

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Проектування комплексної системи «Розумний дім»**
для приватного житлового будинку з урахуванням енергоефективності

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи ЕТм-61
спеціальності 141
електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Матвієшин М. Л.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Бабюк С. М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Коваль В. П.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Коваль В. П.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Шелестовський Б. Г.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 12 » листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Матвієшину Максиму Любомировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи – Проектування комплексної системи «Розумний дім» для приватного житлового будинку з урахуванням енергоефективності

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2025 року № 4/7-966

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Архітектура системи «Розумний будинок», технічні характеристики датчиків, контролера та виконавчих пристроїв, перелік інженерних систем для автоматизації, вимоги до енергоефективності та безпеки, початкові параметри приміщень і режимів їх роботи, а також базові дані щодо можливості інтеграції альтернативних джерел енергії.

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

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Вступ. Компонування системи «Розумний будинок», структурні схеми контролера та модулів розширення, приклади підключення пристроїв і датчиків, схеми роботи виконавчих механізмів, інтерфейси програмного забезпечення, схеми під'єднання систем альтернативної енергетики, принципові схеми керування інженерними мережами, робочі схеми теплоаккумуляції та енергоефективних систем. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		
	Стручок В. С., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.11.2025	
2	Аналітичний розділ	25.11.2025	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	05.12.2025	
4	Проектно-конструкторський розділ	15.12.2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.12.2025	
6	Висновки	20.12.2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2025	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2025	

Студент

(підпис)

Матвієшин М. Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабюк С. М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Матвієшин Максим Любомирович. Проектування комплексної системи «Розумний дім» для приватного житлового будинку з урахуванням енергоефективності.

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Стор.– 66; рис. - 25; табл. - 3; слайдів - __; джерел - 17; додатків - - .

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та моделюванню системи автоматизації управління інженерними комунікаціями індивідуального житлового будинку на основі технології «Розумний дім». У роботі розглянуто принципи побудови системи, її функціональні можливості, апаратну архітектуру, а також економічну доцільність впровадження.

Метою дослідження є розробка енергоефективної системи керування побутовими процесами, що забезпечує комфорт, безпеку та оптимізацію витрат на електроенергію. Об'єктом дослідження виступає індивідуальний житловий будинок, предметом – способи автоматизації його енергозабезпечення.

У роботі здійснено вибір контролера, модулів розширення та елементів комутації, побудовано структурну схему системи, проаналізовано споживання електроенергії та визначено економічний ефект. Наукова новизна полягає в адаптації системи «Розумний дім» до конкретних кліматичних та побутових умов, а також у техніко-економічному обґрунтуванні її впровадження.

Практичне значення роботи полягає у створенні готового рішення для автоматизації житлових об'єктів, що може бути використане в умовах приватного будівництва.

Перелік ключових слів: РОЗУМНИЙ ДІМ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОНТРОЛЕР, ІНЖЕНЕРНІ КОМУНІКАЦІЇ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ, ІНТЕРФЕЙС, МОДУЛІ РОЗШИРЕННЯ, ЕЛЕМЕНТИ КОМУТАЦІЇ, ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Поняття системи «Розумний дім»	8
1.2 Концепція «розумний будинок»	11
1.3 Висновки до розділу 1	17
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Загальна характеристика об'єкту	18
2.2 Моделювання систему для індивідуального будинку.	19
2.3 Висновки розділу 2	30
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	32
3.1 Енергопостачання із застосуванням технології «Розумний дім»	32
3.2 Розробка «Розумної» автоматики у систему теплопостачання	37
3.3 Розробка електрощитової для оселі	42
3.4 Розробка системи автоматизації будинку	49
3.5 Принцип роботи та схема автоматизації «Розумний дім»	51
3.6 Висновки розділу 3	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Заходи з електробезпеки.	56
4.2 Заходи з протипожежної безпеки.	59
4.3 Класифікація надзвичайних ситуацій.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Стан проблеми. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та зростання потреб у комфортному, безпечному й енергоефективному житлі, традиційні системи управління інженерними комунікаціями приватних будинків виявляються недостатньо гнучкими та не здатними забезпечити оптимальне використання ресурсів. Більшість індивідуальних житлових об'єктів функціонують за принципом ручного керування освітленням, опаленням, вентиляцією та іншими системами, що призводить до перевитрат енергії, зниження рівня безпеки та обмеженої адаптивності до змін умов проживання [1].

Особливої уваги потребує питання автоматизації енергопостачання, оскільки саме енергетичні витрати становлять значну частину експлуатаційних витрат будинку. Відсутність інтегрованих систем моніторингу та керування призводить до нераціонального використання електроенергії, а також ускладнює контроль за станом обладнання. Водночас, на ринку з'являється все більше рішень, які дозволяють реалізувати концепцію «Розумного дому», проте їх впровадження потребує техніко-економічного обґрунтування та адаптації до конкретних умов [2].

Актуальність теми. Технологія «Розумний дім» є одним із ключових напрямів сучасної автоматизації, що дозволяє інтегрувати управління всіма інженерними системами житлового об'єкта в єдиний інтелектуальний комплекс. Вона забезпечує не лише підвищення рівня комфорту та безпеки, але й значну економію енергоресурсів. Актуальність теми зумовлена потребою у впровадженні таких систем в умовах приватного житлового будівництва, де власник має змогу самостійно обирати архітектуру управління, типи обладнання та рівень автоматизації [3].

У контексті глобального переходу до енергоефективних технологій, впровадження системи «Розумний дім» дозволяє вирішити низку актуальних проблем: зменшення енергоспоживання, підвищення надійності інженерних

систем, забезпечення дистанційного контролю та адаптації до змінних умов. Це особливо важливо для регіонів із різко континентальним кліматом, де сезонні коливання температури вимагають гнучкого управління опаленням та вентиляцією.

Мета роботи – розробка та техніко-економічне обґрунтування системи автоматизації управління інженерними комунікаціями індивідуального житлового будинку на основі технології «Розумний дім», з урахуванням енергоефективності, кліматичних умов та побутових потреб користувача.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі **основні задачі**:

1. Розкрити поняття та принципи функціонування системи «Розумний дім», проаналізувати її основні компоненти.
2. Змоделювати систему енергопостачання для типового індивідуального житлового будинку, враховуючи основних споживачів електроенергії.
3. Вибрати та обґрунтувати склад обладнання для реалізації проєкту автоматизації, включаючи центральний контролер, модулі розширення та виконавчі пристрої.
4. Розробити принципову електричну схему автоматизованого управління тепловим вузлом на базі погодозалежного контролера.
5. Виконати порівняльний розрахунок споживання електроенергії та фінансових витрат на опалення до та після впровадження системи автоматизації.
6. Розрахувати орієнтовну вартість впровадження проєкту та визначити термін його окупності.

Об'єкт дослідження – система «Розумний дім».

Предмет дослідження – методи та технічні засоби автоматизації управління енергоспоживанням і функціонуванням інженерних комунікацій у межах системи «Розумний дім».

Наукова новизна отриманих результатів: полягає в адаптації системи «Розумний дім» до умов конкретного об'єкта з урахуванням кліматичних особливостей, структури споживання та технічних обмежень. У роботі обґрунтовано вибір апаратної архітектури, розроблено структурну схему системи, а також проведено порівняльний аналіз контролерів і модулів розширення з урахуванням їх функціональності та вартості.

Практичне значення полягає у створенні готового технічного рішення для впровадження системи «Розумний дім» в умовах приватного житлового будівництва. Запропонована система дозволяє знизити витрати на електроенергію, підвищити рівень безпеки та комфорту, а також забезпечити гнучке дистанційне керування всіма інженерними системами будинку.

Апробація. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на науковій конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“, присвячена 180-річчю з дня народження Івана Пулюя та 65-річчю з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (2025), на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (17 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 66 сторінок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Поняття системи «Розумний дім»

Під впливом нових соціальних тенденцій, економічних можливостей та розвитку технічного прогресу поступово змінюється ставлення людини до власного житла. Уявлення про комфорт, функціональність і практичність оселі формуються під впливом способу життя, рівня добробуту, кліматичних умов і національних традицій. На сучасному етапі житловий простір розглядається не лише як місце проживання, а як інтегрована система, покликана забезпечити зручність, енергоефективність і безпеку.

Автоматизація стала невід'ємною частиною сучасного світу, і побут також не залишився осторонь цього процесу. Щодня людина виконує безліч рутинних дій, які можна делегувати техніці. Від керування освітленням до підтримання оптимальної температури — усе це сьогодні здатна виконувати система «Розумний дім», що поєднує автоматизовані пристрої в єдину інтелектуальну мережу.

Поняття «розумний будинок» охоплює сукупність електронних модулів і програмного забезпечення, які забезпечують централізоване керування всіма інженерними системами житла. До таких систем належать водопостачання, опалення, вентиляція, охорона, мультимедійні комплекси тощо. Головна ідея полягає у взаємодії всіх компонентів між собою для створення єдиного автоматизованого середовища.

Структура «розумного дому» включає кілька груп пристроїв, що виконують різні функції:

Засоби керування — смартфони з мобільними додатками, сенсорні панелі, голосові асистенти, персональні комп'ютери тощо.

Компоненти забезпечення роботи системи — блоки живлення, контролери, датчики, маршрутизатори, мультирум-сервери, які координують взаємодію між усіма елементами комплексу.

Виконавчі пристрої — техніка, що реалізує отримані команди: інтелектуальні розетки, світильники, побутові прилади, системи опалення та кондиціонування.

Користувач має можливість індивідуально налаштовувати сценарії функціонування системи залежно від власних потреб. Автоматизація дозволяє контролювати освітлення, температуру, споживання електроенергії, безпеку та інші параметри середовища.

Отже, «Розумний дім» можна визначити як технологічно організоване житло, в якому більшість процесів керується автоматично. Його головна мета — створення безпечного, зручного та енергозберігаючого середовища для людини. Завдяки здатності аналізувати події та реагувати на зміни умов, така система робить побут не лише комфортним, а й ефективним у використанні ресурсів. Схема «Розумного будинку» наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Схема «Розумного будинку»

Якщо стисло окреслити сутність поняття «Розумний дім», то це житловий об'єкт, у якому більшість побутових процесів автоматизовано та адаптовано до потреб і звичок мешканців. Основна ідея цієї технології полягає в автоматизації рутинних дій, які раніше вимагали постійної участі людини.

