер житла Legrand та інші.

LanDrive – найбільш доступна на сьогоднішній день платформа для побудови шинних розподілених систем управління внутрішнім і вуличним освітленням, силовими навантаженнями, електроприладами, а також такими системами, як опалення, кондиціонування, вентиляція, охоронна сигналізація, контроль доступу і протікання води. Також можливе управління аудіо- та відеотехнікою, домашніми кінотеатрами, жалюзі, ролетами, шторами, воротами, насосами, двигунами. В основному орієнтована на застосування в складі «розумного будинку», але останнім часом все частіше застосовується в системах обліку і заощадження енергоресурсів, контролю доступу, охоронно-пожежних системах.

LCN – німецька система автоматизації як для домашньої так і для промислової автоматизації. Повністю розподілений інтелект. Як середовище передачі використовується звичайний електричний провід перетином жив 1,5 або 2,5 мм. Реалізується управління практично будь-яким обладнанням. Оптимальне співвідношення ціна / можливості.

iRidium Mobile – програмний комплекс для управління системами розумний будинок з мобільних пристроїв iPhone, iPad, iPod touch і будь-яких пристроїв під управлінням Windows XP / 7, Windows mobile / Ce.

BPT– система домашньої автоматизації з розподіленим інтелектом, яка використовує закритий протокол передачі даних. Як шини використовується стандартна вита пара UTP. Реалізується управління освітленням, домашньою автоматикою, кондиціонуванням, опаленням, інженерної та охоронною сигналізацією, домофоном. Основні мотиви вибору даної системи - низька вартість устаткування, простота монтажу і

пусконаладки. Система сумісна з будь-якими типами електроустановочних виробів.

MyHome SCS інтегрується за допомогою OpenWebNet-шлюзу з системами від різних виробників.

Вибір системи як правило визначається завданнями, які ставить замовник. Крім того, останнім часом «традиційне» електрообладнання стає все більш «розумним», і, найчастіше, багато завдань по автоматизації будівлі можна вирішити не вдаючись до допомоги складних інтелектуальних систем. Скажімо, сучасний програмований пульт управління (наприклад, Pronto Philips) дозволяє управляти аудіо-відеокомплексом, кліматичної технікою і освітленням, включаючи програмування світлових сцен.

UBI (Універсальний шинний інтерфейс). Даний інтерфейс забезпечує комбіновану передачу по витій парі (UTP, FTP) сигналів управління розумним будинком, сигналів Ethernet (комп'ютерна мережа, цифрове відеоспостереження, цифрове телебачення і телефонія, Інтернет). Своїми ідеєю і корінням сягає до концепції взаємодії відкритих систем на базі міжнародної багаторівневої моделі ISO OSI. У майбутньому всі будівлі стануть інтелектуальними, і будуть об'єднані між собою. На думку більшості фахівців, модель взаємодії відкритих систем OSI ідеально підходить для об'єднання в єдине ціле рішень і технологій різних виробників електронного устаткування, будь то електроніка пральної машини, для домашнього кінотеатру, системи вентиляції будівлі або легкового автомобіля. Вже зараз багато виробників (наприклад, Legrand) обладнання для інженерних мереж інтелектуальних будівель роблять чималі зусилля по уніфікації кабельних систем під різні технології і різне призначення. Введено поняття «Оптимальних мереж». У правильно спроектованому інтелектуальному будинку структуровані кабельні системи і устаткування автоматизації будівлі не залежать один від одного.

Кінцевому користувачеві не потрібно піклуватися про те, щоб в конкретному місці була телевізійна розетка або телефонна. Кабельні системи універсальні і уніфіковані [27, 28, 29]. Тобто призначення для розетки можна придумати потім. Також потім можна вибрати і кінцеву реалізацію системи автоматизації (будь то EIB, C-BUS, X-10 або що-небудь ще). Існують і набувають поширення технології динамічного керованого «перемикання» призначення кінцевих точок підключення (наприклад, розеток). За частки секунди телефонна розетка перетворюється в телевізійну. Користувачеві лише залишається переткнуть сполучні кабелі в інше кінцеве обладнання (поміняти телефонний патч-корд на телевізійний).

C-Bus (protocol) – протокол для домашньої автоматизації, а також автоматизації будівель, спортивних споруд і т. д. C-Bus - це система з розподіленим інтелектом (без центрального процесора), що використовує кабель 5 категорії (Cat.5), довжина якого в одному сегменті може становити 1000 м. Таких сегментів в одну систему можна об'єднувати до 255. у мережі використовується 36 в змінного струму. Протокол C-Bus використовується в Австралії, Новій Зеландії, Азії, на Близькому Сході, в Росії, США, Південній Африці, Великобританії і інших частинах Європи, включаючи Грецію, Прибалтику, Румунію та інші країни. У США C-Bus представлений під маркою «SquareD Clipsal». Протокол C-Bus був створений Clipsal Integrated Systems для використання в системах домашньої автоматизації і системах управління освітленням будівель. Helvar - для систем управління освітленням використовує протокол DALI і DSI. AMX - система домашньої автоматизації однойменної компанії.

Централізована. Протоколи закриті. Спочатку застосовувалися власні шини передачі даних. Нові лінійки обладнання AMX використовують для передачі стандартні протоколи Ethernet, Wi-Fi і Zigbee. Має шлюзи для сполучення з іншими системами (EIB, LON і ін.).

Crestron – протокол управління систем автоматизації та мультимедійними системами. Розроблено компанією Crestron (США). Протокол закритий. Основний конкурент - AMX (США).

X10 – протокол управління електроприладами. Сигнал передається по електричних проводах або в радіодіапазоні. Недоліки - низька швидкість передачі інформації і перешкодозахищеність, проблема помилкового спрацьовування, відсутність зворотного зв'язку приймача з передавачем, можливі конфлікти пристроїв X10 різних виробників і несанкціонований доступ до пристроїв X10 по електромережі.

Z-wave запатентований бездротовий протокол зв'язку, розроблених для домашньої автоматизації, зокрема для контролю і управління на житлових і комерційних об'єктах. Технологія використовує малопотужні і мініатюрні радіочастотні модулі, які вбудовуються в побутову електроніку і різні пристрої, такі як освітлення, опалення, контроль доступу, розважальні системи і побутову техніку. LUXOR система локального управління освітленням і кліматом.

Використовується звичайний електричний кабель і вимикачі. Система проводиться Theben AG. Протокол закритий. Основні мотиви вибору даної системи, низька вартість устаткування, простота монтажу і пусконаладження. Система сумісна з будь-якими типами електроустановочних виробів.

Smart Bus - шина, розроблена в Канаді. Дана система розумний будинок є ідеальною в поєднанні відносини ціна-якість.

ONE-NET – відкритий протокол бездротової мережі передачі даних, розроблений для цілей автоматизації будівель і управління розподіленими об'єктами. R-BUS - шина розроблена спільно Російським та Китайським підприємствами з відкритим протоколом передачі даних, призначена для автоматизації великих і малих споруд.

Domintell – це автоматизована система управління, призначена для контролю і управління освітленням, опаленням, вентиляцією, водопостачанням, безпекою, аудіо / відео апаратурою та іншими інженерними системами будинку.

Всі пристрої об'єднані одним кабелем, що істотно скорочує кабельне господарство, робить систему гнучкою і дозволяє легко нарощувати її функції.

Систему можна налаштовувати і модифікувати за бажанням господаря. Всіма функціями системи можна управляти дистанційно з пульта або навіть з мобільного телефону.

Domintell дозволяє інтегрувати різні підсистеми, забезпечуючи їх злагоджену роботу і високу функціональність всього комплексу. Діаграму представлення всесторонньої інтеграції системи від компанії Domintell зображено на рисунку 1.4.

Концепція розумного будинку має на увазі злагоджену роботу різних систем. Це дозволяє не тільки виключити конфлікти при їхньому функціонуванні, а й забезпечити гармонійну взаємодію. Класичний приклад: кондиціонер не буде прохолоджувати приміщення в той час, коли його нагріває тепла підлога. Інтеграція забезпечує комфорт в житлові. Управління всім комплексом розумний будинок бере на себе. По одному вашому бажанню, розумний будинок управляє освітленням, ролетами, шторами, кондиціонером, теплою підлогою, аудіо / відео апаратурою і ін.



Рисунок 1.4 - Всестороння інтеракція системи Domintell

Система Domintell містить наступні функції:

- a) управління освітленням: внутрішнє освітлення у всьому будинку, зовнішнє освітлення, динамічні світлові сцени дозволяють надати різні вигляди приміщенню, включення при проходженні, плавне включення ламп розжарювання з урахуванням потужності, виключення всіх пристроїв за однією командою;
- b) управління силовими розетками: включення / виключення груп розеток або окремих розеток у кожній кімнаті. При цьому можна управляти різними побутовими пристроями, наприклад, відключити телевізор в дитячій кімнаті, вимкнути живлення праски через заданий період часу, йдучи з дому знеструмити всі пристрої (крім певних) натисканням однієї кнопки і т.д;
- c) управління електродвигунами: штори, жалюзі, ролети, автоматичні ворота, шлагбауми, гаражні ворота, насоси;
- d) SMS-оповіщення та управління: сповіщення на мобільний телефон при виникненні аварійних ситуацій - пожежа, затоплення водою, несанкціоноване проникнення тощо Будинком можна управляти відправляючи SMS- повідомлення з мобільного телефону;
- e) безпека і сигналізація: датчики руху, датчики закриття вікон і дверей забезпечують захист приміщень від несанкціонованого проникнення. До функцій безпеки також належить захист від затоплення водою, пожежна сигналізація, знеструмлення приладів йдучи, можливість відправки повідомлень по SMS при аварійних ситуаціях, включення сирен, імітація присутності. Крім того, система дозволяє організувати тривожні кнопки, наприклад, в дитячій кімнаті, біля ліжка хворого і т.д;

- f) функція «Мультирум»: забезпечує матричну комутацію аудіо сигналів по приміщеннях. Звук від різних джерел (DVD і CD програвачі, радіо і т.д.) виводиться в необхідних приміщеннях. Управління перемиканням каналів, налаштуванням гучності вибір FM-станції по командам з ІЧ-пульта або настінних кнопок, по датчикам руху і т.д. Робота функції «Мультирум» зображено на рисунку 1.5;



Рисунок 1.5 - Робота функції «Мультирум»

- g) функції універсального дистанційного ІЧ-пульта: система, маючи ІЧ- передавачі, може керувати пристроями, які підтримують керування по ІЧ- каналу. Таким чином, з пульта Domintell, сенсорної панелі, кнопкових вимикачів або мобільного телефону можна дистанційно керувати плеєрами, кондиціонерами, телевізорами, CD/DVD програвачами у всьому домі;
- h) управління кліматом: як у всьому будинку, так і в окремих приміщеннях, забезпечуючи злагоджену роботу систем і приладів, відповідальних за клімат (система опалення, тепла підлога, вентиляція, кондиціонування, вологість і т.д.). Domintell дозволяє задавати різні режими при присутності або відсутності людей;
- i) автоматичний полив: контроль вологості ґрунту, управління насосами, управління за розкладом, облік погодних умов;

ж) функції диспетчеризації: може бути використана для побудови систем диспетчеризації. При цьому з комп'ютера диспетчера здійснюється моніторинг і управління всіма функціями системи. Підключення до ПК здійснюється через шлюзовий модуль.

Управління системою здійснюється програмно. Програма може легко модифікуватися в подальшому на вимогу замовника.

Керуючі команди подаються:

- з кнопових вимикачів, розташованих біля дверей, ліжок і в інших місцях по зручності. Кнопки мають підсвітку і підсвічування статусу;
- з дистанційного ІЧ пульта. При цьому команди, що подаються з пульта, можуть вести себе однаково в різних приміщеннях. Наприклад, перша кнопка відповідає за світло в даному приміщенні. Реакції на команди з пульта можуть мати глобальних характер, поширюючись на всі приміщення в квартирі;
- з сенсорної панелі, можна керувати всіма запрограмованими функціями системи. Панель має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з розбивкою функцій, сценаріїв і виконавчих пристроїв по приміщеннях;
- з мобільного телефону, шляхом відправки SMS-повідомлень;
- по спрацьовуванню датчиків руху, пожежної сигналізації, датчиків протікання води, відкриття, закриття дверей і т.д;
- по таймерам, запрограмованими на різні події

Недоліком рішення від Domintell є його ціна і складність в налаштуванні.

2 НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Система безпеки може використовувати різні датчики в межах розумного будинку для забезпечення більш безпечного середовища. Розумний дім також може відігравати велику роль у створенні атмосфери розкоші в домі, що є його найбільшим ринком. Однак, за умови правильного впровадження, технологія розумного будинку може бути використана для людей з обмеженими можливостями, людей похилого віку та пацієнтів [30, 31, 32]. Спеціалізовані системи, такі як системи розпізнавання руху та зображень, можуть забезпечити допоміжну технологію, яку можуть використовувати пацієнти з обмеженнями через вік або певні захворювання. Системи віртуальної реальності також вступають у гру в подібних випадках.

Загальний процес пошуку та відбору наукової роботи проілюстровано на рисунку 2.1.

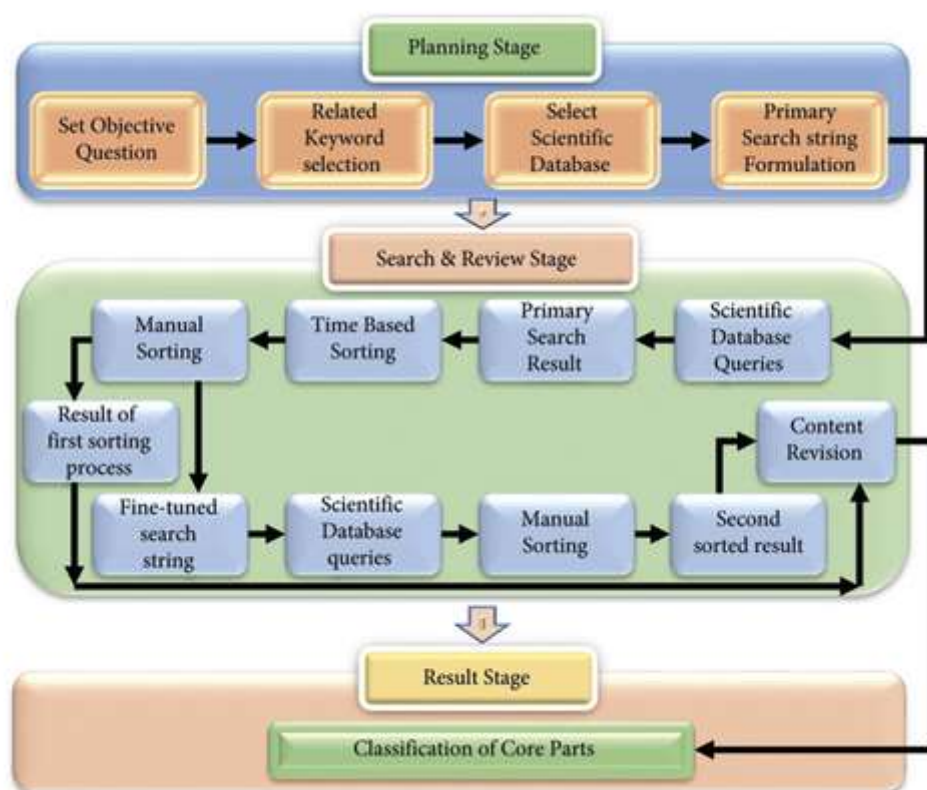


Рисунок 2.1 – Структура побудови розумного будинку

За останнє десятиліття «система розумний будинок»(СРБ) досягла безпрецедентного успіху, і дослідники постійно працюють над вдосконаленням своїх попередніх робіт. За допомогою IoT зараз простіше, ніж будь-коли, встановити зв'язок між домашніми приладами і користувачами. За останні роки СРБ на основі IoT стала найпопулярнішим вибором. Підключивши всі пристрої через Інтернет, тепер можна одночасно обслуговувати всю домашню техніку. За допомогою пристроїв з підтримкою Інтернету речей користувачі можуть відстежувати і контролювати кілька аспектів свого будинку з будь-якої точки світу [33, 34, 35]. Завдяки машинному навчанню та штучному інтелекту розумні будинки тепер можуть розпізнавати форми, звуки та жести, що робить користування ними набагато комфортнішим. Наявність потужних процесорів полегшує реалізацію набагато більш складних і вимогливих до процесорів систем розумного будинку. Для надання таких послуг всі системи розумного будинку будуються за базовою структурою, як показано на рисунку 2.2. Вона включає в себе три наступні етапи:

- збір інформації за допомогою датчиків, камер, мікрофонів та інших побутових приладів;
- зберігання та обробка зібраної інформації за допомогою головного процесора;
- генерування результатів та надання послуг на основі обробленої інформації.