Функціональні можливості системи «Розумний дім» надзвичайно широкі. Вона здатна виконувати різні дії без втручання користувача: наприклад, заздалегідь підігріти підлогу у ванній перед пробудженням, увімкнути аудіосистему, відрегулювати температуру кондиціонера відповідно до заданих параметрів, підтримати оптимальну вологість у приміщенні та забезпечити низку інших комфортних умов:

1. Система загального управління «Розумний дім»;
2. Дистанційний пульт «Розумний дім» замінить пульти керування від різних відеоаудіопристроїв;
3. Зв'язок між приміщеннями:
 - Можливість селекторного зв'язку усередині одного будинку.
 - Вхідний дзвінок:
 - Увійшовши до будинку, гості запустять відтворення Вашої улюбленої мелодії натиснувши на вхідний дзвінок.
 - Підсистема засобів спілкування «розумного дому»
4. Управління через інтернет:

Для керування та налаштування будинку з офісу, машини і т.д. програма системи "Розумний дім" дозволяє за допомогою електронної пошти передавати необхідні команди. Для цього основна програма поділяється на два незалежні модулі, один з яких знаходиться в будинку і чекає на команди. Інший же знаходиться разом із Вами на вашому робочому комп'ютері.

Дистанційне керування:

Для зручності керування побутовими пристроями в будинку було створено пульт дистанційного керування, що дозволяє поєднувати в собі керування телевізором, відеомагнітофоном, музичним центром, супутниковим ресівером.

Він також дозволяє включати і відключати: освітлювальні прилади, керовані електричні – розетки, різні сценарії освітлення. За допомогою комбінацій кількох кнопок – відкрити ворота, поставити будинок на охорону та вчинити багато інших різних дій.

«Розумний дім» має ряд переваг:

- дозволяє заощаджувати до 10 – 18% електроенергії;
- підвищує комфорт та безпеку.
- є можливість контролювати та керувати системами будинку через інтернет, навіть перебуваючи на великій відстані.

1.2 Концепція «розумний будинок»

Особливу роль у реалізації програм енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності відіграв розвиток ідеї «інтелектуальної» будівлі, з можливістю ефективного використання енергії. Цей напрямок відомий у світовій практиці, як концепція «розумний дім». Концепція «розумного будинку» викликає особливий інтерес у зв'язку із зростанням чисельності міського населення та, відповідно, споживання енергії у житловому секторі.

Система «розумний дім» ґрунтується на економічному використанні ресурсів внаслідок застосування високотехнологічних пристроїв. В даний час такі пристрої частіше є частиною інтер'єру і контролюють життєзабезпечення будівлі. Облік та контроль кожного приладу та обладнання у квартирі дають можливість скоротити обсяги споживання ресурсів, створити комфортні умови у приміщеннях та суттєво продовжити термін служби приладів та систем, забезпечуючи при цьому високий рівень їхньої безпеки.

Нині у зв'язку зі складністю самої концепції «розумний дім», у літературних джерелах існують різні визначення. У нашій роботі ми дотримуємося того, що «розумний дім» – це комплексна інженерна система автоматизованого управління будинком, що включає підсистеми його опалення, кондиціонування, електропостачання, водопостачання, вентиляції,

відеоспостереження, сигналізації, охорони, протипожежної безпеки, телекомунікації. Перелік керованих підсистем та функціональні характеристики комплексної автоматизованої системи загалом відрізняються широкою різноманітністю та визначаються користувачем та рівнем розвитку техніки та інтелектуальних технологій.

Поняття «розумний дім» (англійською мовою «smart house» вперше було запропоновано Вашингтонським Інститутом інтелектуальних будівель у 1970р. Розроблена та впроваджена американськими компаніями X10 та Leviton інтелектуальна технологія управління електроосвітлення,суті,заклала концептуальні засади сучасного «розумного дому».

З метою прискорення розвитку інтелектуальних технологій було створено Electronic Industries Alliance, якому належить авторство розробки Consumer Electronic Bus (CEBus) – шини побутової електроніки. Детальна характеристика стандарту CEBus, що використовується багатьма компаніями при виробництві інтелектуального обладнання, буде наведена у наступних розділах нашої роботи.

Сучасний рівень розвитку інтелектуальних технологій, що використовуються в комплексній системі автоматизації «розумного будинку», характеризується великою різноманітністю способів передачі даних. У підсистемі автоматизованого управління освітленням передачі може використовуватися як електропроводка, і коаксіальний кабель. У підсистемі «клімат контроль» та керуванні цифровими приладами можуть використовуватися кручена пара, радіосигнали або інфрачервоні промені. Комутація різних способів передачі даних (протоколи) забезпечується перетворенням сигналів, що надходять, за допомогою роутерів або спеціальних пристроїв - мостів (data bridges).

Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду реалізації концепції «розумний дім». Огляд літературних джерел показав, що кількість фірм, що пропонують послуги з автоматизації управління споживанням енергоносіїв у квартирах, систематично зростає. Ринок інтелектуальних систем розумних будинків інтенсивно розвивається. З розвитком мобільних технологій

та підвищенням доступності інтернету населення високо оцінює переваги інтелектуальних систем автоматизації управління енергоспоживанням квартири (будинку). В даний час широкого поширення набула комплексна система дистанційного керування системами життєзабезпечення будинку. Наприклад, установка на персональних комп'ютерах спеціального програмного забезпечення дозволяє дистанційно керувати підсистемами освітлення, кондиціонування та опалення, споживанням енергоносіїв у будинку. Це дозволяє не лише підвищити рівень комфорту, а й зменшити витрати на використання енергоносіїв.

Значний сегмент ринку систем «розумного дому» є інтелектуальними продуктами компаній ABB, GIRA, SIEMENS і CLIPSAL. Продукція цих компаній широко представлена і внутрішньому ринку України. Попит на системи «розумний будинок» цих компаній обумовлений широкою різноманітністю виконуваних функцій, простотою їх встановлення та обслуговування.

В Україні та ЄС представлені європейські виробники систем автоматизації життєзабезпечення будинків "BTicino" (Італія) або "In One by Legrand" (Франція). Італійська система My Home є шинною, заснованої на використанні оптоволоконної єдиної мережі для передачі даних. Технологія французької компанії «розумного дому» заснована на передачі інформації з електропроводки або інфрачервоного каналу. Її перевагою є використання існуючих кабелів, немає необхідності у прокладанні спеціального кабелю. В іншому принцип роботи шинної та радіошинної систем схожий: наявність сенсорів (датчики/термостати), що посилають сигнали на контролери, які змінюють режим роботи відповідного електроустаткування.

Характеризуючи попит на інтелектуальні системи життєзабезпечення на нашому ринку, варто відзначити тенденцію до зростання інтересу. Причому підвищений попит (80%) на інтелектуальні системи зумовлений комерційною нерухомістю. Експерти оцінюють це в тому, що термін окупності капітальних вкладень у використання інтелектуальних технологій у будівлях зазвичай

становить від двох до трьох років. Це свідчить про інвестиційну привабливість проектів інтелектуальних будівель.

Оснащення інтелектуальною системою окремої квартири нового житлового будинку суттєво підвищує її вартість, що, відповідно, обмежує платоспроможний попит. Разом з тим, слід зазначити, що інтенсивний розвиток ринку житлового будівництва та зростання конкуренції будівельних компаній-забудовників сприяють активізації процесів використання будівельними компаніями інтелектуальних систем, що забезпечують зниження енергоспоживання.

Слід зазначити різні концептуальні підходи до використання систем «розумний дім» на пострадянському просторі, у Європі та США. Пріоритетною метою автоматизації систем життєзабезпечення у будинках (квартирах) у ЄС та США є енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. Системи «розумний дім» забезпечують власникам суттєву економію електроенергії, тепла, води та, відповідно, ефективне використання сімейних бюджетів. В усьому світі, у тому числі в Україні, пріоритетом автоматизації управління енергоспоживанням у будинках (квартирах) є комфорт та прагнення власника «розумного будинку» підвищити свій імідж.

Платоспроможний попит на інтелектуальні технології управління енергоспоживанням та різні концептуальні підходи визначили й відповідні масштаби поширення «розумних будинків». В Європі вже на початку цього століття інтелектуальні технології використовувалися при будівництві багатоквартирних житлових будинків у спальних районах міст, зведенні нових житлових селищ з індивідуальними будинками в передмістях. В даний час у Європі будівництво «розумних будинків» це вже практика, що склалася, підкріплена відповідними вимогами стандартів і відповідними стимулами.

В Україні у великих містах впроваджено проекти автоматизованих систем управління енергоспоживанням адміністративних та комерційних будівель.

Найважливішою складовою сучасних проектів будівництва житлових та комерційних будівель є автоматизована система управління їхньою безпекою.

Вона включає автоматизацію таких функцій як відеоспостереження, протипожежну безпеку, сигналізацію охорони та інші. У цьому можна створити комплексну систему автоматизації управління безпекою загалом, і автоматизацію її окремої функції.

У системі «розумний дім» для наочності та ефективності виділяють три основні частини:

- 1) безпосередньо пристрої та послуги (програмне забезпечення);
- 2) послуги встановлення та монтажу;
- 3) безпосереднє підключення всіх систем.

Основну фінансову складову та витратну частину на ринку систем «розумний будинок» складає програмне забезпечення (пристрою та послуги).

Сьогодні, ринок інтелектуальних систем управління будинками набагато нижчий за європейський, і знаходиться на початковому етапі. Споживачі лише усвідомлюють зиск як у соціальному плані, так і в економічному аспекті, і відповідно спостерігається підвищення попиту на ринку системи «розумний будинок» як на окремі квартири та заміські будинки, так і на будівництво інтелектуальних будівель. При цьому висуваються підвищені вимоги до адміністративних будівель з комплексною системою автоматизації електропостачання, освітлення, клімату контролю, опалення, вентиляції, відео спостереження, безпеки, а також інформаційних систем.

Вивчення попиту інтелектуальні технології у будівництві будівель показало, що основними бар'єрами у його нарощуванні є:

1. по-перше, обмежений доступ потенційних покупців житла та офісних приміщень до інформації про переваги автоматизації систем їхнього життєзабезпечення;
2. по-друге, недостатній рівень професійної підготовки проектувальників, обмежений доступ до типових інженерних рішень у галузі проектування інтелектуальних приміщень;
3. по-третє, слабка мотивація будівельних компаній використовувати інтелектуальні технології.

Крім того, слід зазначити і такий важливий, хоч і тимчасовий фактор, як відносно низькі ціни та тарифи на енергетичні ресурси у житлово-комунальному господарстві. Найближчим часом прогнозоване зростання попиту на «розумні будинки» збереже і його залежність від доступу до мережі інтернету, що забезпечує автоматизацію управління їхніми системами життєзабезпечення.

У зв'язку з низькою платоспроможністю більшої частини населення попит на інтелектуальні системи життєзабезпечення окремої квартири досить обмежений. У найближчій перспективі ситуація на ринку буде складатися під впливом потреб та можливостей замовника.

На сьогоднішній день на ринку інтелектуальних систем у будинках представлені не тільки європейські, а й українські компанії. Цінові стратегії обладнання, запропоноване цими компаніями, досить привабливі для покупців. Проблематичним залишається низький платоспроможний попит, пов'язаний із програмним забезпеченням та налаштуванням автоматизованої системи, керованої з комп'ютера. Останні характеризуються значними витратами бюджету та обмежує попит середньостатистичного власника житла на інноваційні технології. Як правило, на початковому етапі впровадження та пропозиції люди ставляться з деяким упередженням і довго звикають. Однак, беручи до уваги систематичне підвищення цін на комунальні послуги, ситуація може швидко змінитися. Зростання конкуренції призведе до повсюдного та активного впровадження інтелектуальних систем на стадії будівництва будівель. Експерти зазначають, що економічна ефективність будівництва "інтелектуальних" будівель з нульового циклу суттєво перевищує цей показник при модернізації будівель, що вже перебувають в експлуатації. Якщо використання основних елементів «розумного будинку» відбувається на етапі проектування, то згодом «розумні будинки» можна поєднати між собою. У перспективі результатом поєднання «розумних будівель» стане створення «розумного міста».

Широке поширення системи «розумного будинку» у перспективі забезпечить вирішення проблеми підвищення енергетичної ефективності та

енергозбереження, при цьому підвищиться рівень комфорту та безпеки, знизиться негативний вплив на навколишнє середовище.

1.3 Висновки до розділу 1

У результаті аналітичного дослідження з'ясовано, що система «Розумний дім» є комплексом технічних і програмних засобів, які забезпечують централізоване керування інженерними системами будівлі з метою підвищення енергоефективності, безпеки та комфорту проживання.

Визначено основні складові системи — пристрої керування, забезпечення роботи комплексу та виконання команд. Доведено, що автоматизація побутових процесів дає змогу скоротити споживання електроенергії, оптимізувати використання ресурсів і підвищити рівень безпеки.

Проаналізовано розвиток концепції «розумного будинку» у світовій практиці та тенденції її впровадження в Україні. Виявлено, що основними стримувальними факторами є низька інформованість споживачів, недостатня підготовка фахівців і обмежена мотивація забудовників.

Перспективним напрямом розвитку є інтеграція систем енергозбереження, безпеки, клімат-контролю та мультимедіа в єдину інтелектуальну мережу, що створює передумови для формування «розумних будівель» і «розумних міст».

Отже, впровадження технологій «Розумного дому» сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів, розвитку інноваційного будівництва та покращенню якості життя населення.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальна характеристика об'єкту

Розглянемо типовий малоповерховий житловий будинок з усіма зручностями площею $S = 100 \text{ м}^2$, який можна віднести до будинку садибного типу або котеджної споруди.

Головна перевага індивідуального житлового будинку перед іншими полягає в тому, що в ньому завжди живуть люди. Тут протікають такі життєво необхідні процеси, як: прийом та приготування їжі, сон та відпочинок, особиста гігієна, туалет, зберігання продуктів та речей, догляд за наявними предметами, робота, захоплення, користування інженерними комунікаціями вдома.

Основними споживачами електроенергії є електроприймачі, подані у таблиці 21.

Таблиця 2.1 – Споживачі індивідуального житлового будинку.

Споживач	Потужність, $P, \text{кВт}$	Напруга, $U, \text{В}$
Електрична плита	9.00	380
Водонагрівач	2.00	220
Розеточна група:		
1	3.52	220
2	3.52	220
3	3.52	220
4	2.20	220
5	7.04	220
6	7.04	220
Освітлення	3.07	220
Котел електричний	15.00	380
Тепловий вузол	1.00	220
Тепловий насос	4.00	380
Разом	60.91	220/380

Будинок садибного типу – це традиційна сільська садиба із господарськими спорудами.

Проте безцінною перевагою цього будинку залишається близькість до землі і як наслідок – екологічність способу життя. Тому в найближчому майбутньому котеджний будинок поки не має собі альтернативи.

Індивідуальний житловий будинок відноситься до третьої категорії електропостачання [12] та має габаритні розміри 10,5 м ´ 10,5 м.

2.2 Моделювання систему для індивідуального будинку.

Вибираємо контролер.

Контролер розумного будинку – це апарат, який керує всіма споживачами, приладами, а також надсилає звіт господареві про стан цих споживачів. Керується датчиками температури, повітря, світла контролю систем освітлення, обігріву, кондиціонування. Може бути запрограмований на здійснення різних дій з часом, за тимчасовим графіком. Окрім автономного режиму, з контролером можна зв'язатися через спеціальний інтерфейс (комп'ютерну мережу, мобільний оператор або радіомережа), та керувати вручну приладами. На рис. 2.2 представлені прилади, керовані контролером системи «Розумний дім».

Вибирати контролер необхідно залежно від цього, як хочемо побудувати архітектуру системи управління. Наприклад, є два різновиди системи управління: централізована та децентралізована. В основі централізованої системи управління лежить єдиний високопродуктивний центральний контролер, який керує всіма споживачами (приладами) та інженерними мережами в будинку.

У разі децентралізованого управління інтелектуальна система «Розумний дім» складається з кількох більш простих контролерів, кожен з яких несе функції з керування певною зоною - кімнатою та всіма приладами в ній, окремо

групами освітлення у всьому будинку, певного призначення побутовими приборами тощо (регіональні контролери).



Рисунок 2.1 – Компоненти «розумного будинку»

Центральний контролер для системи «Розумний дім» сучасного зразка є комп'ютером, укладеним у невеликий пластиковий корпус, що має власну ОС (операційну систему), оперативну пам'ять та безліч електронних компонентів комутації (управління) сигналами: електронні реле, тиристорні ключі та ін. Загальний вигляд центрального контролера представлений на рис 2.2.



Рисунок 2.2 – Центральний контролер.

Одна з комплектацій центрального домового контролера системи «Розумний дім» включає: модуль бездротової передачі, USB, COM, Ethernet порти.

Також в залежності від комплектації, може бути вбудований GSM модуль для віддаленого керування через мобільний телефон, Wi-Fi передавач для керування системою з будь-якої точки будинку та графічний сенсорний або кнопочний інтерфейс (ПК екран). Крім того, роз'єм для підключення до комп'ютера та/або мережного обладнання: Ethernet, USB.

Такий контролер здатний керувати інтелектуальною технікою, як: холодильники, мікрохвильові печі, інженерні комунікації і т.д. (якщо в самій техніці передбачена така функція), повідомляючи господареві навіть такі дані, як: температура в холодильнику, вхідні - вихідні дзвінки телефонної лінії та багато іншого.

Як центральний контролер вибираємо Beckhoff CX8080.

Вибираємо модулі розширення

Що таке модулі розширення та зв'язку для системи «Розумний дім»?

Модулі розширення – це пристрої, що підключаються до контролера та розширюють його функціональність. Почасти перехідники, дільники та вимірювальні прилади також є модулями розширення. Такі пристрої можуть бути вбудовані в контролер, що підключаються окремо через спеціально призначений роз'єм або загальний роз'єм Ethernet, USB та інші інтерфейси. Через те, що компанії-виробники систем «Розумний дім» використовують різні системи шифрування передачі даних, при виборі модуля розширення важливо звернути увагу на його сумісність, якщо контролер придбано іншого виробника.

Модулі розширення зв'язку для системи «Розумний дім» являють собою пристрої передачі бездротовим способом. До них відносяться всім відомі Wi-Fi роутери, які підключаються до контролера так само, як і до комп'ютера через Ethernet або USB (є і спеціально «заточені» фірмові модулі зі своєю системою підключення). Рідше використовуються модулі, що окремо підключаються

GSM/GPRS (оскільки зазвичай вони вбудовані), за допомогою яких система «Розумний дім» може зв'язуватися з господарем через СМС - оповіщення на його номер телефону. Існують модулі бездротового зв'язку Bluetooth (радіосигнал) та ІЧ (передача засобами інфрачервоного променя). Загальний вигляд модуля розширення представлений на рис. 2.3.

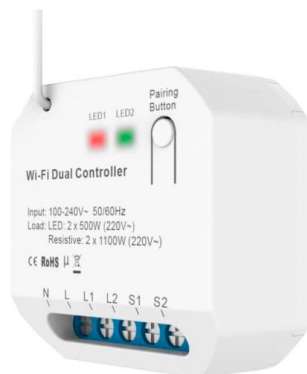


Рисунок 2.3 – Модулі розширення зв'язку для системи «Розумний дім».