1.2 Проектування структури системи розумного будинку.

На першому етапі СРБ використовує датчики руху, температури, вологості, полум'я, газу та LDR для збору атмосферних даних, а також інші пристрої, такі як камера та мікрофон для запису відео та аудіо мешканців будинку. Крім того, система може використовувати домашні пристрої, підключені через IoT, для збору інформації про їхній стан.

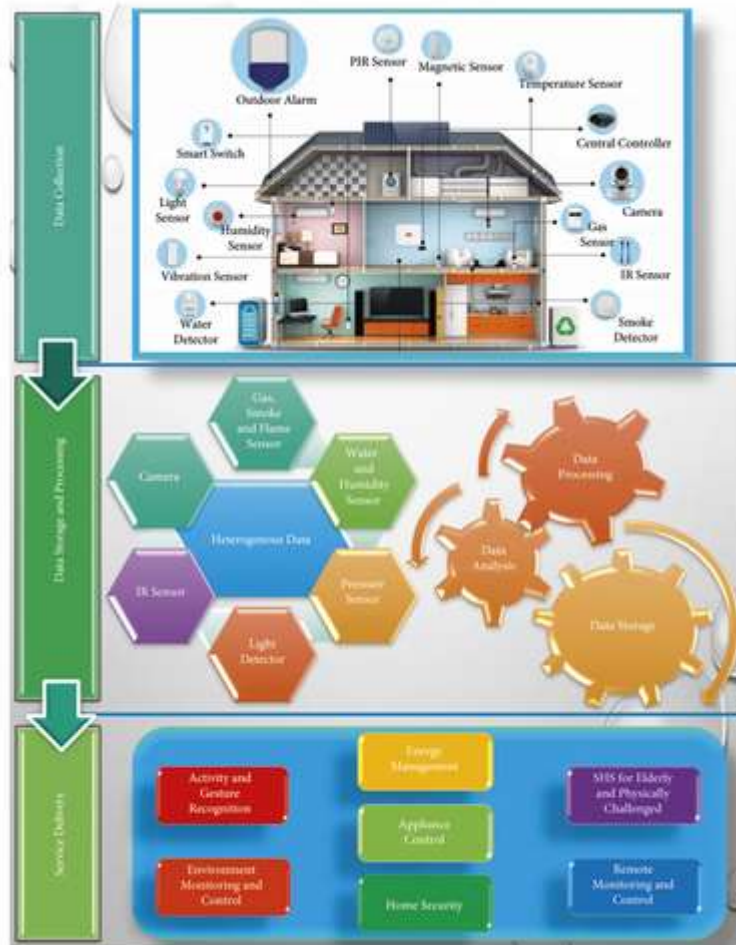


Рисунок 2.2 – Базова структура розумного будинку

Після збору інформації вона надсилається до головного процесора дротовим або бездротовим способом. Процесор зберігає та аналізує дані і визначає наступну дію на основі цієї інформації. Наприклад, температура і вологість в будинку порівнюються із заздалегідь визначеним значенням, і якщо поточне значення перевищує або навпаки, то власнику надсилається повідомлення для подальших дій. Аналогічно, про будь-яке вторгнення, виявлене на камері, негайно повідомляється [36, 37, 38, 39].

На останньому етапі зібрана та оброблена інформація використовується для надання різних послуг, таких як домашній комфорт, оповіщення про вторгнення, догляд за літніми людьми та управління побутовими приладами.

Користувачі можуть дистанційно контролювати температуру в приміщенні і нагрівати або охолоджувати будинок до свого приходу. Аналогічно, за допомогою датчиків полум'я та газу можна миттєво виявити будь-яке загоряння або витік газу і вжити необхідних заходів. За допомогою машинного навчання можна виконувати голосові команди та керувати приладами за допомогою жестів, а за допомогою штучного інтелекту - розрізняти зловмисника та мешканців будинку за зображеннями з камер.

2.2. Технологічні підходи до системи розумного будинку

Після ретельного вивчення та аналізу наукових статей, відібраних для цього огляду, було виявлено різноманітні технологічні підходи до МГС. У цьому розділі представлено ретельний аналіз та оцінку цих технологічних підходів, що використовуються у ВГС.

2.2.1 СРБ на основі бездротових сенсорних мереж

Бездротову сенсорну мережу (БСМ) можна визначити як мережу просторово рознесених датчиків, які з'єднані бездротовим зв'язком і призначені для спостереження за різними характеристиками навколишнього середовища, такими як температура, звук, вологість, сила і тиск. Окрім екологічних аспектів, інші датчики виявляють рух, дим, газ, полум'я та багато іншого. Всі ці датчики є частиною WSN, яка збирає дані з усіх цих датчиків бездротовим способом, а потім надсилає їх на обробку.

Завдяки своїй гнучкості, низькій вартості та масштабованій структурі, WSN набула виняткової популярності серед розробників СРБ. Багато використовують систему WSN для проектування СРБ.

2.2.2 Мультиагентні системи

Мультиагентна система (МАС) - це підхід до вирішення проблем, заснований на самоорганізаційних обчисленнях, який використовує декілька інтелектуальних методів для вирішення проблем, які в іншому випадку важко вирішити для однієї системи. Завдяки ефективності системи, дослідники застосовують МАС при розробці ХСЗ. МАС зменшує загальний час обчислень і передачі даних всієї системи, що призводить до зменшення споживання енергії.

2.2.3. Система управління на основі обробки зображень

Обробка зображень пов'язана з аналізом даних, зібраних з однієї або декількох камер, для отримання різних послуг, таких як управління жестами в розумних будинках, системи безпеки розумних будинків, засновані на виявленні об'єктів, функції управління жестами для людей похилого віку і системи захисту від крадіжок в розумних будинках. Оскільки ці системи обробки зображень залежать від відео та зображень з «розумного» будинку в режимі реального часу, на основі обробки зображень, як правило, мають високу швидкість передачі даних між камерою і відділом обробки даних. Обробка зображень використовувалася через її широкий спектр функцій, від систем проти крадіжок до підтримки людей похилого віку. Однак, оскільки на камери впливають тіні, спотворення, недостатнє освітлення та інші фактори, система обробки зображень іноді не дає очікуваного результату.

2.2.4. СРБ на основі Інтернету речей (IoT)

Інтернет речей (IoT) - це сукупність взаємопов'язаних обчислювальних пристроїв, механічних і цифрових машин, датчиків, мікроконтролерів та інших електронних пристроїв, які мають унікальну ідентифікацію, і ці унікальні пристрої можуть взаємодіяти через Інтернет один з одним, не вимагаючи взаємодії людини або комп'ютера. IoT є відносно новою технологією і набула надмірної популярності [40, 41, 42]. У ШСМ на основі Інтернету речей головний контролер, датчики та обчислювальні пристрої з'єднані між собою

через Інтернет. Всі ці пристрої можуть отримувати і передавати дані автоматично без будь-якого втручання людини. У системі IoT зв'язок між вузлами (сенсорний вузол, обчислювальний вузол і т.д.) може бути встановлений дротовим або бездротовим способом.

2.2.5 ССС на основі штучного інтелекту (ШІ)

Штучний інтелект (ШІ) визначається як обчислювальна система, яка здатна виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту, такі як візуальне виявлення об'єктів, розпізнавання мови та прийняття рішень. ШІ часто використовується дослідниками завдяки широкому спектру своїх функцій. Штучний інтелект прокладає шлях до більш інтелектуальних ССЗ. Крім того, розробки в цій галузі можуть призвести до створення більш стійких, інтерактивних і комфортних розумних будинків.

2.2.6 СРБ на основі машинного навчання (МН)

Машинне навчання - це підрозділ штучного інтелекту, який займається вивченням машиною закономірностей на основі заданих даних, щоб зрозуміти раніше незнайомі дані. Воно також має справу з обробкою великої кількості даних для розпізнавання зображень, шаблонів і мови. У СРБ на основі машинного навчання дані, зібрані з розумного будинку, аналізуються і використовуються для прогнозування стану і управління домашнім обладнанням [43, 44, 45, 46]. Системи на основі машинного навчання також можуть контролювати системи безпеки розумних будинків.

2.2.7 Штучні нейронні мережі на основі глибокого навчання

Глибоке навчання - це сегмент ширшої групи методів машинного навчання, які базуються на штучному інтелекті. Воно імітує людський мозок при обробці даних, вилученні ознак і прийнятті рішень. Глибоке навчання може допомогти в автоматизації розумного будинку та зменшенні споживання

енергії. Глибоке навчання також використовується для цілей охорони здоров'я разом з IoT.

2.2.8 СРБ на основі нейронних мереж

Нейронна мережа намагається скопіювати роботу людського мозку за допомогою набору алгоритмів і витягує риси і фундаментальні взаємозв'язки зі збору даних. Нейронна мережа використовується в СППР для прийняття інтелектуальних рішень, таких як вилучення інформації, розпізнавання зображень і мови, а також виявлення тексту.

2.2.9. СВС на основі нечіткої логіки

Нечітка логіка - це багатозначний логічний метод міркувань, який обчислює дані на основі «ступенів істинності», що суттєво відрізняється від булевої логіки (0 або 1), яка використовується сучасними комп'ютерами. Нечітка логіка не має абсолютної істини або абсолютної хибності.

2.2.10. Глобальна система для мобільного зв'язку (GSM)

GSM - це стандарт для цифрових мобільних мереж другого покоління (2G). Служба коротких повідомлень (SMS) є дуже популярною функцією мобільної мережі GSM. Системи СРБ на базі GSM використовують цю функцію SMS для надсилання попереджувальних повідомлень на телефон користувача про різні небезпеки, включаючи дим, пожежу та крадіжку. Крім того, прилади «розумного будинку» можна контролювати та керувати ними, надсилаючи SMS з телефону користувача.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Алгоритм апаратної частини роботи системи розумного будинку включає в себе декілька ключових частин:

а) сенсори та зчитувачі даних: Система розумного будинку використовує різноманітні сенсори (наприклад, температурні, вологості, руху, світла тощо) для збору інформації про стан довкілля в будинку [47, 48]. Ці сенсори підключені до мережі зчитувачів даних, які забезпечують періодичне зчитування та передачу даних;

б) передача даних: Зчитані дані з сенсорів передаються через мережу зв'язку (наприклад, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee) [49, 50, 51] до центральної системи керування;

в) центральний контролер: Центральний контролер аналізує отримані дані з сенсорів. Він може виконувати різні функції, такі як прийняття рішень щодо керування пристроями в будинку або генерація сповіщень користувачам;

г) пристрої автоматизації: На основі аналізу даних центральний контролер видає команди до пристроїв автоматизації в будинку, таких як системи опалення, кондиціонування повітря, освітлення, вікна, засувки тощо. Ці пристрої виконують вказівки контролера для оптимального керування умовами в будинку;

д) інтерфейс користувача: Користувачі мають можливість керувати системою розумного будинку через спеціальний інтерфейс, наприклад, мобільний додаток або веб-портал. Це дозволяє користувачам віддалено керувати пристроями в будинку, отримувати повідомлення про стан системи та змінювати налаштування.

е) аналітика та оптимізація: Система може використовувати аналітичні дані для оптимізації роботи пристроїв [52, 53]. Наприклад, автоматичне регулювання температури в залежності від погодних умов або режиму перебування користувачів.

Цей алгоритм описує загальний принцип роботи системи розумного будинку з точки зору апаратної частини.

3.1 Нічне освітлення

Розробка алгоритму автоматичного управління освітленням на основі зчитаних даних від датчиків освітленості включає кілька ключових кроків. Основна мета цього алгоритму полягає в тому, щоб ефективно керувати вуличним освітленням, забезпечуючи необхідний рівень освітленості в залежності від зовнішніх умов.

Опис функціонування:

Крок 1: Зчитування даних від датчиків освітленості.

Алгоритм регулярно отримує дані від датчиків освітленості, які вказують поточний рівень освітленості навколишнього середовища. Ці дані можуть бути отримані у вигляді числового значення, що відповідає яскравості світла на місці встановлення датчика.

Крок 2: Визначення порогових значень освітленості.

На основі вимог до освітлення та зовнішніх умов встановлюються порогові значення освітленості. Ці значення вказують, коли потрібно включати або вимикати вуличне освітлення. Наприклад, якщо поточний рівень освітленості стає менше порогового значення, вуличне освітлення має бути увімкнуте.

Крок 3: Прийняття рішення щодо управління освітленням.

Алгоритм використовує отримані дані від датчиків та порогові значення для прийняття рішення щодо стану вуличного освітлення:

а) якщо поточний рівень освітленості нижче порогового значення, алгоритм увімкне вуличне освітлення;

б) якщо поточний рівень освітленості вище або дорівнює пороговому значенню, алгоритм вимкне вуличне освітлення або залишить його вимкненим.

Крок 4: Виконання дії управління освітленням.

Залежно від прийнятого рішення алгоритму, виконуються дії з управління вуличним освітленням:

а) якщо вуличне освітлення повинне бути увімкнуте, алгоритм відправляє сигнал контролеру освітлення для його активації;

б) якщо вуличне освітлення повинне бути вимкнуте, алгоритм відправляє сигнал для вимкнення освітлення або вимикає його.

Крок 5: Перевірка та корекція.

Алгоритм постійно перевіряє рівень освітленості та реагує на зміни в зовнішніх умовах. В разі необхідності можуть застосовуватися корективні дії, такі як зміна порогових значень або оптимізація алгоритмів.

Цей алгоритм забезпечує автоматичне управління вуличним освітленням з урахуванням актуального рівня освітленості, що дозволяє забезпечити необхідний комфорт та ефективно використовувати ресурси енергії.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку А.

3.2 Система безпеки

3.2.1 Датчики руху

Датчики руху є важливими компонентами в різноманітних системах, особливо в сучасних технологічних рішеннях, таких як системи розумного будинку, безпеки, освітлення тощо.

Опис функціонування:

Крок 1: Зчитування даних від датчика руху PIR.

Спостереження за тепловим випромінюванням: Датчик руху PIR постійно моніторить зміни в тепловому випромінюванні у своєму зоні виявлення.

Генерація сигналу при виявленні руху: Якщо датчик виявляє рух (зміни в тепловому образі), він генерує електричний сигнал або імпульс.

Крок 2: Обробка сигналу мікроконтролером або контролером системи.

Прийом сигналу: Мікроконтролер або контролер системи отримує сигнал від датчика руху PIR.

Аналіз сигналу: Система аналізує отриманий сигнал для визначення факту виявлення руху перед датчиком.

Крок 3: Прийняття рішення щодо управління освітленням.

Визначення потреб у вмиканні/вимиканні пристроїв: На основі аналізу сигналу датчика руху, система вирішує, чи потрібно вмикати або вимикати лампочку.

Крок 4: Управління підключеними пристроями (лампочка).

Активація лампочки: Якщо рішення прийнято на користь вмикання пристроїв (наприклад, при виявленні руху), система надсилає сигнал для увімкнення лампочки.

Контроль протягом періоду активації: Протягом певного часу після активації пристроїв, система продовжує моніторити стан датчика руху для подальшого прийняття рішень щодо управління освітленням.

Крок 5: Автоматичне вимкнення підключених пристроїв.

Вимкнення лампочки: Після закінчення періоду, коли рух більше не виявляється перед датчиком, система автоматично вимикає лампочку для зменшення споживання електроенергії.

Крок 6: Моніторинг та корекція.

Постійне спостереження: Система постійно моніторить рівень теплового випромінювання і функціонування датчика руху PIR.

Корекція параметрів: За необхідності система може коригувати порогові значення чи параметри алгоритму управління для оптимізації роботи системи.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Б.

3.2.2 Датчики газу

Значення датчика газу. Виявлення потенційно небезпечних умов: Датчики вогню, які виявляють дим, важливі для виявлення можливих загроз пожежі в будь-якому приміщенні або об'єкті.

Сповіщення про небезпеку: Коли датчик вогню виявляє дим, він генерує сигнал або сповіщення, що дозволяє прийняти необхідні заходи для запобігання пожежі або евакуації.

Зчитування диму: Датчик вогню активно моніторить наявність диму в приміщенні.

Виявлення диму як сигнал небезпеки: Якщо датчик реєструє підвищений рівень часток диму, він визначає це як потенційну небезпеку пожежі.

Генерація сигналу для сигналізації: Датчик видає сигнал або сповіщення про виявлення диму, що активує сигналізацію пожежі або систему аварійного сповіщення.

Моніторинг навколишнього повітря: Після виявлення диму, датчик продовжує моніторити рівень газів у приміщенні, щоб виявити можливі інші небезпечні речовини, такі як вуглекислий газ чи летючі органічні сполуки, які можуть виникнути у результаті пожежі.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку В.

3.3 Контроль вологості ґрунту

Значення датчика вологості ґрунту

Моніторинг рівня вологості: Датчики вологості ґрунту вимірюють вміст води у ґрунті, що є важливим параметром для визначення стану ґрунту та рослин.

Контроль поливу рослин: Вимірювання вологості дозволяє оптимізувати полив рослин, щоб забезпечити оптимальні умови для їх зростання та розвитку.

Кроки функціонування датчика вологості ґрунту

- Вимірювання вологості: Датчик вологості вбудований у ґрунт або розташований поблизу нього і вимірює вміст води шляхом виявлення електричної провідності або інших методів.
- Передача даних: Отримані дані про рівень вологості передаються до системи моніторингу або контролю.
- Аналіз даних та прийняття рішень: Система аналізує дані вологості ґрунту і приймає рішення щодо необхідності поливу рослин.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Г.

3.4 Керування дверима за допомогою кнопочового модуля

Значення системи керування дверима

Керування доступом: Система керування дверима за допомогою кнопочового модуля забезпечує контрольований доступ до приміщення шляхом використання пароля.

Забезпечення безпеки: Використання пароля дозволяє обмежити доступ до приміщення лише авторизованим особам.

Кроки функціонування системи керування дверима

- Введення пароля: Користувач вводить пароль за допомогою кнопочового модуля. Зазвичай це відбувається через клавіші, розміщені на панелі біля дверей.
- Підтвердження пароля: Після введення пароля користувач натискає другу кнопку для підтвердження введеного пароля.
- Перевірка вірності пароля: Система перевіряє введений пароль на відповідність збереженому внутрішньому паролю.

Дія відповідно до результату перевірки:

- а) якщо пароль вірний, система відчиняє двері;
- б) якщо пароль невірний, доступ до дверей не надається.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Д.

3.5 Активна вентиляція

Значення активної вентиляції з датчиком диму

Забезпечення безпеки: Система активної вентиляції з датчиком диму спрямована на запобігання небезпеки пожежі або інших загроз здоров'ю, шляхом швидкого виявлення диму та відведення його з приміщення.

Збереження якості повітря: Вентиляційна система допомагає підтримувати якість повітря у приміщенні, видаляючи забруднюючі частки та шкідливі гази.

Кроки функціонування активної вентиляції з датчиком диму:

- Виявлення диму: Датчик диму активно моніторить рівень диму в приміщенні.
- Аналіз сигналу від датчика: При виявленні диму датчик генерує сигнал або повідомлення.
- Активація вентиляції: Система активує вентилятори для відведення диму з приміщення.

Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Е.

Розробка і впровадження систем автоматичного управління на основі датчиків та інших інтелектуальних рішень значно підвищує ефективність та безпеку різноманітних середовищ. Алгоритм автоматичного управління нічним освітленням, який використовує датчики освітленості, забезпечує оптимальний рівень освітлення залежно від зовнішніх умов. Це дозволяє ефективно використовувати енергію, вмикаючи освітлення тільки при низькому рівні

природного світла, та забезпечити комфорт і безпеку для людей, що пересуваються вулицями в темну пору доби.

Датчики руху PIR ефективно моніторять зміни в тепловому випромінюванні, забезпечуючи своєчасне виявлення присутності людини. Ця технологія дозволяє автоматично керувати освітленням та вентиляцією, знижуючи споживання енергії та підвищуючи комфорт. Датчики диму є критичними для виявлення пожежної небезпеки. Вони оперативно реагують на підвищений рівень диму, активуючи сигналізацію та системи сповіщення, що допомагає запобігти поширенню вогню і захистити життя та майно.

Використання датчиків вологості ґрунту дозволяє оптимізувати процеси поливу, забезпечуючи рослинам необхідні умови для зростання та розвитку. Це також сприяє економії водних ресурсів та зменшенню витрат на обслуговування зелених зон. Система керування дверима за допомогою паролів забезпечує контрольований доступ до приміщень, обмежуючи його тільки для авторизованих осіб, що підвищує рівень безпеки об'єктів та запобігає несанкціонованому проникненню.

Система активної вентиляції з датчиком диму є важливою для запобігання пожежам та інших небезпек для здоров'я за рахунок оперативного виявлення та видалення диму. Вона також допомагає підтримувати якість повітря у приміщенні, видаляючи шкідливі частки та гази, що сприяє створенню здорового середовища для перебування людей. Усі ці системи разом сприяють підвищенню ефективності використання ресурсів, забезпеченню безпеки та комфорту, а також створенню сучасних, технологічно розвинених середовищ для життя та роботи.

4. КОСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір плати керування Keyestudio PLUS для системи «Розумний будинок»

Плата керування Keyestudio PLUS, що зображена на рисунку 4.1 є центральним компонентом для реалізації систем розумного будинку завдяки своїй універсальності та функціональності [54, 55]. Ця плата забезпечує широкий спектр можливостей для підключення різноманітних датчиків, актуаторів та інших модулів, що дозволяє створювати комплексні автоматизовані системи.

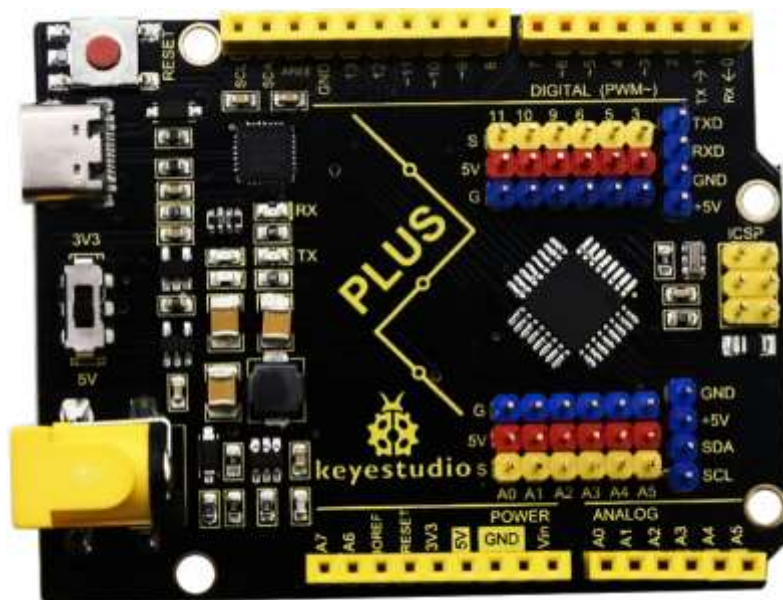


Рисунок 4.1 – Плата керування Keyestudio PLUS

Плата Keyestudio PLUS розроблена на основі мікроконтролера ATmega328P, що забезпечує високий рівень продуктивності та енергоефективності. Ця модель має 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть використовуватись як PWM (широтно-імпульсна модуляція) виходи, що дозволяє здійснювати точний контроль над підключеними пристроями, такими як LED-індикатори, двигуни, і т.д. Також на платі передбачено 7 аналогових входів для підключення датчиків, які вимірюють параметри

навколишнього середовища, наприклад, температуру, вологість, світловий потік тощо.

Характеристики:

- Цифрові входи/виходи: 14 (з них 6 PWM виходи)
- Аналогові входи: 7
- Інтерфейс I2C: 1
- Напруга живлення: 5V (подається через USB або зовнішній адаптер)
- Тактова частота: 16 MHz
- Пам'ять: 32 KB флеш-пам'ять для зберігання програм, 2 KB SRAM для оперативної пам'яті, 1 KB EEPROM для постійного зберігання даних

Основою роботи плати Keyestudio PLUS є програмування на мовах, сумісних з платформами Arduino IDE та Mbed. Це дозволяє користувачам легко писати, завантажувати та налагоджувати свої програми, використовуючи велику бібліотеку готових кодів та прикладів.

Плата керування підключається до комп'ютера через USB-кабель, який також може слугувати джерелом живлення. Крім того, передбачена можливість підключення зовнішнього адаптера живлення для автономної роботи системи.

4.2 Вибір плати розширення для Keyestudio PLUS

Плата розширення для Keyestudio PLUS, що зображена на рисунку 4.2 є важливим доповненням до основної плати керування, що значно розширює її можливості. Вона додає додаткові порти вводу/виводу, що робить її ідеальною для підключення великої кількості датчиків та актуаторів, необхідних для створення комплексних систем розумного будинку.

Плата розширення призначена для збільшення кількості доступних входів та виходів на основній платі керування Keyestudio PLUS. Завдяки своїй гнучкій конструкції, плата розширення забезпечує зручне підключення додаткових

модулів та компонентів. Вона сумісна з широким спектром датчиків та актуаторів, що використовуються у системах автоматизації та розумного будинку.

Характеристики:

- Додаткові цифрові входи/виходи: 16
- Додаткові аналогові входи: 8
- PWM виходи: підтримує до 8 додаткових PWM каналів
- Розширені комунікаційні порти: підтримка SPI, I2C, UART
- Напруга живлення: 5V
- Розміри: компактний дизайн, що дозволяє легко інтегрувати її у існуючі проєкти

Плата розширення працює як проміжний модуль між основною платою керування Keyestudio PLUS та підключеними датчиками і актуаторами. Вона розширює кількість портів вводу/виводу, що дозволяє підключити більше пристроїв до системи. Підключення здійснюється через стандартні роз'єми, що спрощує інтеграцію та забезпечує надійний контакт.

Основні елементи плати розширення включають додаткові цифрові та аналогові порти, а також спеціальні шини для підключення модулів через SPI, I2C та UART інтерфейси. Це дозволяє використовувати плату для складних завдань, які потребують високої кількості різних підключень.

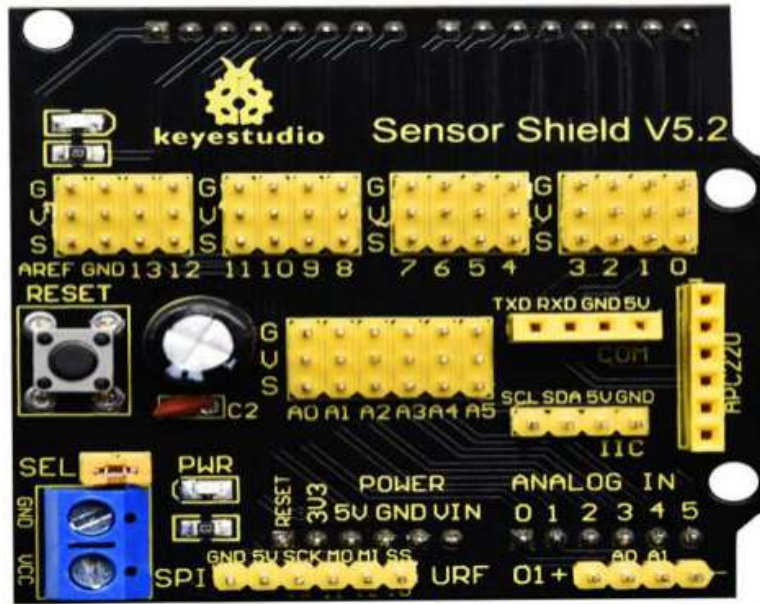


Рисунок 4.2 – Плата розширення

4.3 Вибір модулів

4.3.1 Білий світлодіодний модуль

Модуль світлодіодного освітлення, що зображений на рисунку 3.3 є важливим компонентом для систем розумного будинку, забезпечуючи яскраве та чітке біле світло. Цей модуль має високу енергоефективність та довгий термін служби, що робить його економічним та практичним рішенням для освітлення та підсвічування.

Модуль генерує біле світло високої інтенсивності. Світлодіод розміщений на друкованій платі, що забезпечує ефективне розсіювання тепла і стабільну роботу протягом тривалого часу. Модуль має компактний дизайн, що дозволяє легко інтегрувати його в різні освітлювальні системи розумного будинку.