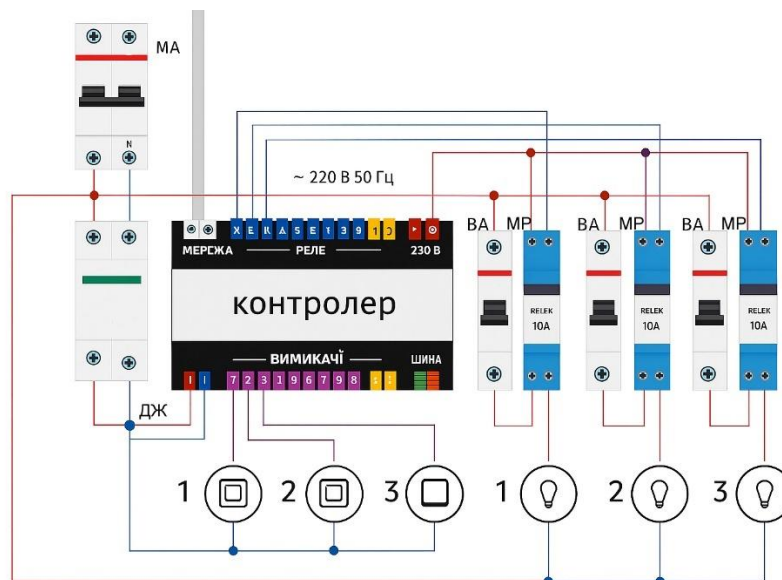
Вибираємо елементи комутації.

Під поняттям комутації електричного кола варто розуміти замикання/розмикання його, а також регулювання напруги та інших параметрів електричного струму. Регулятори напруги (освітлення), перетворювачі/трансформатори, блоки живлення, автоматичні вимикачі та реле – все це елементи комутації, без яких монтаж системи «Розумний дім» (як і будь-якої електропровідної системи), виконаний не може бути. Вони можуть мати вбудований захист від перевантаження мережі та короткого замикання та спрацьовують, розмикаючи коло, таким чином виконуючи захисну функцію. Схема представлена на рис. 2.4.

Автоматичні вимикачі призначені для захисту електропроводки від перевантаження або замикання. Вони підбираються за потужністю, на яку розрахована контрольована ними лінія електропроводки. Для системи «Розумний дім» існують як прості ручні, так і керовані автоматичні вимикачі.

Контрольовані автомати мають спеціальний інтерфейсний вихід на модуль управління, через який головний контролер і господар може ними керувати дистанційно, не заглядаючи взагалі в щитову.

Реле і релейні блоки - це елементи управління силовими колами за допомогою сигналу, що подається від контролера. Сигнал може виглядати у вигляді струму невеликої потужності, як правило 24 В (знов-таки, єдиного стандарту немає, є різні системи та виробники) або іншого сигналу.



ВА – автоматичні вимикачі;

МР – електромагнітні реле;

ДЖ – Джерело живлення.

Рисунок 2.4 – Проста схема системи «Розумний дім»

На відміну від автоматичних вимикачів, реле не мають захисту і механізм замикання/розмикання кола виглядає протилежно: при подачі керуючої на електромагнітну частину, остання приводить в дію якорі і механічним впливом замикає контакти силового кола живлення (220 В). Найелементарніше реле управління однією силовою лінією фази має три входи і один вихід: нуль і фаза управління електромагнітом (24 В), вхід фази силової (220 В) від захисного автоматичного вимикача та вихід її на споживач.

Система управління групами освітлення вміщує прилад дімер (підключають його до контролера також через спеціальний модуль управління). Загальний вигляд дімера представлений на рис. 2.5.

Цей прилад розрахований на керування однією або декількома групами живлення освітлення та керується за допомогою контролера в автоматичному

режимі або дистанційно господарем, що є зручно. Ще перевага димера – через нього контролер може контролювати яскравість освітлення, керуючись даними рівня освітленості, отриманими з датчиків світла.



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд димера.

Вибираємо датчики та сенсори.

Ці пристрої- як органи нюху та дотику для людини: вони дають уявлення про те, що відбувається в навколишньому середовищі. Завдяки сучасним вимірювальним приладам, датчикам і сенсорам (яких різноманітність на сьогодні дуже велика), на контролер системи «Розумний дім» надходять дані про температуру, вологість, ступінь освітленості та атмосферний тиск зовні та всередині приміщення. Датчики з елементарними функціями представлені на рис. 2.6.

Є контрольно-вимірювальні прилади для контролю стану інженерних комунікацій: тиску та обліку витрати води та витoku газу з електронним інтерфейсом, що дозволяє передавати ці дані інтелектуальної системи розумного будинку, яка будуватиме звіти та надсилатиме їх господареві.

Контролер отримує ці значення, обробляє їх і, відповідно, посиляє сигнал про включення/вимкнення груп освітлювальних приладів, а також регулювання рівня освітлення (за наявності димера). Приблизно аналогічна система, тільки з різними робочими елементами, є в датчиках контролю температури (на підставі їх даних інтелектуальна система «Розумний будинок» керує обігрівом), руху і

шуму (світло, сигналізація), витоку газу та води (управління клапанами, що перекривають газ та воду) та багато іншого.

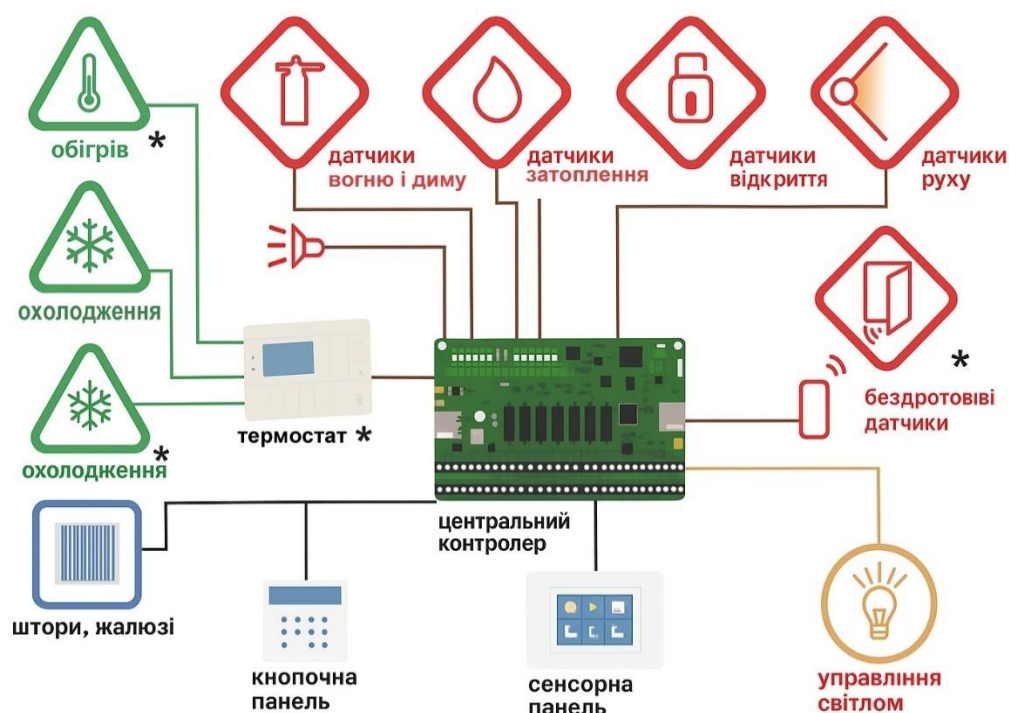


Рисунок 2.6 – Датчики з елементарними функціями

Датчики та сенсори цифрові нового покоління мають розширений функціонал та є інтелектуальними пристроями. Наприклад, сучасні багатофункціональні датчики руху, здатні не просто виводити дані на контролер у двох параметрах: 1 (так, є рух) або 0 (ні, немає руху). Загальний вигляд датчика контролю представлений на рис. 2.7.

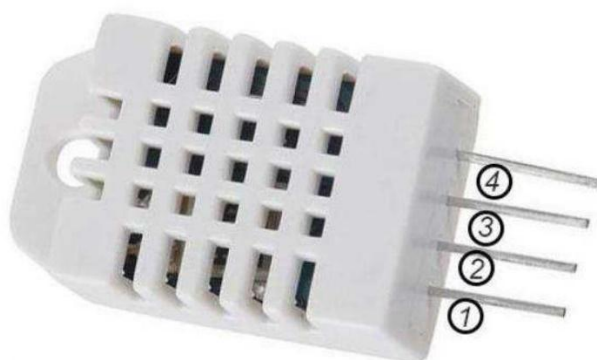


Рисунок 2.7 – Цифровий датчик контролю вологості повітря.

У таблиці 2.2 представлені контакти та значення цифрового датчика.

Таблиця 2.2 – Контакти та значення цифрового датчика.

Контакт	Значення
1	VCC
2	DATA
3	Не використовується
4	GND

Вони здатні вимірювати відстань від датчика до мети, що рухається, засікати затримки при пересуванні об'єкта і багато іншого. Все це обробляється вбудованим датчиком мікропроцесором і подається на контролер у вигляді цифрових сигналів. Варто відрізнити датчики від контрольно-вимірювальних приладів: датчики та сенсори засікають події, а контрольно-вимірювальні прилади засікають фізичні величини вимірюваного тіла, об'єкта (швидкість, вага, об'єм тощо).

Контрольно-вимірювальні прилади – це складніші на відміну від простих аналогових сенсорів апарати, які вміщують у собі нові технології «Розумний дім» та контролюють широкий діапазон параметрів, надають їх фізичні одиниці виміру. Цифрові барометри, лічильники води та газу, тієї ж напруги – все це контрольно – вимірювальні прилади.

Контрольно-вимірювальний прилад температури та витрати гарячої води представлений на рис. 2.8.



Рисунок 2.8 – Контрольно-вимірювальний прилад температури та витрати гарячої води

На відміну від аналогових приладів та датчиків, сучасні цифрові мають власну систему обчислення на основі простого мікропроцесора; вони обробляють сигнали і готовому вигляді подають дані на контролер розумного будинку, цим частково розвантажуючи його процесор. Як середовище передачі даних цифрові контрольно-вимірювальні прилади та датчики використовують спеціальний інтерфейс.

Вибираємо систему керування.

Які бувають елементи та способи керування системою «Розумний дім»?