Світлодіодний модуль працює за принципом електролюмінесценції, де електричний струм проходить через напівпровідниковий матеріал, викликаючи випромінювання світла. Світлодіоди в модулі підключаються до джерела живлення через відповідний драйвер, який стабілізує напругу і забезпечує оптимальні умови для роботи світлодіодів.



Рисунок 4.3 – Білий світлодіодний модуль

4.3.2 Жовтий світлодіодний модуль

Модуль світлодіодного освітлення, що зображений на рисунку 4.4 є важливим компонентом для систем розумного будинку, забезпечуючи яскраве та чітке жвоте світло. Цей модуль має високу енергоефективність та довгий термін служби, що робить його економічним та практичним рішенням для освітлення та підсвічування.

Даний модуль генерує жовте світло високої інтенсивності. Світлодіод розміщений на друкованій платі, що забезпечує ефективне розсіювання тепла і стабільну роботу протягом тривалого часу. Модуль має компактний дизайн, що дозволяє легко інтегрувати його в різні освітлювальні системи розумного будинку.

Світлодіодний модуль працює за принципом електролюмінесценції, де електричний струм проходить через напівпровідниковий матеріал, викликаючи випромінювання світла. Світлодіоди в модулі підключаються до джерела живлення через відповідний драйвер, який стабілізує напругу і забезпечує оптимальні умови для роботи світлодіодів.



4.3.3 Кнопка

Кнопка, що зображена на рисунку 4.5 є простим та інтуїтивно зрозумілим способом керування системою розумного будинку. Її можна використовувати для включення/виключення освітлення, активації сценаріїв та виконання інших завдань. Кнопки є надійними та довговічними, що робить їх ідеальними для використання в системах розумного будинку. Кнопки можна розмістити в будь-якому місці будинку, що робить їх зручними для використання.

Кнопка Keyestudio є елементарним пристроєм управління, який легко інтегрується в системи розумного будинку. Вона має компактний та ергономічний дизайн, що дозволяє розмістити її в будь-якому місці будинку. Кнопка має надійну конструкцію та довговічність, гарантуючи стабільну роботу протягом тривалого часу.

Кнопка працює на основі механічного контакту. При натисканні на кнопку, контакти замикаються, що відправляє сигнал до системи управління, активуючи відповідну дію, наприклад, включення світла чи виклик сценарію.



Рисунок 4.5 – Кнопка

4.3.4 Датчик фотоелемента

Цей датчик може виявляти рівень освітлення в навколишньому середовищі. Це робить його ідеальним для автоматичного

включення/виключення освітлення, а також для регулювання яскравості освітлення залежно від часу доби. Використання датчика фотоелемента може допомогти заощадити енергію, автоматично вимикаючи освітлення, коли воно не використовується. Цей датчик простий у використанні та підключенні до плати керування Keyestudio PLUS.

Датчик освітлення, також відомий як фотоелемент, здатен вимірювати рівень освітлення в навколишньому середовищі. Він зазвичай складається з фоточутливого резистора, який змінює свій опір в залежності від освітленості. Чим яскравіше світло, тим менше опір. Цей сигнал може бути оброблений контролером для подальшого управління освітленням.

Датчик освітлення працює на основі фоточутливого ефекту. При падінні світла на фоточутливий резистор його опір змінюється. Цей сигнал може бути використаний для визначення рівня освітленості, і відповідно, для управління освітленням в будинку.



Рисунок 4.6 – Датчик фотоелемента

4.3.5 Датчик руху

Датчик руху, є ключовим компонентом системи розумного будинку, здатним виявляти рух у навколишньому середовищі. Цей модуль забезпечує автоматичне включення освітлення та активацію систем безпеки при виявленні руху, сприяючи ефективному використанню енергії та забезпечуючи комфорт та безпеку для мешканців.

Датчик руху зазвичай має вбудований інфрачервоний сенсор, який реагує на теплове випромінювання людського тіла. Коли датчик виявляє рух у своєму полі зору, він відправляє сигнал до системи управління, що дозволяє активувати відповідні функції, наприклад, включення освітлення чи сповіщення про вторгнення.

Датчик руху працює на основі піроелементного ефекту. При зміні температури в його полі зору, спричиненій рухом людини, він генерує електричний сигнал. Цей сигнал обробляється контролером, який виконує відповідні дії.



Рисунок 4.7 – PIR датчик руху

4.3.6 Датчик газу

Датчик витоку газу, що зображений на рисунку 4.8 є надійним засобом безпеки в будь-якому будинку, здатним виявляти наявність небезпечних газів у навколишньому середовищі. Цей модуль виконує важливу функцію у попередженні аварійних ситуацій та забезпечує безпеку мешканців.

Датчик витоку газу зазвичай працює на основі реагування на хімічні речовини, які можуть бути присутні у газових сумішах. Він має вбудований сенсор, який реагує на певні гази та надсилає сигнал про їх виявлення до системи управління.

Датчик витоку газу працює на принципі виявлення хімічних реакцій, що відбуваються при контакті газу з його чутливим елементом. Коли виявляється наявність небезпечних газів у повітрі, датчик генерує відповідний сигнал, який може бути використаний для активації сповіщень або автоматичного вимикання систем газопостачання.



Рисунок 4.8 – Датчик газу

4.3.7 Релейний модуль

Релейний модуль є ключовим компонентом системи розумного будинку, що дозволяє керувати потужними пристроями, такими як лампи, нагрівальні прилади та мотори, за допомогою слабкострумових сигналів. Цей модуль є невід'ємною частиною системи автоматизації та забезпечує користувачам зручне та ефективне управління різноманітними пристроями.

Релейний модуль складається з електромагнітного реле, яке може вмикати або вимикати електричне живлення пристроїв. Він призначений для роботи зі слабкострумовими сигналами, такими як ті, які генеруються мікроконтролерами. Модуль зазвичай має кілька виходів реле для керування різними пристроями одночасно. Даний релейний модуль зображено на рисунку 4.9.

Релейний модуль працює на основі використання електромагнітного поля для перемикання контактів реле. Коли слабкострумовий сигнал подається на реле, електромагніт приводить до перемикання контактів, що в свою чергу вмикає або вимикає потужний пристрій, підключений до реле.



Рисунок 4.9 – Релейний модуль

4.3.8 Bluetooth модуль

Bluetooth модуль, що зображено на рисунку 4.10 є важливим компонентом системи розумного будинку, що дозволяє бездротово підключати систему до смартфона або планшета. Це робить управління системою більш зручним та доступним для користувачів з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету.

Bluetooth модуль зазвичай використовує стандартний протокол Bluetooth для бездротового зв'язку з іншими пристроями, такими як смартфони чи планшети. Він може мати різні типи з'єднань, такі як Bluetooth Classic або Bluetooth Low Energy (BLE), залежно від конкретної моделі.

Bluetooth модуль працює на основі бездротового зв'язку, використовуючи стандартний протокол Bluetooth. Коли підключений до системи розумного будинку, він дозволяє користувачам взаємодіяти з системою через спеціальний додаток на їх смартфоні чи планшеті. Користувачі можуть керувати освітленням, опаленням, системами безпеки та іншими пристроями з будь-якого місця.



Рисунок 4.10 – Bluetooth модуль

4.3.9 П'єзодинамік

Він може генерувати звукові сигнали для повідомлення про події в системі розумного будинку, такі як виявлення руху або витік газу. П'єзодинамік може використовуватися для різних цілей, таких як сигнали тривоги, нагадування та підтвердження команд. Цей датчик є корисним тим, він нас може повідомити про будь яку подію за допомогою звукового сигналу різної інтонації.

П'єзодинамік перетворює електричні сигнали на звук за допомогою п'єзоелектричного ефекту. Датчик виявляє подію (рух, витік газу), надсилає сигнал на контролер, який генерує електричний сигнал, що змушує п'єзоелемент вібрувати, створюючи звук. П'єзодинамічний перетворювач використовує п'єзоелектричний ефект для генерування звукових коливань. При подачі електричного сигналу на п'єзоелемент, він деформується, створюючи механічні вібрації, які конвертуються в звук. Частота та амплітуда звуку залежать від характеристик електричного сигналу.



Рисунок 4.11 – П'єзодинамік

4.3.10 Модуль вентилятора

Цей модуль (рис.4.12) дозволяє керувати вентилятором за допомогою слабкострумівих сигналів. Модуль вентилятора може використовуватися для керування різними типами вентиляторів, що робить його універсальним інструментом в системі розумного будинку. Цей модуль простий у використанні та підключенні до плати керування Keyestudio PLUS.

Модуль вентилятора працює на основі отримання сигналів з плати керування, які вмикають або вимикають живлення вентилятора. Коли модуль отримує сигнал на вмикання, він подає живлення на вентилятор, що в результаті запускає його роботу. Подача сигналу на вимикання зупиняє живлення вентилятора, що призводить до його вимкнення.

4.3.11 Датчик пари

Цей датчик може виявляти витік пари в навколишньому середовищі. Це робить його важливим елементом безпеки в будь-якому будинку, де є газові котли або інші пристрої, що генерують пару. Раннє виявлення витіку пари може допомогти запобігти пожежі та іншим небезпечним ситуаціям.



Рисунок 4.12 – Модуль вентилятора

Датчик витоку пари (рис. 4.13) працює на основі реакції на наявність пару в повітрі. Коли концентрація пару перевищує певний поріг, датчик спрацьовує і видає сигнал про небезпеку. Цей сигнал може бути використаний для активації тривоги або відправлення повідомлення на монітор. Датчик пари працює за допомогою сенсорної площадки. Сенсорна площадка - це спеціальна частина датчика пари, виготовлена з провідних матеріалів, чутливих до вологи, що змінюють свої електричні властивості в залежності від рівня вологості в навколишньому середовищі.



Рисунок 4.13 – Датчик пари

4.3.12 Серводвигун

Цей двигун (рис.4.14) дозволяє керувати механізмами, такими як жалюзі, двері та вікна, за допомогою слабкострумівих сигналів. Серводвигун може використовуватися для керування різними типами механізмів, що робить його універсальним інструментом в системі розумного будинку. Серводвигун складається з електромотора, редуктора та електронної системи керування.

Серводвигун працює на принципі перетворення електричної енергії в механічну за допомогою електромотора та редуктора. Він може бути програмований для виконання різних рухів, таких як відкриття та закриття жалюзі або вікна, відкриття та закриття дверей тощо.



Рисунок 4.14 – Серводвигун

4.3.13 Дисплейний модуль

Дисплейний модуль, що зображено на рисунку 4.15 дозволяє відображати корисну інформацію, таку як температура, час або показання датчиків. Дисплейний модуль може використовуватися для відображення різної інформації, що робить його універсальним інструментом в системі розумного будинку. Дисплейний модуль складається з електронної схеми та екрану, який може бути LCD, OLED або іншого типу. Цей модуль може підключатися до

мікроконтролера за допомогою різних інтерфейсів, таких як паралельний інтерфейс або I2C.

Модуль I2C (Inter-Integrated Circuit) - це послідовний інтерфейс зв'язку, який використовується для підключення декількох пристроїв до однієї шини даних. У дисплейних модулях I2C використовується для спрощення підключення дисплея до мікроконтролера.

Рідкокристаліний дисплейний модуль працює на основі прийому сигналів з плати керування та відображення відповідної інформації на екрані. Він може бути програмований для відображення різних параметрів, таких як температура, вологість, час тощо. Робота РК-дисплея ґрунтується на явищі поляризації світла, яке проходить через кристали-поляроїди. Ці кристали пропускають лише той склад світла, магнітний вектор якого лежить у площині, паралельній до оптичної площини поляроїда. Все інше світло стає непрозорим. Цей процес називається поляризацією світла. Завдяки відкриттю класу рідких речовин, які реагують на електростатичне та електромагнітне поля та можуть змінювати площину поляризації світла, стало можливим керувати поляризацією.



Рисунок 4.15 – Дисплейний модуль

4.3.14 Датчик вологості ґрунту

Цей датчик дозволяє виявлення сухості або надмірного зволоження ґрунту може допомогти забезпечити оптимальні умови для росту рослин. Цей датчик зазвичай складається з електродів, які встановлюються в ґрунт, та електронної схеми для вимірювання електричного опору ґрунту, що вказує на рівень вологості.

Датчик вологості ґрунту працює на принципі вимірювання електричного опору між своїми електродами, що змінюється залежно від вологості ґрунту. Чим вище вологість, тим менший електричний опір.



Рисунок 4.16 – Датчик вологості ґрунту

Схема електричних з'єднань давачів та контролера представлена на рисунку 4.17.

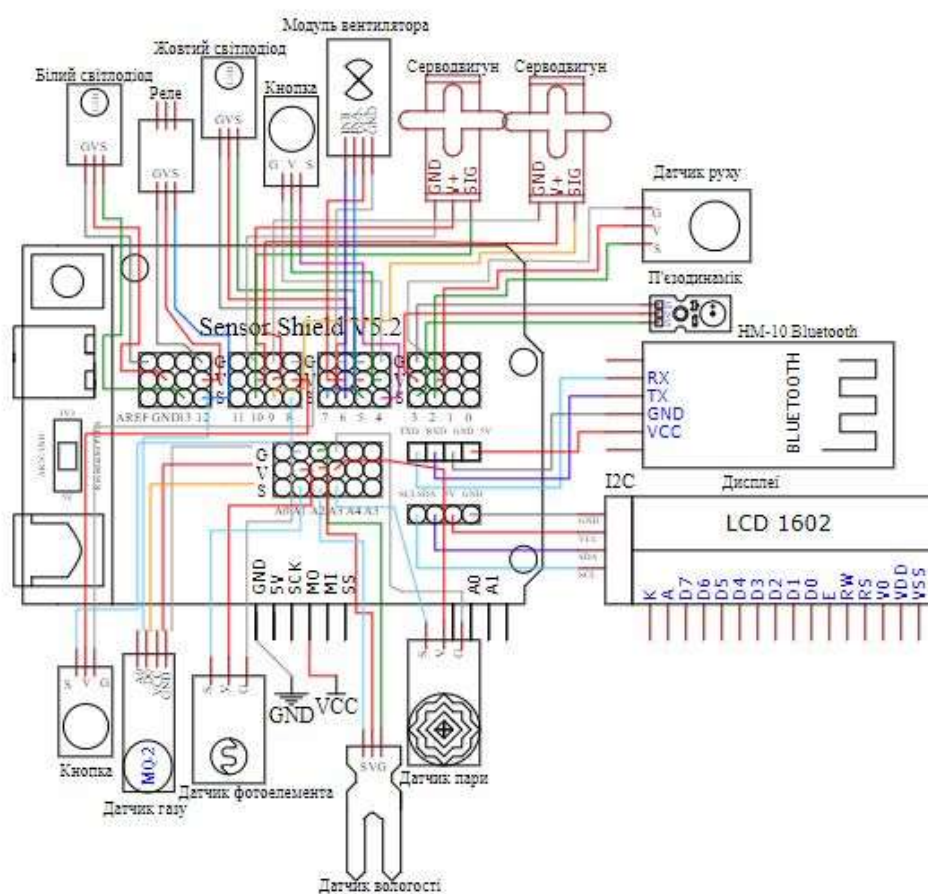


Рисунок 4.16 – Схема під'єднання датчиків до контролера

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Програмна реалізація апаратної частини системи «Розумний будинок»

Arduino IDE – популярне середовище для розробки програмного забезпечення та програмування мікроконтролері. Середовище має досить просту структуру, завдяки якій дуже швидко освоюється програма та здійснюється перехід до розробки. На рисунку 5.1. зображено вікно програми.