Управління системою інтелектуального «Розумного дому» може здійснюватися двома способами: бездротовим локальним, віддаленим

бездротовим. Пристрої керування йдуть у комплекті із системою - це графічні панелі керування із сенсорним або кнопковим введенням, пульти із приймачами, налаштованими на певну частоту. Пристрої, що не йдуть у комплекті, як мобільні компактні комп'ютери (смартфони, планшети) налаштовуються за допомогою спеціального програмного забезпечення для керування віддаленим способом через всесвітні інформаційні мережі. Приклад дистанційного керування наведено на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 – Приклад управління системи «Розумний дім» дистанційним пультом

Бездротовий локальний спосіб керування з обмеженим радіусом здійснюється за допомогою пристроїв керування через локальний (місцевий) радіосигнал, Wi-Fi або Bluetooth бездротові радіомережі. У принципі, у такий спосіб можна керувати системою з будь-якої точки будинку і навіть перебуваючи на присадибній ділянці неподалік. Однак у великих будинках, можливо, знадобляться додаткові радіоточки, підсилювачі бездротового сигналу. Управління здійснюється пультами, сенсорними панелями, мобільними пристроями (смартфонами, планшетами, ноутбуками), які мають вбудований або підключений ззовні передавач тієї чи іншої мережі Wi-Fi, Bluetooth або радіочастотного сигналу.

Загальний вид програмного забезпечення контролю показників і приладів, підключених до системи «Розумний дім» представлений на рис. 2.10.

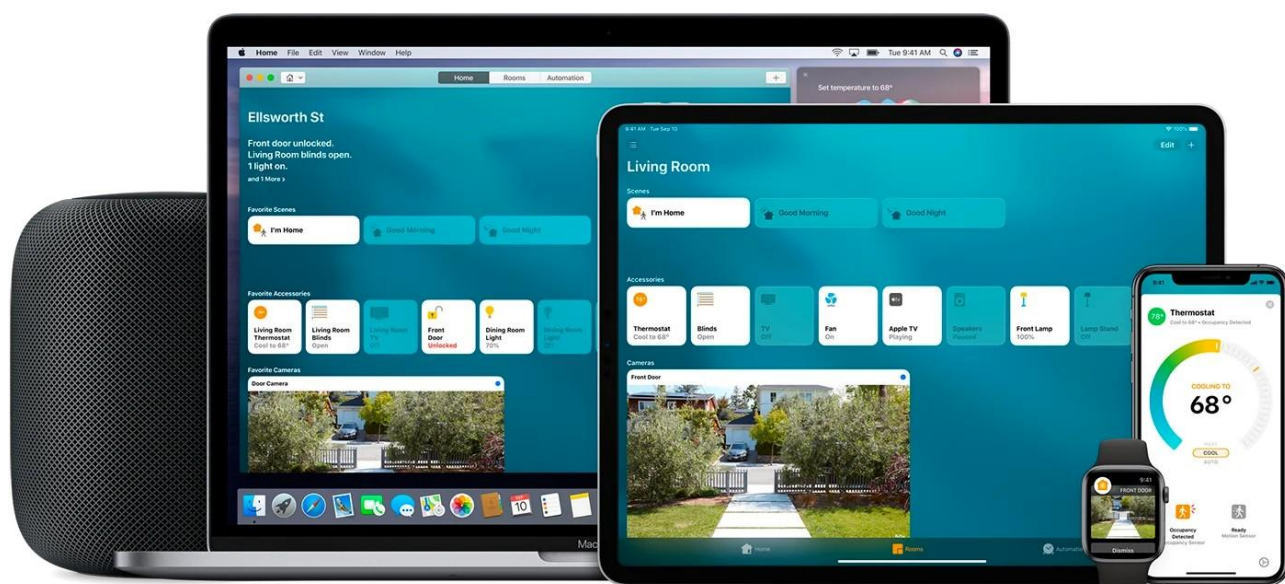


Рисунок 2.10 – Програмне забезпечення для контролю показників та приладів, підключених до системи «Розумний дім»

Бездротовий віддалений спосіб керування доступний, якщо здійснено монтаж системи «Розумний дім» до глобальних мереж або модулів розширення зв'язку, що забезпечують доступ до них. До таких мереж можна віднести GSM/GPRS (управління засобами мобільного зв'язку), мобільний інтернет, спеціальний виділений радіосигнал. Наявність виходу в GSM/GPRS мережу дає можливість системі надсилати повідомлення на номер телефону власника

будинку. Також можливе керування через голосове меню. Засоби для управління системами розумного будинку через глобальні мережі – це, як правило, смартфони, а також планшети та ноутбуки із вбудованими модулями-передавачами для мобільного інтернету.

Вибираємо виконавчі механізми.

На відміну від реле, які можна назвати виконавчими елементами (подача команди – реле замикає/розмикає коло), виконавчі механізми, якими керує інтелектуальне обладнання системи «Розумний дім», є складними електромеханічними виробами, приладами, розрахованими на випробування високих механічних навантажень. Об'єкти, які можна вбудувати виконавчі механізми представлені на рис. 2.11.

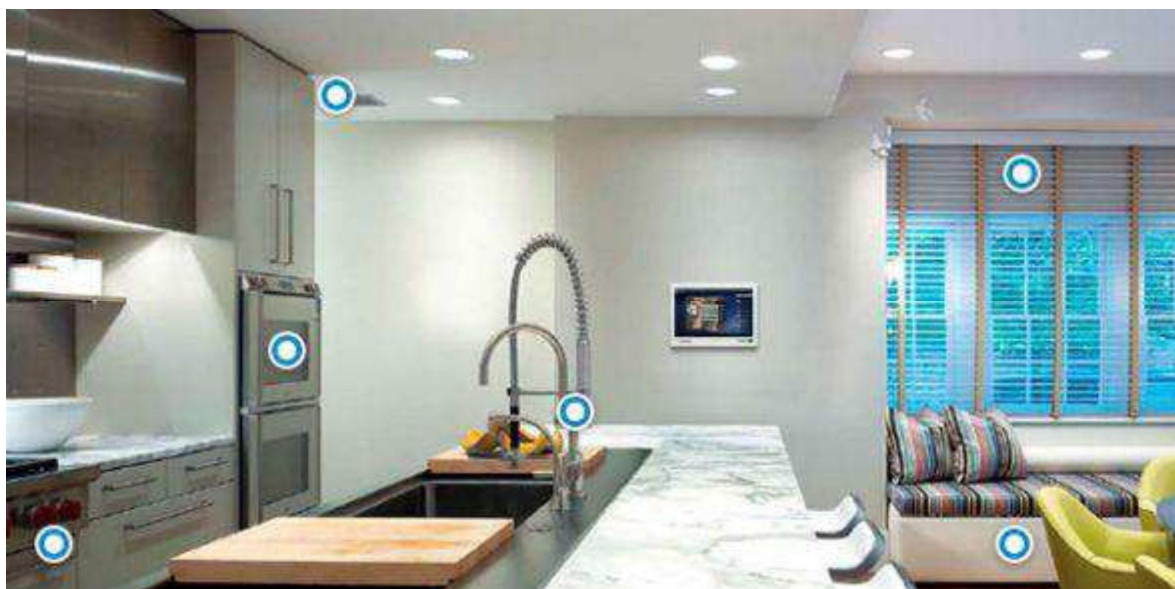


Рисунок 2.11 – Об'єкти, в які можуть бути вбудовані виконавчі механізми системи «Розумний дім»

Електромеханічні приводи відкриття/закриття: воріт, хвіртки, дверей, вікон, жалюзі та штор; вбудовані в меблі електромеханічні деталі, що роблять її моторизованою. У комплекті вони можуть мати інтерфейс підключення та пульт ДК.

У розвинених моделях приводів є елементарні системи автоматизованого управління: вбудовані датчики та можливості налаштування швидкостей та крайніх положень відкриття/закриття. Сьогодні найчастіше зустрічаються

автономні приводи для штор та жалюзі, якими не керує інтелектуальна система «Розумний дім»: керовані з пульта інфрачервоного передавача, які не мають жодного зв'язку з контролером розумного будинку. Тим не менш, такі пристрої також вважаються окремими елементами розумного будинку.

Клапани низького, середнього та високого тиску – це простіші механізми для керування водопровідними мережами. Клапани застосовуються в системах контролю: водні – контроль водозабезпечення, теплофікаційні – контроль витрати теплоносія. Загальний вигляд клапана води, керований системою «Розумний дім», представлений на рис. 2.12.



Рисунок 2.11 – Клапан води, керований системою «Розумний дім».

2.3 Висновки розділу 2

У розрахунково-дослідницькому розділі було виконано аналіз принципів побудови системи «Розумний дім» для індивідуального житлового будинку та здійснено вибір основних технічних елементів і компонентів системи. Розглянуто структурні особливості типового будинку садибного типу, визначено основних споживачів електроенергії та сформовано схему енергозабезпечення.

У ході роботи було здійснено підбір центрального контролера Beckhoff CX8080, модулів розширення, елементів комутації, а також системи датчиків і

сенсорів, необхідних для забезпечення повноцінного функціонування автоматизованого керування. Визначено принципи організації комунікацій між приладами, вибрано оптимальні типи зв'язку (дротові й бездротові) та типи управління — локальне і дистанційне.

Досліджено алгоритм взаємодії контролера з виконавчими механізмами системи, такими як реле, димери, електромеханічні приводи, клапани та пристрої автоматизованого керування інженерними мережами. Показано, що застосування таких рішень дає змогу підвищити енергоефективність, комфорт і безпеку житлового простору.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Енергопостачання із застосуванням технології «Розумний дім»

Одним з найважливіших елементів серед усіх інженерних комунікацій житлового будинку є енергопостачання.

Для безперебійної та безпечної роботи систем водопостачання, опалення, побутових приладів та освітлення знадобиться виключно грамотний підхід у питаннях організації електропостачання будинку.

Для енергопостачання приватного житлового будинку застосовують як загальноприйняті джерела енергії, як енергія централізованих котелень, електростанцій, джерел забору питної води, так і альтернативні: енергія світла і вітру.

Як джерела використання енергії світла чи сонця, широке застосування знайшли сонячні батареї. На рис. 3.1 наведено приклад використання сонячних панелей.