Рисунок 5.1 – Вікно Arduino IDE

а) обмежена продуктивність: Arduino IDE може бути не найкращим вибором для проектів розумного будинку, які потребують високої продуктивності або низької затримки;

б) складність для складних проектів: Arduino IDE може бути складною для використання в складних проектах розумного будинку;

в) відсутність деяких функцій: Arduino IDE не має деяких функцій, які можуть бути корисними для розробки систем розумного будинку, наприклад, підтримки баз даних або мережевих протоколів.

Опис роботи програмного забезпечення головного модуля системи розумний будинок. Лістинг програмного коду підключення бібліотек:

```
#include <Servo.h>
```

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C mylcd(0x27, 16, 2);
```

Лістинг програмного коду оголошення виводів:

```
pinMode(7, OUTPUT);

pinMode(6, OUTPUT);

digitalWrite(7, HIGH);

digitalWrite(6, HIGH);

pinMode(4, INPUT);

pinMode(8, INPUT);

pinMode(2, INPUT);

pinMode(3, OUTPUT);

pinMode(A0, INPUT);

pinMode(A1, INPUT);

pinMode(13, OUTPUT);

pinMode(A3, INPUT);

pinMode(A2, INPUT);

pinMode(12, OUTPUT);

pinMode(5, OUTPUT);

pinMode(3, OUTPUT);

length = sizeof(tune) / sizeof(tune[0]);
```

Лістинг програмного коду для програвання мелодії birthday song:

```
void birthday()

{

    tone(3, 294);

    delay(250);
```

```
tone(3, 440);  
  
delay(250);  
  
tone(3, 392);  
  
delay(250);  
  
tone(3, 532);  
  
delay(250);  
  
tone(3, 494);  
  
delay(500);  
  
tone(3, 392);
```

Лістинг програмного коду для визначення газу в приміщенні:

```
void auto_sensor() {  
  
    gas = analogRead(A0);  
  
    if (gas > 700) {  
  
        flag = 1;  
  
        while (flag == 1)  
  
        {  
  
            Serial.println("danger");  
  
            tone(3, 440);  
  
            delay(125);  
  
            delay(100);  
  
            noTone(3);  
  
            delay(100);  
  
            tone(3, 440);  
  
            delay(125);  
  
            delay(100);  
  
            noTone(3);  
  
            delay(300);  
  
        }  
  
    }  
  
}
```

Лістинг програмного коду для відкриття дверей з введенням паролю:

```
if (btn1_num >= 1 && btn1_num < 5)
{
    Serial.print("*");
    Serial.print("");
    passwd = String(passwd) + String("*");
    pass = String(pass) + String("*");
    mylcd.setCursor(1 - 1, 2 - 1);
    mylcd.print(pass);
}
if (btn1_num >= 5)
{
    Serial.print("-");
    passwd = String(passwd) + String("-");
    pass = String(pass) + String("-");
    mylcd.setCursor(1 - 1, 2 - 1);
    mylcd.print(pass);
}
```

Лістинг програмного коду для відкриття вікна:

```
if (water > 800)
{
    flag2 = 1;
    while (flag2 == 1)
    {
        Serial.println("rain");
        servo_10.write(180);
    }
}
```

```

    delay(300);

    delay(100);

    water = analogRead(A3);

    if (water < 30)

    {

        flag2 = 0;

        break;

    }

}

```

Лістинг програмного коду для засвічення діоду:

```

light = analogRead(A1);

if (light < 300)

{

    infrar = digitalRead(2);

    Serial.println(infrar);

    if (infrar == 1)

    {

        digitalWrite(13, HIGH);

    } else

    {

        digitalWrite(13, LOW);    }

}

```

5.2 Алгоритм керуючої частини

Системи розумного будинку забезпечують високий рівень комфорту, безпеки та ефективного використання ресурсів. В основі таких систем лежить автоматизація та дистанційне керування різними домашніми пристроями та

функціями. Серед найпоширеніших способів керування «Розумним будинком» є використання мобільних додатків та спеціалізованих модулів, таких як датчики та кнопки. У цьому розділі розглянуто алгоритм керуючої частини системи розумного будинку, що включає два основні методи керування: за допомогою різних модулів та мобільного додатку «IoT keyes». Подано детальні інструкції для користувачів, які допоможуть максимально ефективно використовувати можливості системи.

Керування «Розумним будинком» може відбуватися двома варіантами:

- а) за допомогою різних модулів (датчиків, кнопок)
- б) за допомогою мобільного додатку «IoT keyes»

Для підключення розумного будинку до додатку потрібно:

- а) відкрити застосунок IoT keyes. На рисунку 5.2 зображення іконка застосунку:



Рисунок 5.2 – Іконка застосунку

- б) натискаємо кнопку «SCANNING» для підключення до будинку. На рисунку 5.3 зображена кнопка підключення до будинку:



Рисунок 5.3 – Кнопка для підключення до будинку

- с) підключаємося до будинку. На рисунку 5.4 зображено підключення до будинку:

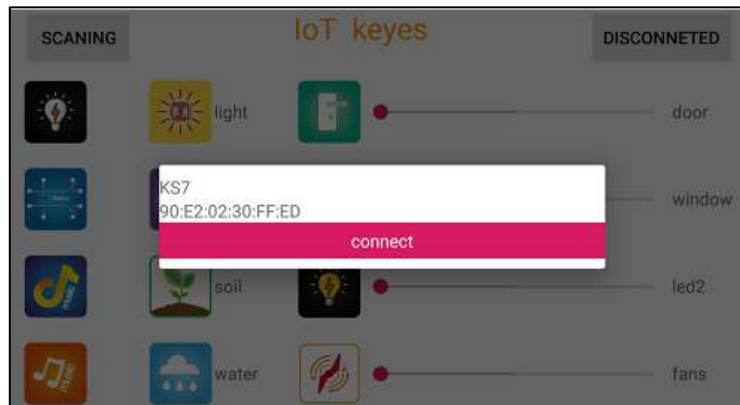


Рисунок 5.4 – Підключення до будинку

d) після підключення відкривається інтерфейс застосунку. На рисунку 5.5 зображено інтерфейс застосунку:

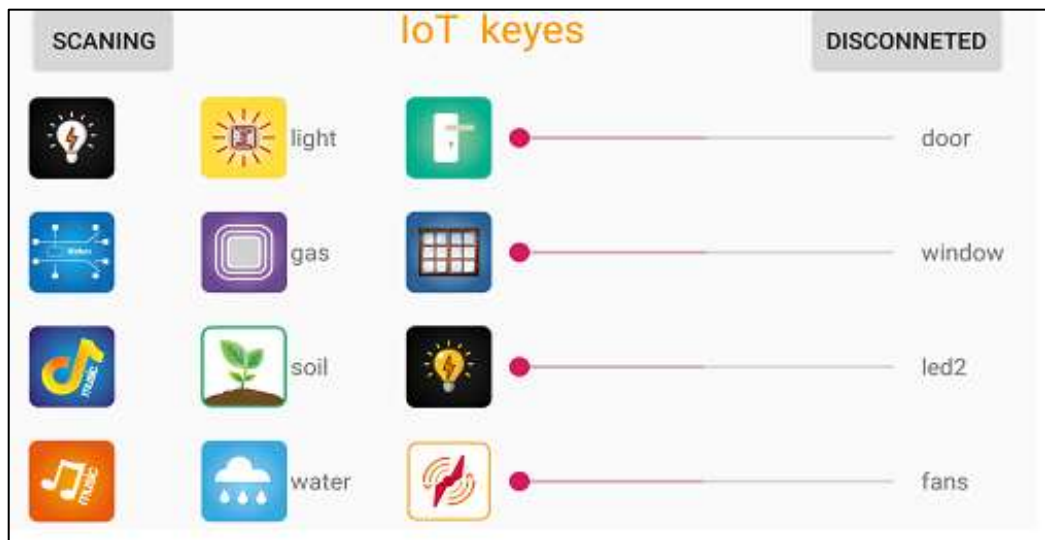


Рисунок 5.5 – Інтерфейс застосунку

У програмі є дванадцять кнопок керування та чотири повзунки. Коли ми підключаємо модуль Bluetooth HM-10 і програму, потрібно лише натиснути кнопку керування APP, і Bluetooth мобільного телефону надішле контрольний символ. Модуль Bluetooth отримає відповідний керуючий символ. Під час програмування ми встановлюємо відповідну функцію кожного датчика або модуля відповідно до відповідного символу керування клавішею. Далі перевіримо 12 кнопок у програмі. Для ознайомлення з підключенням системи потрібно розглянути алгоритм підключення.

5.3 Інструкція для користувача

5.3.1 Керування світлодіодом

Для керування світлодіодом натисніть кнопку, щоб увімкнути світлодіод, для його вимкнення натисніть ще раз. На рисунку 5.6 зображена кнопка для керування світлодіодом. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку З.



Рисунок 5.6 – Кнопка для керування світлодіодом

5.3.2 Ввімкнення релейного модулю

Для ввімкнення релейного модулю натисніть кнопку, для його вимкнення натисніть ще раз. На рисунку 5.7 зображена кнопка для ввімкнення/вимкнення релейного модулю. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку К.



Рисунок 5.7 – Кнопка для ввімкнення релейного модулю

5.3.3 Ввімкнення музики

Натисніть кнопку, щоб відтворити музику (відтворюється різна музика в залежності від кнопки). На рисунку 5.8 зображена кнопка для відтворення музики. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Л.



Рисунок 5.6 – Кнопки для відтворення музики

5.3.4 Датчик фотоелементу

Натисніть кнопку, щоб увімкнути датчик фотоелементу, показує дані про світло, щоб вимкнути натисніть ще раз. На рисунку 5.9 зображена кнопка для керування фотоелементом. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку М.



Рисунок 5.9 – Кнопка для керування фотоелементом

5.3.5 Датчик газу

Натисніть кнопку, щоб увімкнути датчик газу та отримати виявленні дані, натисніть ще раз, щоб вимкнути його. На рисунку 5.10 зображена кнопка для керування датчиком газу.



Рисунок 5.10 – Кнопка для керування датчиком газу

5.3.6 Датчик вологості ґрунту

Натисніть кнопку, щоб увімкнути датчик та отримати виявленні дані, натисніть ще раз, щоб вимкнути його. На рисунку 5.11 зображена кнопка для керування датчиком вологості ґрунту.



Рисунок 5.11 – Кнопка для керування датчиком вологості ґрунту

5.3.7 Датчик пари

Натисніть кнопку, щоб увімкнути датчик пари та отримайте виявленні дані, натисніть ще раз, щоб вимкнути його. На рисунку 5.12 зображена кнопка для керування датчиком пари. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Н.



Рисунок 5.12 – Кнопка для керування датчиком пари

5.3.8 Відкриття дверей

Для відкриття дверей потягніть повзунок на скільки ви хочете прокрутити двері, для закриття потягніть повзунок на початкову позицію, також якщо натиснути на кнопку двері автоматично повністю відкриються, а при повторному натиску, закриються. На рисунку 5.13 зображена кнопка та повзунок для керування дверима. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку П.



Рисунок 5.13 – Керування дверима

5.3.9 Відкриття вікна

Для відкриття вікна потягніть повзунок на скільки ви хочете відкрити вікно, для закриття потягніть повзунок на початкову позицію, також якщо натиснути на кнопку вікно автоматично повністю відкриється, а при повторному натиску, закриється. На рисунку 5.14 зображена кнопка та повзунок для керування вікном. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в додатку Р.



Рисунок 5.14 – Керування вікном

5.3.10 Яскравість світла

Для увімкнення світла потягніть повзунок відповідно до того якої яскравості повинен бути діод, для вимкнення світла потягніть повзунок на початкову позицію, також якщо натиснути на кнопку світло автоматично увімкниться на 100%, а при повторному натиску, вимкнеться. На рисунку 5.15 зображена кнопка та повзунок для керування яскравістю діода.



Рисунок 5.15 – Керування яскравістю діода

5.3.11 Вентилятор

Для увімкнення вентилятора потягніть повзунок відповідно до швидкості з якої повинен обертатись вентилятор, для вимкнення потягніть повзунок на

початкову позицію, також якщо натиснути на кнопку вентилятор автоматично увімкниться на 100%, а при повторному натиску, вимкнеться. На рисунку 5.16 зображена кнопка та повзунок для керування вентилятором. Для ознайомлення з роботою системи потрібно розглянути алгоритм роботи, це можна зробити розглянувши блок схему в [додатку С](#).



Рисунок 5.16 – Керування швидкістю вентилятору

5.4 Програмна реалізація керуючої частини системи «Розумний будинок»

5.4.1 Системні вимоги

Для опису характеристик, яким має відповідати виконуючий пристрій в даному випадку смартфон який виступає в ролі пульта керування електроприладом для коректної роботи розроблюваного додатку було визначено характеристики яким має відповідати керуючий пристрій.

- а) смартфон під керуванням операційної системи Android версії 7.0 або 7.1 Nougat;
- б) процесор з тактовою частотою 2.0 ГГц або більше;
- с) оперативна пам'ять –1024 мегабайт або більше;
- д) вільне місце у пам'яті внутрішнього накопичувача 10 мегабайт для встановлення додатку;
- е) вбудований інтерфейс комунікації Bluetooth 5.0.

5.4.2 Модуль інтерфейсу

Під час проектування користувацької екранної форми додатку було використано засоби візуальної розробки програмного забезпечення для створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача та реалізації системи керування електроприладом. Цей інтерфейс дозволяє користувачеві легко

перемикає функції електроприладу. У рамках даної дипломної роботи було розроблено пристрій на базі мікроконтролера ESP32, який виконує функції стаціонарного радіоприймача та підтримує дистанційне керування за допомогою технології бездротової передачі даних Bluetooth.

Мікроконтролер ESP32 є потужним та гнучким рішенням, що забезпечує високу продуктивність та енергоефективність, що робить його ідеальним для використання у таких проектах. Інтерфейс користувача було створено за допомогою сучасних засобів візуального програмування, що дозволило реалізувати зручне та ефективне керування пристроєм. Функціональні можливості включають перемикання радіостанцій, регулювання гучності, а також інші налаштування, які забезпечують максимальний комфорт користувача.

Таким чином, у даній дипломній роботі реалізовано повноцінний функціональний електроприлад з можливістю дистанційного керування, що включає в себе сучасні технології програмування та бездротової передачі даних. На рисунку 5.17 зображено інтерфейс програми для створення застосунку.

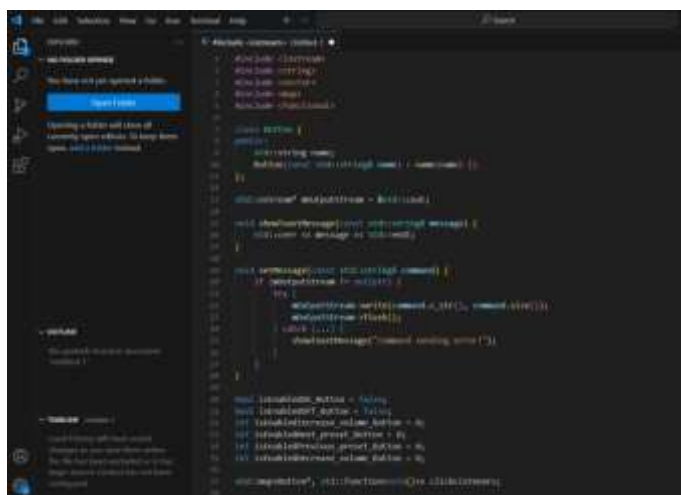


Рисунок 5.17 – Інтерфейс програми для створення застосунку

На рисунку 5.18 зображено інтерфейс застосунку.

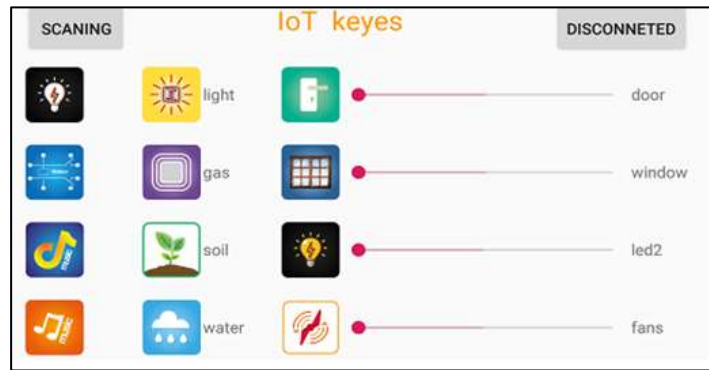


Рисунок 5.18– Інтерфейс застосунку

5.5 Програмний код керування функціями електроприладу

У прикладі програмного коду для керування електроприладом реалізовано функцію відправлення повідомлення через Bluetooth. Під час виконання команди формується повідомлення, яке містить код керування пристроєм. Це повідомлення передається по каналу дистанційного зв'язку у вигляді набору байтів, що записуються до буфера обміну. Буфер обміну формує керуюче повідомлення, в якому кожна функція відповідає певному коду керування мікроконтролером, записаному у скетч-прошивці мікроконтролера.

Приклад коду для застосунку:

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <vector>
#include <map>
#include <functional>
class Button {
public:
    std::string name;
    Button(const std::string& name) : name(name) {}
};
std::ostream* mOutputStream = &std::cout;
void showToastMessage(const std::string& message) {
    std::cerr << message << std::endl;
}
void setMessage(const std::string& command) {
```

```

    if (mOutputStream != nullptr) {
        try {
            mOutputStream->write(command.c_str(), command.size());
            mOutputStream->flush();
        } catch (...) {
            showToastMessage("Command sending error!");
        }
    }
}

bool isEnabledOn_Button = false;
bool isEnabledOff_Button = false;
int isEnabledIncrease_volume_Button = 0;
int isEnabledNext_preset_Button = 0;
int isEnabledPrevious_preset_Button = 0;
int isEnabledDecrease_volume_Button = 0;
std::map<Button*, std::function<void()>> clickListeners;
void onClick(Button* button) {
    if (clickListeners.find(button) != clickListeners.end()) {
        clickListeners[button]();
    }
}

int main() {
    Button On_Button("On_Button");
    Button Off_Button("Off_Button");
    Button Increase_volume_Button("Increase_volume_Button");
    Button Next_preset_Button("Next_preset_Button");
    Button Previous_preset_Button("Previous_preset_Button");
    Button Decrease_volume_Button("Decrease_volume_Button");
    clickListeners[&On_Button] = []() {
        isEnabledOn_Button = !isEnabledOn_Button;
        std::string command = "77";
        std::cout << "onClick:  isEnabledOn_Button  =  " <<
            isEnabledOn_Button <<

        std::endl;
        setMessage(command);
    };
    clickListeners[&Off_Button] = []() {