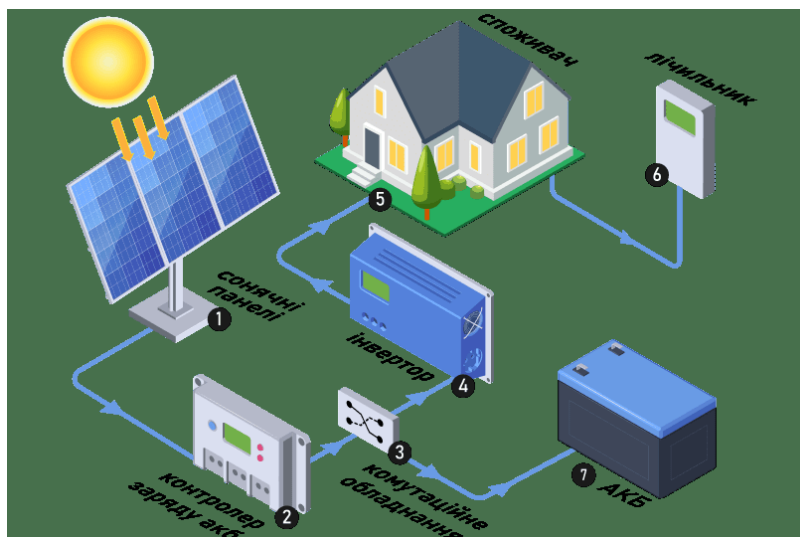


Рисунок 3.1 – Приклад використання сонячних панелей

Сонячні батареї є пристроями, які збирають світлову енергію сонячних променів і перетворюють її в електричний струм.

Для отримання електричного струму необхідних параметрів необхідно встановити допоміжне обладнання: інвертора, акумулятори, контролера. Перші

перетворюють постійну напругу на змінну, вона повинна відповідати аналогічним показникам електрики на 220/380 В з централізованої мережі. Щоб користуватися всіма перевагами електростанції, потрібно накопичувати надмірну енергію з метою майбутнього корисного застосування.

До переваг вищеописаного різновиду автономного електропостачання будинку відносять:

- автоматичний режим роботи;
- відсутність додаткових витрат;
- екологічність;
- не потрібен паливний запас.

Недоліки:

- ефективність установки залежить від активності сонця, території розміщення системи, пори року;
- велика вартість обладнання;
- періодичність функціонування, яка залежить від наявності ясного сонячного світла;
- панелі займають багато місця, їх потрібно встановлювати на відкритій ділянці.

Другим за значимістю застосування альтернативних джерел енергії використання енергії вітру. Як джерела використання енергії вітру (рис. 3.2) широке застосування знайшли вітрогенератори.



Рисунок 3.2 – Приклад використання вітрогенераторів.

Аналогічно сонячним панелям, коштують вони дорого, але при цьому відрізняються більшою компактністю. Вітряки та електрогенератори на пальному певною мірою схожі, хоча перші функціонують внаслідок обертання лопат вітром, другі – завдяки роботі двигуна. Схожість вітрових установок з батареями, що працюють на сонячній енергії, полягає в необхідності використання точно таких же елементів: акумуляторів, контролера, інвертора.

Для отримання максимальної потужності вітряні генератори повинні розташовуватися вздовж вітрового потоку.

Основні плюси вітрогенераторів:

- доступна собівартість одного кіловата електроенергії;
- ремонтпридатність;
- установка не потребує великої площі.

Недоліків у вітрових генераторів значно більше:

- нестабільність одержання енергії (не завжди є сильний вітер);
- складність обслуговування (через розміщення на піднесенні);
- шумність;
- створення перешкод, які впливають функціонування засобів зв'язку;
- необхідність розташування вдалині (понад 20 м) від споруд.

Також останнім часом знаходять своє вживання пристрою, які мають можливість використання внутрішньої енергії води. До таких пристроїв відноситься тепловий насос (рис. 3.3), який використовується як джерело вироблення теплової енергії для гарячого водопостачання та опалення будинку.

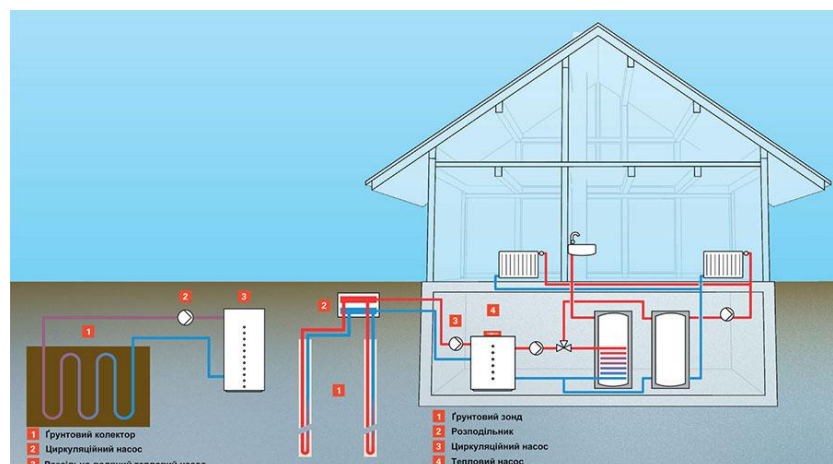


Рисунок 3.3 – Приклад використання теплових насосів.

Тепловий насос – пристрій для перенесення теплової енергії від джерела до споживача. Тепло мимоволі передається від гарячого тіла до холодного. Насос передає тепло у зворотному напрямку.

Конструкція складається з компресора, розширювального теплового клапана, випарника і конденсатора. Принцип роботи пристрою для обігріву будинку ґрунтується на тому, що речовина (холодильний агент) може віддавати теплову енергію або забирати її в процесі зміни стану.

У теплового насоса є переваги та недоліки його роботи.

До головних плюсів теплового насоса належить:

- невелика витрата електрики на опалення будинку;
- відсутність необхідності регулярного огляду та технічного обслуговування, що робить витрати на експлуатацію теплового насоса для опалення мінімальними;
- допускається монтаж у будь-якій місцевості.
- опалення будинку здійснюється в автоматичному режимі. Не потрібно додавати паливо або проводити інші маніпуляції, наприклад, у випадку з котельним обладнанням;
- відсутність забруднення навколишнього середовища шкідливими газами та речовинами.
- можливість експлуатації навіть за умов холодної зими

Як і будь-який пристрій, теплові насоси мають певні недоліки:

- Висока вартість обладнання.
- при роботі теплового насоса температура ґрунту, розташованого навколо трубопроводу з теплоносієм, знижується. Це стає причиною загибелі деяких мікроорганізмів, що беруть участь у функціонуванні довкілля.

Постачання приватних будинків електроенергією зазвичай забезпечується централізовано, за основним електричним введенням. При відсутності електроживлення на основному введенні всі споживачі електричної енергії відключаються. При цьому, на відміну від квартири, у приватному будинку відключаються також і всі системи життєзабезпечення, включаючи опалення та

водопостачання. І, якщо без «світла» можна прожити, то без опалення (особливо взимку) важко. Тобто для приватного будинку постійна наявність напруги живлення є практично завданням життєзабезпечення.

Для цілей забезпечення постійного електроживлення будинку (особливо систем життєзабезпечення) за відсутності («зникнення») централізованого електропостачання (основний ввід), призначено резервне електропостачання.

Резервне електропостачання являє собою систему з одного або декількох допоміжних джерел електрики, як яких може використовуватися як додаткове введення центральної мережі, так і альтернативні джерела.

Для приватних будинків, у яких передбачається лише одне (основне) введення електрики, резервне електропостачання забезпечується додатковими джерелами електроенергії, незалежними від основної мережі (автономними).

Інтелектуальне управління електричною мережею будинку засноване на використанні даних від багатьох датчиків для моніторингу погодних умов, внутрішньої температури, навантаження та її управлінням для електропостачання електричних приладів та пристроїв. Розумні лічильники вимірюють споживання енергії в будинку, у тому числі кількість енергії, яку споживають окремі прилади.

Дані з датчиків та лічильників завантажуються в комп'ютер, на якому працює програмне забезпечення з алгоритмами на основі штучного інтелекту для оптимізації споживання.

Smart Grid (Інтелектуальна мережа):

Smart Grid: Контрольний центр;

Smart Grid: Управління енергією;

Акумулятори енергії в інтелектуальних мережах;

Режим автономної роботи інтелектуальних мережах.

Розподілена генерація енергії сприймається як виробництво енергії лише на рівні розподільчої мережі чи за споживача, включеного до мережі. Поняття розподіленої генерації енергії поширюється як у електроенергетичні системи, і на системи тепlopостачання. У випадку «розподілена» генерація - вироблення

електроенергії тепла за місцем її споживання. Відсутність мережі виключає втрати (і витрати) на передачу електроенергії та тепла. При цьому мається на увазі наявність безлічі споживачів, які виробляють теплову та електричну енергію для власних потреб, спрямовуючи надлишки у загальну мережу.

У розумних мережах здійснюється постійний обмін даними між джерелом, споживачем та накопичувачем енергії. Це дозволяє більш ефективно використовувати електромережу та краще контролювати децентралізовані відновлювані джерела енергії. Таким чином, можна зменшити споживання зовнішньої електроенергії.

Сучасні інформаційні та комунікаційні технології дозволяють обмінюватись даними в мережі між різними компонентами системи Smart Grid. Таким чином, дані про навантаження передаються через інтелектуальну мережу, яка інформує постачальника про поточне споживання енергії та поточну продуктивність децентралізованих джерел.

Інтелектуальне управління навантаженням спрямоване на зниження або запобігання ризику нестабільних умов мережі та підвищення загальної ефективності інфраструктури.

Такі пристрої, як вітрогенератори та сонячні панелі, не є частиною інтелектуальної мережі. Така мережа включає технологію, яка дозволяє нам інтегрувати, взаємодіяти з цими та іншими інноваційними пристроями і розумно керувати ними.

На побутовому рівні інтелектуальна мережа повинна бути простою в установці та експлуатації, дозволяючи споживачам легко керувати установками, що генерують і споживають енергію, в будинку.

3.2 Розробка «Розумної» автоматики у систему тепlopостачання

На рис. 3.4 зображено принципову схему теплового вузла для тепlopостачання житлового будинку.

У цій схемі є два напівзалежні контури з окремими циркуляційними насосами, що включаються від сигналу з контролю температур від погодозалежного контролера, бака акумулятора, що має можливість акумулювати гарячий теплоносі, а також двох керованих триходового клапана, які керують потоком теплоносія по «прямій» воді на виході опалювальний котел.

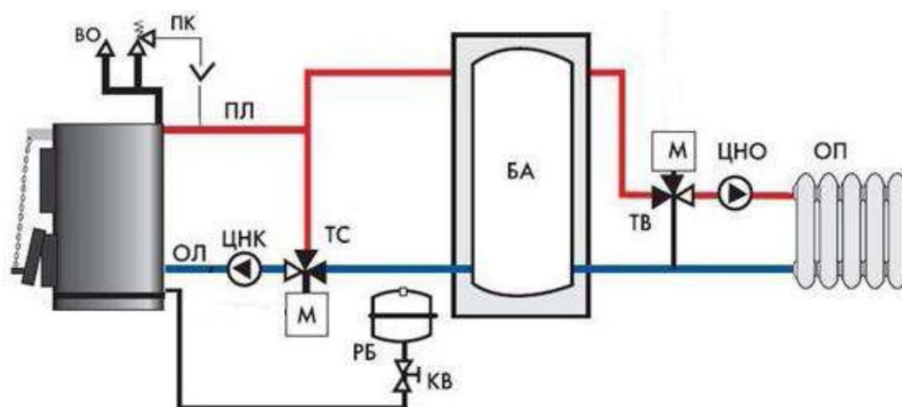


Рисунок 3.4 – Принципова схема з теплоакумулятором

Розглянемо порядок роботи системи:

Для запуску системи вмикається циркуляційний насос, встановлений у трубопроводі між котлом та теплоакумулятором.

Холодна робоча рідина з нижньої частини ТА подається в котел, нагрівається в ньому і надходить до його верхньої частини.

У зв'язку з тим, що питома вага гарячої води менша, вона практично не поєднується з холодною водою і залишається у верхній частині буферної ємності, поступово заповнюючи її внутрішній простір за рахунок відбору насосом холодної води в котел.

При включенні циркуляційного насоса, встановленого в прямій магістралі системи між приладами опалення та акумуляторним баком, холодний теплоносі починає надходити в нижню частину ТА, витісняючи гарячу воду з верхньої його частини в магістраль, що подає.

При цьому гаряча робоча рідина надходить до всіх опалювальних приладів.

Необхідний об'єм тепла для обігріву приміщень автоматично регулюється кімнатним датчиком температури, сигнал від якого надходить у погодозалежний контролер, який у свою чергу керує роботою триходових клапанів, встановлених на виходах із ТА в обох магістралях. При досягненні в кімнаті заданих параметрів температури датчик видає сигнал на погодозалежний контролер, який визначає ступінь впливу на електропривод триходових клапанів, які обмежують подачу гарячого теплоносія в систему, перенаправляючи його назад в ТА.

Перед обігрівачем в такому випадку стоїть наступне завдання: нагріти запас теплоносія, що є в ТА, до максимально можливої температури порядку 90 - 95°C.

Якщо поставити ТА у свій будинок, це може істотно знизити витрати на електроопалення.

Справа в тому, що поряд із звичайною формою оплати електропостачання існує так звана багатотарифна, яка передбачає різну вартість електроенергії, як вдень, так і вночі.

Денний тариф – звичайний, проте нічний – в 2 рази нижче.

Перейшовши на таку форму оплати, можна експлуатувати електрокотел лише вночі, опалюючи будинок у піковий період за рахунок накопиченого у ТА тепла.

Основним елементом автоматизації управління тепловим вузлом і вбудовування першого в загальну систему управління «Розумний дім» є прилад, який може одночасно зчитувати інформацію з датчиків температури, як з датчиків положення відкриття триходових клапанів, так і управління останніми з одночасним управлінням циркуляційними насосами.

У роботі використовуємо погодозалежний контролер TESH ST-408N.

На рис. 3.5-3.6 зображені схеми: електрична принципова та вторинних кіл, керування тепловим вузлом індивідуального житлового будинку із застосуванням погодозалежного контролера TESH ST-408N.

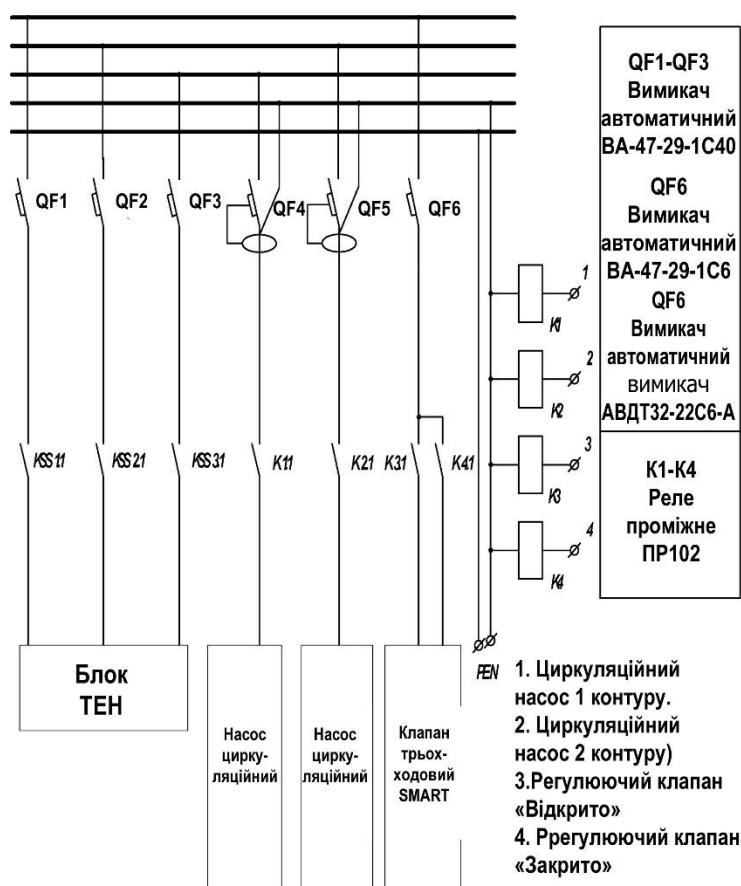


Рисунок 3.5 – Принципова електрична схема керування тепловим вузлом

Основні елементи схем загалом:

- *KQC1* – реле дистанційного контролю та включення через GSM зв'язок;
- *KSQ1* – погодозалежний контролер;
- *KMT1* – реле часу добове;
- *KMT2* – реле часу астрономічне;
- *KSS1...KSS3* – реле комутаційне твердотільне;
- *SK1* – термовимикач;
- *K1... K4* – реле проміжне;
- *QF1..QF3* – автоматичний вимикач;
- *QF6* – автоматичний вимикач;
- *QF4; QF5* – диференційний автоматичний вимикач.

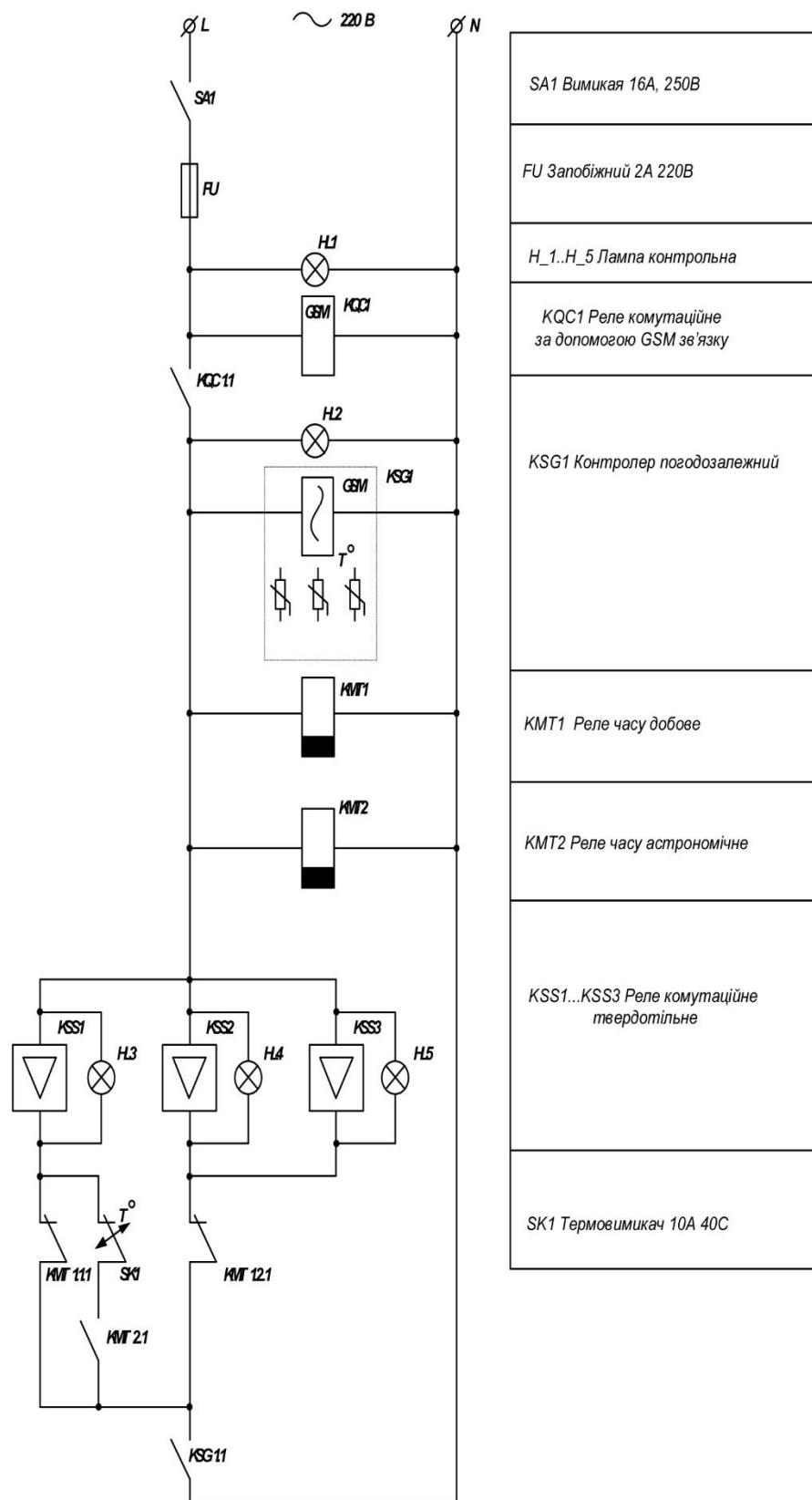


Рисунок 3.6 – Електрична схема вторинних кіл керування тепловим вузлом

Логіка роботи управління заснована на аналізі інформації про температуру зовнішнього повітря, температури теплоносія, температури всередині приміщення, а також інформацію про дату роботи.