```

```

        isEnabledOff_Button = !isEnabledOff_Button;
        std::string command = "77";
        std::cout << "onClick: isEnabledOff_Button = " <<
isEnabledOff_Button << std::endl;
        setMessage(command);
};

clickListeners[&Increase_volume_Button] = []() {
    isEnabledIncrease_volume_Button += 1;
    std::string command = "22";
    std::cout << "onClick: isEnabledIncrease_volume_Button = "
<< isEnabledIncrease_volume_Button << std::endl;
    setMessage(command);
};

onClick(&On_Button);
onClick(&Off_Button);
onClick(&Increase_volume_Button);
onClick(&Next_preset_Button);
onClick(&Previous_preset_Button);
onClick(&Decrease_volume_Button);
return 0;

```

6. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Охорона праці

6.1.1 Забезпечення нормальних умов праці

6.1.1.1 Освітлення

Приміщення з ЕОМ повинні мати природне і штучне освітлення відповідно до СНіП 11-4-79 "Природне і штучне освітлення".

Природне світло повинно проникати через бічні світло-прорізи, зорієнтовані, як правило, на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Розрахунки КПО проводяться відповідно до СНіП. При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби. Вікна приміщень з відео-терміналами повинні мати регульовальні пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки тощо.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними відео-терміналами ЕОМ загального та персонального користування, має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення).

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників. Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу:

- світильники прямого світла - П;
- переважно прямого світла - Н,

– переважно відбитого світла - В.

При розташуванні відео-терміналів ЕОМ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями. Для загального освітлення необхідно застосовувати світильники із розсіювачами та дзеркальними екранними сітками, укомплектованими високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. При обладнанні відбивного освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть застосовуватися лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50° до 90° відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м^2 , а захисний кут світильників повинен бути не більшим за 40° .

Коефіцієнт запасу (K_z) відповідно до СНіП II-4-79 для освітлювальної установки загального освітлення слід приймати рівним 1,4.

Коефіцієнт пульсації повинен не перевищувати 5% і забезпечуватися застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального та місцевого освітлення. При відсутності світильників з ВЧ ПРА лампи багатолампових світильників або розташовані поруч світильники загального освітлення необхідно підключати до різних фаз трифазної мережі.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж до 300 лк.

Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла з захисним кутом не меншим за 40° . Необхідно передбачити обмеження

прямої відстані від джерела природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі зору. Повинна бути не більшою за 200 кд/м^2 . Необхідно обмежувати відбиту баскість шляхом правильного вибору типів світильників та розміщенням робочих місць відносно джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані відео-терміналу не повинна перевищувати 40 кд/м^2 , яскравість стелі при застосуванні системи відбивного освітлення не повинна перевищувати 200 кд/м^2 . Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з відео-терміналами ЕОМ загального та персонального користування необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно проводити заміну ламп, що перегоріли.

Для оцінки освітлення використовують такі величини : люкс (лк) – рівень освітленості поверхні площею 1 м^2 , на яку падає, рівномірно розподіляючись світловий потік в 1 люмен; люмен – світловий потік від еталонного точкового джерела в одну міжнародну свічку, розташованого в вершині тілесного кута в 1 стерadian; нит – яскравість поверхні, що світиться і від якої в перпендикулярному напрямку поширюється світло силою в 1 свічку з 1 м^2 ; свічка - сила свічки точкового джерела, яке випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподілений в середині тілесного кута в 1 стерadian.

Відчуття світла при дії на око людини викликають електромагнітні хвилі так званого оптичного діапазону. Область оптичних електромагнітних випромінювань розташована між областю рентгенівського випромінювання та областю радіовипромінювання.

Гігієнічні вимоги до виробничого освітлення ґрунтовані на психофізичних особливостях сприйняття світла і його впливу на організм людини. Для

виключення попадання на екрани дисплеїв прямих світлових потоків світильники загального освітлення встановлюють збоку від робочого місця, паралельно лінії зору оператора і стінки з вікнами. Таке розміщення світильників дозволяє встановлювати їх послідовне включення в залежності від величини природної освітленості і виключає подразнення очей смугами світла та тіні, що виникає при поперечному розташуванні світильників.

Розрахунок місцевого світлового потоку не робиться, тому що в даному випадку рекомендується система загального освітлення для запобігання відбитому блищанню від поверхні стола і екрану монітору.

Отже для забезпечення нормальних умов роботи, в відповідності з нормативними вимогами, необхідно використати дане число світильників означеної потужності для освітлення робочого приміщення.

Найбільш прийнятними для приміщення є люмінесцентні лампи ЛБ (білого світла) або ЛТБ (тепло білого світла), потужністю 20, 40, 65 або 80 Вт. Виберемо 7 ламп типу ЛБ з потужністю 65 Вт, світловий потік однієї лампи ЛБ65 складає $F_1 = 4550$ лм.

Розрахунок системи освітлення проводиться за допомогою коефіцієнта використання світлового потоку, що рівний відношенню світлового потоку, що рівний відношенню світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп. Його величина залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризується коефіцієнтами відбивання стін і стелі.

Загальний світловий потік визначається по формулі:

$$F_{\text{заг}} = \frac{E_n \cdot S \cdot z_1 \cdot z_2}{\eta} \quad (6.1)$$

де E_n – нормована освітленість робочого місця ($E_n=200$ лк); S - площа приміщення; z_1 - коефіцієнт запасу, що враховує знос і забруднення світильників, $z_1=1,2$; z_2 - коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення,

$z_2 = 1,2$; η - коефіцієнт використання світлового потоку вибирається з таблиць в залежності від типу світильника, розмірів приміщення, коефіцієнтів відбивання стін і стелі приміщення.

Визначимо площу приміщення, якщо його довжина складає $L_{\partial}=6$ м, ширина $L_o = 4$ м. Виберемо з таблиці коефіцієнт використання світлового потоку по наступним даним:

- коефіцієнт відбивання побіленої стелі $R_{\pi}=70\%$;
- коефіцієнт відбивання від стін, пофарбованих в світлу фарбу $R_{\text{ст}}=50\%$.

$$i = \frac{L_{\partial} \cdot L_{\text{ш}}}{h_n \cdot (L_{\partial} \cdot L_{\text{ш}})} = \frac{24}{30} = 0,8 \quad (6.2)$$

де h_n – висота приміщення=3м, тоді $\eta=0,34$

Допускається відхилення не більше ніж $-10\% - +20\% F_{\text{опт}}$.

Освітлення в робочих приміщеннях може здійснюватися природнім та штучним освітленням. При недостатньому природному освітленні використовують загальне освітлення. Останнє представляє собою освітлення, при якому водночас використовують природне і штучне освітлення. Загальним називають освітлення, яке призначене для освітлення певного робочого місця.

Природне освітлення повинно проникати через бічні світло-прорізи, зорієнтовані як правило на північ, чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. Розрахунки проводять згідно СНІП 11-4-79.

Визначаємо світловий потік:

$$F_{\text{заг}} = \frac{200 \cdot 24 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{8 \cdot 0,34} = \frac{6912}{2,72} = 2541 \text{ лм} \quad (6.3)$$

Тоді освітленість робочого місця буде:

$$E_p = \frac{200 \cdot 4550}{2541} = 358 \text{ лк} \quad (6.4)$$

Знайдемо відхилення від нормованого значення:

$$\frac{E_p}{E_n} \cdot 100\% = 179\% \quad (6.5)$$

Це на 79% більше від нормованого значення. Розглянемо випадок, коли взято 5 ламп типу ЛБ65.

Визначаємо світловий потік:

$$F_{zag} = \frac{200 \cdot 24 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{5 \cdot 0,34} = \frac{6912}{1,7} = 4066 \text{ лм} \quad (6.6)$$

Освітленість робочого місця буде:

$$E_p = \frac{200 \cdot 4550}{4235} = 224 \text{ лк} \quad (6.7)$$

Знайдемо відхилення від нормованого значення:

$$\frac{E_p}{E_n} \cdot 100\% = 12\% \quad (6.8)$$

Відхилення становить 12%, а це є в межах норми. Таким чином, необхідно встановити 7 ламп ЛБ65.

Електрична потужність всієї освітлювальної системи обчислюється за формулою:

$$P_{zag} = P_1 \cdot N, \text{ Вт} \quad (6.9)$$

де P_1 - потужність однієї лампи-65 Вт,

N - число ламп=5

$$P_{zag} = 65 \cdot 5 = 325 \text{ Вт}$$

При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби. Вікна приміщення повинні мати регульовальні пристрої для відкривання та жалюзі, штори, зовнішні шторки. Для запобігання появи відблисків на екранах моніторів забороняється використовувати

світильники без розсіювачів та екранних сіток. При штучному освітленні рекомендується використовувати люмінесцентну лампу типу ЛБ.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж до 300 лк. Також необхідно передбачити обмеження прямої близькості від джерела природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь що світяться (вікна, лампи) і перебувають у полі зору повинна бути не більшою за 200 кд/м^2 . Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору осіб, що працюють з відео-терміналами, при цьому відношення яскравості

В цехових приміщеннях виникає потреба у створенні вентиляційних установок. В даному випадку використовується комфортне кондиціювання, метою якого є створення в приміщеннях повітряного середовища найбільш сприятливого для роботи людей, що сприяє підвищенню продуктивності праці та зниженню захворювань. Для даної системи використовуються кондиціонери повного кондиціювання повітря, автономні, місцеві. Можливість використання кондиціонерів для оздоровлення мікроклімату приміщення зумовлена тим, що робота з комп'ютерною технікою не пов'язана з виділенням пилу та шкідливих речовин, які необхідно видаляти з робочої зони приміщення.

6.1.1.2 Шум та вібрація

З гігієнічної точки зору шум та вібрація – це сукупність несприятливих звуків чи механічних коливань, що передаються на тіло людини і викликають неприємні суб'єктивні відчуття, знижують працездатність та можуть привести до порушення стану здоров'я. Звукові хвилі та вібрація мають певну частоту, що вимірюється в герцах : 1Гц – одне коливання на секунду. Вухом може сприймати коливання в діапазоні 16-20000 Гц. Рівень звуку та вібрації, їх сила

та інтенсивність вимірюється в белах (б), чи децибелах (дБ). Численними дослідженнями встановлено, що шум є загально біологічним подразником і в певних умовах може впливати на всі органи і системи організм людини. професійних захворювань. При дуже високому звуковому тиску може бути пошкоджена барабанна перетинка вуха.

Крім безпосереднього впливу на орган слуху шум впливає на різні відділи головного мозку, змінюючи процеси нервової діяльності. Цей вплив може виникнути навіть швидше ніж зміни в органі слуху. Згідно документів Всесвітньої організації здоров'я (ВООЗ) відмічено, що найбільш чутливим до шуму є такі операції, як відслідковування, збір інформації.

6.1.2 Розрахунок захисного заземлення

Електрообладнання в живиться від електромережі напругою 220В. Виміряний питомий опір ґрунту $\rho_{\text{в}} = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Вимірювання відбувались при сухому ґрунті.

Найбільший допустимий опір захисного заземлення в електроустановках із напругою до 1000 В не перевищує 10 Ом. Заземлення виконуємо зі стержнів діаметром 12 мм і довжиною 1.5 метри.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{\text{роз}} = \rho_{\text{в}} \cdot \psi, \quad (6.10)$$

де $\rho_{\text{в}}$ - виміряний питомий опір ґрунту, ψ - кліматичний коефіцієнт.

З таблиці питомий електричних опорів ґрунтів і кліматичних коефіцієнтів визначаємо кліматичний коефіцієнт для сухого ґрунту - $\psi_3 = 1,4$.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{\text{роз}} = 80 \cdot 1,4 = 112 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad (6.11)$$

Опір заглибленого вертикального заземлювача знаходимо по формулі:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H + l}{4H - l} \right), \quad (6.12)$$

де ρ - питомий опір ґрунту; l - довжина стержня; d - діаметр;

$H_0 \geq 0,5\text{м}$ - відстань від верхнього кінця заземлювача до поверхні;

H - відстань від поверхні до середини заземлювача.

Підставляючи в формулу (6.12) числові значення $H = 1,2\text{м}$, $l = 1,5\text{м}$,

$d = 0,012\text{м}$, $\rho = 112\text{ Ом} \cdot \text{м}$ отримуємо опір розтіканню струму одиничного заземлювача:

$$R_1 = \frac{112}{2\pi \cdot 1,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 1,5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,2 + 1}{4 \cdot 1,5 - 1} \right) = 11,9 (\ln 250 + 0,51 \ln 1,526) = 20,8\text{ Ом} \quad (6.13)$$

Необхідну кількість паралельно з'єднаних заземлювачів визначаємо з формули:

$$n = \frac{R_1}{R_{\text{ш}} \cdot \eta_z}, \quad (6.14)$$

де R_1 - опір розтіканню струму одного заземлювача, $R_{\text{ш}}$ - максимально допустимий опір усіх штучних заземлювачів, η_z - коефіцієнт використання заземлювачів, в якому враховується їх взаємне екранування. Для визначення коефіцієнта потрібно задати конфігурацію розташованих заземлювачів.

Розглянемо випадок, коли вертикальні стержні розташовані по контуру квадрата $6 \cdot 6\text{ м}$. Якщо відстань між заземлювачами складає 3 метри, то по периметру квадрата можна розмістити 8 стержнів. В якості з'єднувальної смуги використовуємо стальну шину $30 \cdot 4\text{ мм}$. з'єднувальної

Опір розтіканню струму шини обчислюється по формулі для обчислення опору горизонтального заглибленого заземлювача:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bH}, \quad (6.15)$$

де ρ - питомий опір ґрунту; l - довжина заземлювача; H - віддаль від поверхні до заземлювача; b - ширина заземлювача.

Опір з'єднуючої шини

$$R = \frac{112}{2\pi \cdot 12} \ln \frac{2 \cdot 12^2}{0,04 \cdot 0,5} = 1,49 \cdot \ln 14400 = 14,3\text{ Ом}. \quad (6.16)$$

Коефіцієнт використання горизонтальної з'єднуючої смуги $\eta_n = 0,27$.

Опір шини:

$$R_2 = \frac{14.3}{0.27} = 52.9 \text{ Ом.} \quad (6.17)$$

Вертикальні стержні і горизонтальну шину розглядаємо як два паралельно з'єднаних опори. Тоді необхідний сумарний опір вертикальних заземлювачів знаходиться з умови:

$$R_{\text{вз}} \leq \frac{R_2 \cdot R_0}{R_2 + R_0}, \quad (6.18)$$

де $R_{\text{вз}}$ - опір розтіканню струму вертикальних заземлювачів,

R_2 - опір розтіканню струму з'єднуючої шини,

R_0 - максимально допустимий опір заземлюючого пристрою.

$$R_{\text{вз}} = \frac{52.9 \cdot 4}{52.9 + 4} = 3.72 \text{ Ом} \quad (6.19)$$

Враховуючи коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів $\eta_3 = 0.5$ (при відношенні відстані між заземлювачами до їх довжини $\frac{s}{l} = 1.3$). І числі стержнів $k = 8$), визначаємо необхідну кількість заземлювачів:

$$n = \frac{R_1}{\eta_3 \cdot R_{\text{вз}}} = \frac{20.8}{0.5 \cdot 3.72} = 11.18 \approx 12 \text{ шт.} \quad (6.20)$$

Отже опір заземлювачів, розміщених по контуру квадрата $6 \cdot 6$ м не перевищує максимально допустимого значення 10 Ом.

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

З розвитком науково-технічного прогресу важливу роль грає можливість безпечного виконання людьми своїх трудових обов'язків. У цьому сенсі була створена та розвивається наука про безпеку праці та життєдіяльності людини. Безпека життєдіяльності (БЖД) — це комплекс заходів, вкладених у забезпечення безпеки людини у середовища проживання, збереження здоров'я, розробку методів і засобів захисту за допомогою зниження впливу шкідливих і найнебезпечніших чинників до допустимих значень, вироблення заходів для

обмеження шкоди на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій мирного і війни.

Мету й зміст БЖД: виявлення вивчення чинників довкілля, які впливають для здоров'я людини; - ослаблення дії цих факторів до безпечних меж чи виняток їх якщо може бути; - ліквідація наслідків катастроф і стихійних лих. Коло практичних завдань БЖД передусім обумовлений вибором принципів захисту, із розробкою та раціональним використанням засобів захисту чоловіки й природного довкілля від впливу техногенних джерел постачання та стихійних явищ, і навіть коштів, які забезпечують комфортне стан середовища життєдіяльності. Охорона здоров'я працюючих, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань, і виробничого травматизму становитиме з головних турбот людського суспільства. Звертається увагу до необхідності широко він прогресивних форм наукової організації праці, відомості до мінімуму ручного, малокваліфікованого праці, створення обстановки, яка виключає професійні захворювання і виробничий травматизм. На робоче місце мають бути передбачені захисту від можливого впливу небезпечних і шкідливих факторів виробництва. Рівні цих факторів нічого не повинні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно-технічними нормами. Переважна частина вчених вважають, що і короткочасне, і тривале вплив всіх видів випромінювання від екрана монітора безпечно здоров'ю персоналу, обслуговуючого комп'ютери. Проте вичерпних даних щодо небезпеки впливу випромінювання від моніторів на які працюють із комп'ютерами й не існує дослідження, у цьому напрямі тривають. Максимальний рівень рентгеновського випромінювання робочому місці оператора комп'ютера звичайно перевищує 10мкбэр/ч , а інтенсивність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань від екрана монітора лежать у межах $10\ldots 100\text{Вт/м}^2$. Для зниження впливу цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання

(MPR-II, TCO-92, TCO-99), встановлювати захисні екрани, і навіть дотримуватися регламентовані режими праці та відпочинку.

Виробничі аварії можуть бути різноманітними. Причинами їх можуть бути: стихійні лиха (землетруси, зсуви, повені, пожежі тощо). а також порушення технології виробництва і правил техніки безпеки.

Найбільш типовими наслідками аварій можуть бути: вибухи, пожежі, затоплення, завали шахт, зараження навколишнього середовища сильнодіючими отруйними речовинами.

Під стихійним лихом розуміють таке явище природи, яке не може бути відвернуте і характеризується порушенням нормальної життєдіяльності значної групи населення, загрози для їх життя, руйнуванням чи затопленням та знищенням матеріальних цінностей.

До них відносяться: повені; потоки; урагани; зсуви; землетруси та інші.

До стихійних лих відносяться також масові лісові пожежі по тим втратам, які вони завдають народному господарству і великій небезпеці для населення, що проживає у районах, охоплених пожежами.

Крупними аваріями на промислових підприємствах вважаються надзвичайні пригоди, які викликають раптову зупинку роботи. створюють небезпеку для життя людей і можуть призвести до руйнування виробничих будівель, ушкодження чи знищення устаткування, сировини і готової продукції, а також до зараження місцевості отруйними речовинами і загазованості атмосфери. Наслідком аварій, а іноді і причиною їх можуть бути вибухи і пожежі.

Такі стихійні явища природи, крупні аварії у промисловості і на транспорті, які спричинили загибель людей, великі руйнування і знищення матеріальних цінностей, відносяться до категорії катастроф.

Крупні виробничі аварії і катастрофи можуть призводити до загибелі людей і завдавати відчутних втрат народному господарству.

Тому забезпечення безаварійної роботи підприємств слід розглядати як важливу державну справу, яка потребує повсякденної уваги керівництва. інженерно-технічних працівників. Аварії можуть трапитися на будь-яких промислових підприємствах і на транспорті, унаслідок безвідповідального відношення до своїх обов'язків усіх посадових осіб. а також робітників і службовців підприємства і недодержання ними правил техніки безпеки.

Однак, найбільшу небезпеку являють собою об'єкти, що виробляють чи застосовують у технології сильнодіючі отруйні речовини, вибухо і пожежонебезпечні матеріали і продукти. Небезпечними об'єктами є також склади, бази, залізничні станції і порти, де зберігаються чи маються запаси цих матеріалів і продуктів. Аварії можуть трапитися унаслідок:

- стихійних лих;
- допущення прорахунків у проектуванні будівництві і обладнанні підприємства;
- введення в експлуатацію промислових об'єктів з великими недоробками і відступами від проектів;
- прийняттям в експлуатацію вентиляційних систем без випробування на ефективність їх роботи;
- недоробок по техніці безпеки і охороні праці тощо.

Вони можуть бути також наслідком порушення технологічного процесу, несправності електропроводки і недостатнього впровадження надійних систем пожежогасіння.

Аварії виникають і унаслідок необачного поводження з вогнем.

Крім того, причинами аварії можуть бути: порушення вимог і правил техніки безпеки: низька трудова і технологічна дисципліна, відсутність належного контролю за процесом виробництва.

Аналіз причин аварій показує, що вони виникають головним чином унаслідок поганої навченості персоналу, допущеної халатності, порушень технологічного процесу виробництва і правил техніки безпеки.

Для запобігання аваріям на промислових підприємствах і транспорті заздалегідь розробляються і здійснюються організаційно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості і безаварійності роботи.

Вивчення причин виникнення аварій і всебічна оцінка ступеня їх небезпечності дасть можливість правильно визначити заходи, що до їх попередження, передбачити необхідні дії по захисту людей і зниженню втрат.

Важливим фактором забезпечення безаварійної роботи є вивчення і суворе дотримання всіма інженерно-технічними працівниками правил і норм техніки безпеки. Основними заходами по ліквідації наслідків аварій і стихійних лих є:

- оповіщення робітників і службовців, ЦО і населення, що проживає поблизу об'єкту, екстрена евакуація;
- комплексна розвідка об'єкту на якому виникла аварія;
- рятування людей з-під завалів, із оточуючих і ушкоджених будівель і споруд;
- надання медичної допомоги потерпілим від аварії, вивіз у лікувальні установи;
- гасіння пожеж;
- локалізація аварії на комунально-енергетичних мережах, перешкоджаючих веденню рятувальних робіт;
- улаштування проїздів і підходів до місць аварій;
- руйнування ненадійних конструкцій, розбирання завалів;
- демонтаж зберігшогося устаткування, якому загрожує небезпека;
- організація комендантської служби.

Задача кожного працюючого на підприємстві - знати основні правила поведінки при аваріях, вміти діяти в обставинах, що при цьому склалися. Ці правила і послідовність дій треба вивчати, постійно пам'ятати і вміти практично виконувати.

В аварійній ситуації важливою задачею є оповіщення про аварію. Кожний робітник і службовець будь-якого об'єкту народного господарства повинен

вміти користуватися наявними на підприємстві оповіщувачами. Кожний робітник підприємства, пов'язаний з можливою газовою обстановкою, повинен знати способи виклику газорятівників.

Для ліквідації стихійних лих, виробничих аварій і рятування потерпілих на об'єктах народного господарства у першу чергу залучаються спеціальні підрозділи (газорятівників, пожежників і т. ін.), при необхідності можуть залучатися формування ЦО.

З виникненням аварій робітники і службовці, що входять до складу формування ЦО, зобов'язані негайно прибути на місце збору. Робітники і службовці підприємства, що не входять до складу формувань, повинні бути також готові вести роботи по ліквідації аварії, по спасінню потерпілих на об'єктах.

Ліквідація наслідків стихійних лих і аварій може здійснюватись одночасно на всьому об'єкті або по окремих його ділянках при наявності достатніх сил і засобів. При цьому розпочинають їх у першу чергу там, де необхідно надати допомогу людям, на ділянках, які становлять найбільшу небезпеку.

Перша медична і лікарська допомога надається перш за все потерпілим, що знаходяться у шоківому стані, а також вивільнені з-під уламків завалів. Вивільнення людей з-під великих завалів проводиться з додержанням особливих заходів перестороги, їм надається невідкладна медична допомога на місці з подальшою евакуацією у лікувальні установи.

Виробничим аваріям звичайно сприяють пожежі, що створюють у деяких випадках найбільшу небезпеку. Обстановка в осередку пожежі може створитися досить складна, особливо при наявності руйнувань, завалів, порушення і навіть припинення водопостачання. Боротьба з вогнем пов'язана із рятуванням людей, якщо частина персоналу підприємства опинилася у зоні, охопленій полум'ям. Наявність у виробництві вибухонебезпечних і швидко займистих матеріалів може погіршити становище. Тому до ліквідації пожежі необхідно залучити технічний персонал підприємства, який добре знає

розташування апаратури, що знаходиться під великим тиском, місцезнаходження вибухонебезпечних чи отруйних речовин, а також можливості використання стаціонарних засобів пожежегасіння.

У першу чергу локалізують і гасять ті осередки пожежі, які становлять перешкоду рятувальним роботам і створюють загрозу подальшого поширення вогню.

Особовий склад формувань пожежегасіння повинен суворо дотримуватись правил безпеки, слідкувати за станом будівельних конструкцій, що загрожують обвалом, і не допускати, щоб вогонь оточував працюючих. При сильній задимленості особовий склад, що приймає участь у гасінні пожежі, повинен діяти у протигазах і використовувати інші захисні засоби.

Пожежі впливають на людей дуже сильним психологічним ефектом. Відомо, що паніка серед людей навіть при невеликих пожежах є причиною значних жертв. Знаючи правила поведінки, людина, захоплена цим лихом, у будь-якій обстановці зможе не лише врятувати своє життя, але й надати допомогу у рятуванні інших людей, матеріальних цінностей від вогню.

При самопорятунку і рятуванні інших людей у будинках охоплених вогнем, діяти слід швидко, оскільки основною небезпекою є висока температура повітря, задимлення, можливі обвалення будівельних конструкцій. Палаюче приміщення треба долати, накрившись з головою мокрою ковдрою, цупкою тканиною чи верхнім одягом, крізь сильно задимлене приміщення слід повзти чи рухатись пригинаючись. Двері у задимлене приміщення слід відчиняти обережно, бо швидкий потік повітря викличе спалах полум'я. Ввійшовши у приміщення, де можуть бути люди, слід гукнути їх, відшукуючи потерпілих, треба пам'ятати, що діти від переляку ховаються під ліжко, шафу, забиваються у кутки, в інші місця.

Під час пожежі на людях спалахує одяг. При невеликих ділянках палаючого одягу вогонь може бути погашений шляхом збивання його курткою, рукавицею. Не виключено, що у деяких випадках люди в палаючому одязі

намагаються бігти. Необхідно зупинити їх, накинувши на таких потерпілих будь-яке полотнище, щільно притуливши його до тіла потерпілого. Цим може бути досягнуте припинення припливу повітря до місця горіння і самогоріння.

При виникненні пожежі на виробництві у першу чергу треба повідомити пожежну команду, а потім сміливо вступати у боротьбу з вогнем.

Для гасіння пожеж застосовуються : вода, пісок, вогнегасники і інші підручні засоби. Крім цих засобів треба застосовувати підготовлений протипожежний інвентар, пінні, порошкові і вуглекислотні вогнегасники, а також підручні матеріали, що мають вогнегасну дію.

Бензин, гас, різні органічні масла і розчинники, палаючу електропроводку водою гасити не можна, їх слід гасити за допомогою пінних і порошкових вогнегасників, шляхом засиплення піском і землею, а якщо вогнище пожежі невелике - накрити його брезентовим покривалом, важкою тканиною чи одягом, змоченим водою. Палаючу електропроводку гасити можна лише впевнившись, що з неї знята напруга.

Треба бути уважним при наявності обвислих проводів: не з'ясувавши, що провід знеструмлено, слід вважати його під напругою і вживати відповідні заходи безпеки.

На ряді об'єктів народного господарства здійснюється виробництво, використання, зберігання, а у деяких районах і перевезення сильнодіючих отруйних речовин (СДОР). Це стосується перш за все підприємств хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної та інших споріднених з ним галузей промисловості, підприємств, що мають холодильні установки в яких застосовується як холодильний агент речовини типу аміаку, водопровідних і очисних споруд, що використовують хлор, залізничних станцій, що мають колії рухомого складу для СДОР, а також складів і баз з запасами отрутохімікатів, чи інших аналогічних речовин. Серед СДОР можуть бути: аміак, хлор, окис вуглецю, сірчастий ангідрид, сірковуглець, трихлористий фосфор, фтористий водень та. ін.

У наслідок стихійних лих (наприклад, під час землетрусу , пожежі чи залізничної катастрофи) чи при аварії на виробництві, можливі виливи (викиди) СДОР і пов'язані з ними зараження місцевості і повітря. При цьому не виключені ураження людей, що знаходяться у районах виливу (викиду) СДОР.

Після виявлення викиду в атмосферу СДОР чи розливу її по території слід негайно сповістити всіх, хто може опинитися у небезпечній зоні, включаючи і житловий сектор, який межує з об'єктом.

Робітники і службовці, а у деяких випадках і жителі прилеглих районів на випадок аварії повинні бути забезпечені промисловими фільтруючими протигазами, призначеними для захисту від даного виду СДОР.

Робота по ліквідації аварії у першу чергу спрямована на те, щоб припинити розповсюдження отруйної речовини в атмосферу і розтікання її по місцевості. Для цього потрібно відключити ушкоджену ділянку перекрити крани і інші запірні пристрої. На розриви, що утворилися у ємностях і трубопроводах, накласти пластирі, муфти, у необхідних випадках забити пробки із дерева чи металу, перекачати СДОР з ушкоджених ємностей у справні. Крім того, для збору отруйних речовин необхідно відкопати рови і канали.

Розвідники, як тільки виявлять зараження, визначають концентрацію СДОР , уточнюють зони небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження, позначають їх межу, встановлюють шляхи підходу, характер і масштаби руйнувань, стан людей і обладнання. Район, де відбулася аварія обов'язково оточується, посторонні не допускаються.

Органи ЦО у цей час повинні уважно стежити за метеорологічною обстановкою. Напрямок вітру і температура повітря можуть змінюватись, і це відіб'ється на характері і напрямку розповсюдження отруйних парів.

Не менш важливою турботою при ліквідації зараження є дегазація зараженої території, споруд і устаткування. Як речовини для дегазації можуть бути використані, наприклад, хлор, гашене вапно, лужні відходи промисловості. Застосовують їх найчастіше у вигляді розчинів або кашки.

Усі хто приймає участь у ліквідації аварії, забезпечуються промисловими чи ізолюючими протигазами, захисним одягом, індивідуальними протихімічними пакетами, медичними засобами.

У зонах можливих затоплень на місцевості слід додержуватись встановленого порядку, зайняти підвищені місця. При рятувальних роботах необхідно виявляти витримку і самовладання, суворо дотримуватись вимог рятувальників. Не можна переповнювати рятувальні засоби (катери, човни, плоти), оскільки це загрожує безпеці рятувальників і врятованих. Потрапивши у воду, слід скинути із себе важкий одяг і взуття, відшукати поблизу плаваючі чи підвищені над водою предмети, скористатися ними до отримання допомоги.

У випадку одержання сигналу сповіщення населення про наближення селевого потоку чи зсуву, а також при перших ознаках їх появи, треба якомога швидше залишити приміщення попередити про небезпеку оточуючих і вийти у безпечне місце. Залишаючи приміщення, слід загасити печі, перекрити газові крани, вимкнути світло і електроприлади. Це допоможе відвернути виникненні пожежі. Селеві потоки і зсуви являють серйозну небезпеку при їх раптовій появі. У цьому випадку страшнішим за все є паніка.

У випадку захоплення когось потоком селю, треба надати потерпілому допомогу усіма наявними засобами. Такими засобами можуть бути жердини, канати чи мотузки, що подають рятівники. Виводити врятованих з потоку треба у напрямку потоку із поступовим наближенням до краю.

На кожній ділянці аварійних робіт виставляється охорона і спостерігачі, а біля небезпечних місць встановлюється огорожа і вивішуються плакати з попередженнями про небезпеку.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі було розглянуто процес розробки демонстраційного стенду «розумний будинок» на основі платформи Arduino Uno Rev4. Основна мета дослідження полягала у створенні інтерактивної автоматизованої системи, яка дозволяє ефективно керувати різноманітними електронними пристроями та системами в домашньому середовищі.

Під час створення проєкту було здійснено всебічний аналіз сучасних систем «розумного будинку», що дозволило визначити основні функції, можливості та переваги таких систем. Це стало основою для подальшого проєктування та розробки власної системи.

Проведений вибір платформи Arduino Uno Rev4. Дана платформа є оптимальним рішенням для реалізації подібних проєктів завдяки своїй доступності, гнучкості та великій спільноті користувачів. Це дало можливість швидко знаходити рішення для виникаючих технічних питань.

Також було створено програмне забезпечення для управління системою «розумного будинку», яке забезпечує надійну та ефективну роботу всіх компонентів. Це включає контроль за освітленням, опаленням, вентиляцією та іншими системами.

Проведено розробку схем підключення та інтеграцію всіх необхідних компонентів. Тестування системи підтвердило її працездатність та відповідність поставленим вимогам. Система показала високу ефективність і надійність у управлінні домашніми пристроями.

На основі виконаного дослідження можна зробити висновок, що розроблений демонстраційний стенд «розумний будинок» на основі Arduino Uno Rev4 є ефективним рішенням для автоматизації домашнього середовища. Він забезпечує високий рівень комфорту, енергоефективності та безпеки для мешканців будинку.

Впровадження таких систем у повсякденне життя може значно підвищити якість життя та знизити витрати на енергоспоживання.

Демонстраційний стенд «розумний будинок» на основі платформи Arduino Uno Rev4 є цінним інструментом для освітніх цілей. Він дозволяє студентам отримати практичний досвід роботи з апаратними та програмними компонентами, інтегрувати знання з різних дисциплін, розвивати творчі здібності та навички проєктної діяльності. Вивчення стенду сприяє ознайомленню з новітніми технологіями в сфері IoT та автоматизації, а також підвищує розуміння важливості кібербезпеки. Використання цього стенду в навчальному процесі допомагає підготувати студентів до сучасних технологічних викликів, формуючи висококваліфікованих фахівців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Development of smart home applications based on arduino and android platforms: an experimental work. MDPI. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2673-4052/3/4/29> (дата доступу: 17.05.2024).
2. GitHub – Keyestudio/KS0085-Smart-Home-Kit. GitHub. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://github.com/keyestudio/KS0085-Smart-Home-Kit> (дата доступу: 17.05.2024).
3. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с.
4. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с.
5. Медвідь В.Р., Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 354 с., ISBN 978-966-305-045-4, <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/20504>.
6. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
7. Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.
8. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження частотних характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу

- спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – с. 16. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39207>
9. Трембач Р.Б., Шовкун О.П. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Інформаційно – вимірювальні системи” Модуль І. «Вимірювальна техніка» – Тернопіль: ТНТУ., 2024. – 67 с.
 10. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 3. «Імпульсна техніка, вторинні джерела живлення, основи цифрової електроніки» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 26с.
 11. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 4. «Мікросхемотехніка» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 44с.
 12. Розробка мікропроцесорної системи керування на основі мікропроцесорного комплекту КР580 та на основі ОМЕОМ К1816ВЕ51/ Методичні вказівки для виконання курсового роекту з дисципліни "Електроніка і мікропроцесорна техніка" //Медвідь В.Р, Пісьціо В.П., Микулик П.М. Тернопіль: ТНТУ - 2016. 108 с.
 13. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39206>
 14. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К.

- Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
15. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
 16. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник / Я.Проць, О.Данилюк, В.Савків - ТДТУ. 2005. -264с.
 17. Методичні вказівки з виконання курсової роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : П.О. Марущак , Ю.Б. Капаціла , Р.І. Михайлишин. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. - 75 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26145>
 18. Методичні вказівки по роботі з програмним симулятором "AVR simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 21 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/32136/>.
 19. Методичні рекомендації для практичних занять з курсу «Засади провадження наукової діяльності» / укл. : Дмитрів Олена Романівна, Рогатинський Роман Михайлович. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 112 с., <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/44669>.
 20. Введення в комп'ютерну графіку та дизайн: Навчальний посібник для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка"/Укладачі: О.В. Тотосько, П.Д. Стухляк, А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, Р.З. Золотий - Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023 - 304с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41166>.
 21. Що таке розумний дім: функції, види, складові та екосистеми | Каталог цін Е-Katalog. ek.ua - порівняння, відгуки, ціни в інтернет-магазинах. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ek.ua/ua/post/1990/618-что->

- takoe-umnyy-dom-funkcii-vidy-sostavlyayuschie-i-ekosistemy/ (дата звернення: 17.05.2024).
22. KS0085 keyestudio smart home kit for Arduino - keyestudio wiki. Keyestudio Wiki. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://wiki.keyestudio.com/KS0085_Keyestudio_Smart_Home_Kit_for_Arduino#Project_2:_Breathing_Light (дата доступу: 17.05.2024).
23. Threat Analysis for Smart Homes / G. Kavallieratos et al. Future Internet. 2019. Vol. 11, no. 10. P. 207. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/fi11100207> (дата доступу: 17.05.2024).
24. Кукунін С. Розробка цілісної методології організації систем типу «розумний будинок» в рамках парадигми «інтернету речей». Computer-integrated technologies: education, science, production. 2020. № 38. С. 40–45. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2020-38-06> (дата звернення: 17.05.2024).
25. Fedko A. O., Zelenova I. Y., Tiahunova M. Y. Development and modeling of a smart home system with increased reliability based on arduino. Problems of Modeling and Design Automatization. 2019. Vol. 21, no. 1. P. 23–32. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.31474/2074-7888-2019-1-23-32> (дата звернення: 17.05.2024).
26. Розумний дім. Інтелектуальна система розумного будинку. 360 Protect. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://360view.com.ua/intelektualni-systemy/> (дата звернення: 17.05.2024)
27. Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
28. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. – Суми: Університетська книга, 2000. - 302с.
29. Трембач Р.Б. Теорія електричних та магнітних кіл. Навчальний посібник / РБ Трембач–Тернопіль: ТНЕУ, 2015.
30. Галина Шевчук, Ростислав Трембач. Організація системи «Розумний будинок». Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XIII

- міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2024) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. – С.442-443.
31. Diahovchenko I., Kolcun M., Čonka Z., Savkiv V., Mykhailyshyn R. Progress and challenges in smart grids: Distributed generation, smart metering, energy storage and smart loads. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, 2020. Vol. 44. P. 1319-1333. <https://doi.org/10.1007/S40998-020-00322-8>.
32. Palamar A., Pettai E., Beldjajev V. Control System for a Diesel Generator and UPS Based Microgrid. *Scientific Journal of Riga Technical University. Power and Electrical Engineering*. 2010. Vol. 27. P. 47-52.
33. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017)*, Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.
34. Wieclaw L.; Pasichnyk V.; Kunanets N.; Duda O.; Matsiuk O.; Falat P. Cloud computing technologies in “smart city” projects. In *Proceedings of the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Bucharest: Romania, 21–23 September 2017. pp. 339–342.
35. Yaskiv V. Using of High-Frequency Magnetic Amplifier in Switch Mode DC Power Supplies. *Proceedings of the 35th Annual IEEE Power Electronic Specialists Conference (PESC'04)*, Aachen, 2004. P. 1658–1662.
36. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 344с.
37. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

38. Букетов А. В., Стухляк П. Д., Кальба Є. М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. Тернопіль: Збруч, 2005. 182 с.
39. Драган Я.П., Яворський Б. І., Яворська Є. Б. Концепції і принципи побудови моделей для означення метрологічних характеристик ритміки кардіосигналів. Вісник нац. унів. "Львівська політехніка": зб. наук. пр. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2002. № 443. С. 200-205.
40. Коваль В. П., Івасечко Р. Р., Козак К. М. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2015. № 3. С. 2-10.
41. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
42. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
43. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
44. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
45. Development of Digital Platform to Identify and Monitor the Digital Business Transformation Index, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Dudkin, P., Dudkina, O., International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2020, 2, pp. 171–175, 9322016
46. Information technology to support the digital transformation of small and medium-sized businesses, Mosiy, L., Kozbur, H., Strutynska, I., Mosiy, O., Yatsyshyn, V. CEUR Workshop Proceedings, 2024, 3742, pp. 150–165

47. Analysis of the SMEs' Digitalization State Using HIT Index and Machine Learning Technique, Strutynska, I., Kozbur, H., Dmytrotsa, L., Kozbur, I., Gashchyn, N., Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2023, pp. 332–337
48. Working-Out of Recommendation System to Increase the Digital Maturity Level of Enterprises, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Hlado, O., Sorokivska, O., 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings, 2021, pp. 147–151, 9467978
49. The Unification of Approaches to Measuring the Digital Maturity of Business Structures (International and Domestic Approaches) / Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Melnyk, L., Sherstiuk, R., CEUR Workshop Proceedings, 2021, 3013, pp. 10–23
50. Стухляк П.Д., Букетов А.В. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані ультрафіолетовим опроміненням. Тернопіль: Збруч, 2009. 237 с.
51. Ткачук Р., Яворський Б. Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеною вірогідністю та ефективністю. Вісник Тернопільського державного технічного університету. 2009. №3. С. 102-110.
52. Юзьків А. В., Яворський Б. І. Математичне моделювання електроретинографічних сигналів. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 1997. № 2. С. 40-45.
53. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.
54. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.

55. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський)/ укл.: О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.