У погодозалежному контролері є внутрішні комутаційні ключі, які відповідають за увімкнення/вимкнення циркуляційних насосів 1 і 2 контуру, положення регулювального триходового клапана та увімкнення або вимкнення навантаження опалювального котла.

Реле дистанційного контролю включення через GSM зв'язок дистанційно дає можливість вимикати або вмикати живлення на схему загалом, а також отримувати інформацію про температуру на будь-який мобільний телефон.

Реле часу добове є здвоєним добовим таймером і відповідає за примусове регулювання потужності, виходячи з роботи котла в денні години, або нічного періоду, з синхронізовано з приладом обліку електроенергії за «двобонною» схемою обліку споживання електроенергії.

Реле часу астрономічне відповідає за положення дії захисту від розморожування в холодний період, примусово підтримуючи температуру теплоносія через термовимикач.

Комутують включення-відключення ТЕН сучасні твердотільні реле.

3.3 Розробка електрощитової для оселі

Наступним етапом роботи є вибір відповідного типу та виду електрощитової, яка найкраще задовольнить поставлені технічні вимоги. Оскільки існує значна кількість варіантів щитів, спершу потрібно підрахувати сумарну кількість раніше підібраних апаратів захисту та внести отримані дані до таблиці 3.1. Для зручності подальшого проєктування і монтажу раціонально розподілити всі електроприймачі за окремими контурами.

Перший контур включатиме освітлення — як внутрішнє, так і зовнішнє (крім гаража, для якого передбачено окремий розподільний пункт). До цього ж контуру відносимо розеткову групу, систему пожежної сигналізації та охоронні

прилади. Розеткова група охоплює побутові пристрої, які тимчасово під'єднуються до електромережі. Для живлення цього контуру вибрано кабель *ВВГ 3' 2,5 мм²* та автоматичний вимикач із номінальним струмом 16 А. У результаті перший контур міститиме п'ять ліній живлення і відповідно п'ять апаратів захисту.

До другого контуру належать споживачі, які у своїй роботі використовують воду: бойлер, свердловинний насос, пральна машина, посудомийна машина та тепловий насос.

Третій контур утворюють електроприлади, що застосовуються під час приготування їжі.

Таблиця 3.1 – Вибір автоматичних вимикачів для будинку

№ з/п	Електроприлад	Потужність, <i>Вт</i>	Струм, <i>А</i>	Тип вимикача	Кількість вимикачів
1 контур					
1	Внутрішнє освітлення	2.2	484	<i>ВА - 47 - 1</i>	1
2	Зовнішнє освітлення	0.16	35.2	<i>ВА - 47 - 1</i>	1
3	Розеточна група	-	-	<i>ВА - 47 - 16</i>	1
4	Пожежна сигналізація	0.3	66	<i>ВА - 47 - 4</i>	1
5	Охорона сигналізація	0.32	70	<i>ВА - 47 - 4</i>	1
2 контур					
1	Бойлер	9.09	2000	<i>ВА - 47 - 10</i>	1
2	Насос	2.73	600	<i>ВА - 47 - 3</i>	1
3	Пральна машина	3.31	730	<i>ВА - 47 - 4</i>	1
4	Посудомийна машина	4.09	900	<i>ВА - 47 - 6</i>	1
3 контур					
1	Електроплита	27.27	6000	<i>ВА - 47 - 10</i>	1
2	Електропіч	8.18	1800	<i>ВА - 47 - 10</i>	1

Підсумовуючи дані таблиці 3.1, загальна кількість автоматичних вимикачів становить 12 штук.

Для контролю електричних параметрів, таких як напруга та струм споживання, передбачено встановлення цифрового ватметра, який поєднує функції вольтметра та амперметра.

Важливою складовою системи електробезпеки є пристрій захисного вимкнення (ПЗВ), що запобігає ураженню електричним струмом користувачів. Його необхідно враховувати під час вибору захисної апаратури. Відповідно до вимог пункту 7.1.8.2 ПУЕ, струм витоку для групових ліній, що живлять розеткові кола або приміщення з підвищеною небезпекою, має бути не більше 30 мА.

У таблиці 3.2 представлено зведені дані щодо кількості автоматичних вимикачів, передбачених для розподільчого пункту, який розташовується в приміщенні гаража. Схему розміщення РП відображено на рисунку 3.6, де показано його просторове положення відносно інших елементів електромережі.

Відповідно до вимог пункту 7.1.48 «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ), у ванних кімнатах допускається монтаж штепсельних розеток за умови, що їхнє підключення до мережі здійснюється виключно через пристрій захисного вимкнення (УЗО) або інший засіб захисту, який реагує на диференційний струм, величина якого не перевищує 30 мА. Такий захід необхідний для забезпечення електробезпеки користувачів у приміщеннях із підвищеною вологістю.

Крім того, згідно з пунктом А.4.15 нормативного документа СП 31-110-2003, для санітарно-побутових приміщень – зокрема ванних, душових та туалетів – рекомендується застосування ПЗВ з номінальним диференційним вимикаючим струмом до 10 мА, якщо ці приміщення забезпечуються окремою лінією живлення. Такий підхід дає змогу підвищити рівень захисту людей від можливого ураження електричним струмом та зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій у побутових електромережах.

Таблиця 3.2 – Вибір автоматичних вимикачів для гаража

№ з/п	Електроприлад	Потужність, <i>Вт</i>	Струм, <i>А</i>	Тип вимикача	Кількість вимикачів
1	Освітлення	222	0.96	ВА - 47 - 0,1	4
2	Верстат	1500	6.81	ВА - 47 - 10	
3	Розеточна група	~	~	ВА - 47 - 16	

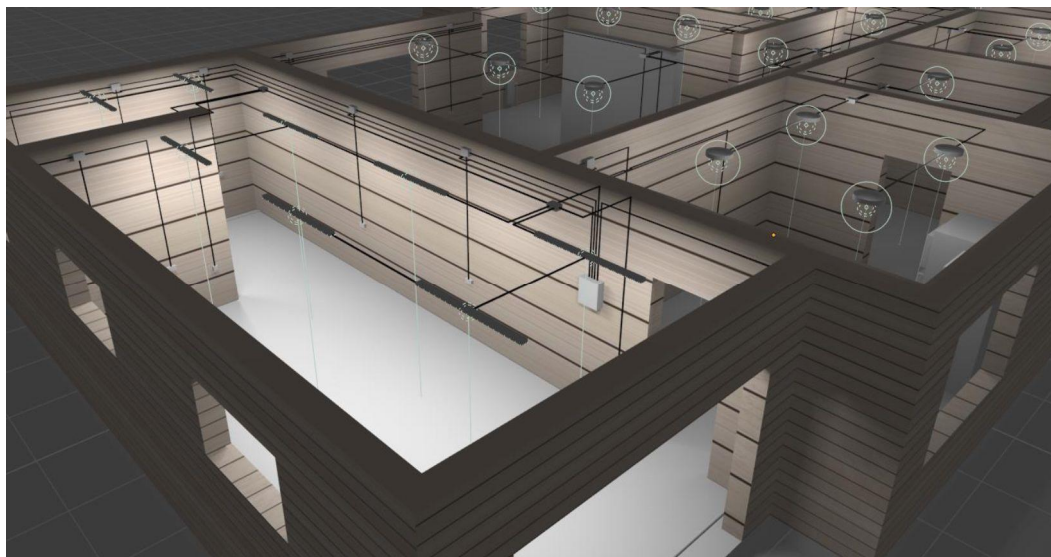


Рисунок 3.7 – Розташування розподільчого пункту в гаражі

Для забезпечення стабільної та безпечної роботи електромережі рекомендується передбачати окремі лінії живлення для електроприладів із великою споживаною потужністю, щоб уникнути надмірного навантаження на загальні розеткові групи. Таким чином, для споживачів потужністю від 3–4 кВт і вище доцільно передбачати індивідуальні автоматичні вимикачі, які забезпечують їх окремий захист та незалежність від інших контурів.

Згідно з вимогами пункту 9.2 СП 31-110-2003, у житлових будинках, де передбачено встановлення електричної плити, необхідно проектувати окрему лінію живлення, що гарантує безпечну експлуатацію та мінімізує ризик перевантаження електричної мережі.

У результаті проведених розрахунків було визначено, що загальна кількість захисних апаратів становить 18 одиниць. Після цього здійснюється вибір марки та типу електрощитової відповідно до вимог надійності, функціональності та зручності обслуговування.

Для побутового сектора обрано електрощитову марки ETI ECG42, розраховану на 42 модулі, зі ступенем захисту IP40, що відповідає умовам внутрішнього встановлення та забезпечує належний рівень електробезпеки.



Рисунок 3.8 – Розташування електрощитової з лініями живлення в будинку

Для розподільчого пункту, розташованого в гаражі, загальна кількість апаратів захисту становить 7 одиниць. З метою забезпечення належного рівня надійності та відповідності технічним вимогам, для гаражного приміщення обрано електрощитову марки *Hager Cosmos VR108PD*, розраховану на 8 модулів. Така конфігурація дозволяє розмістити всі необхідні захисні елементи з резервом для можливого подальшого розширення системи.

Проектування конструктивної частини електрощитової здійснюється за допомогою програмного середовища AutoCAD, що забезпечує високу точність розташування елементів та коректне відображення з'єднань. У процесі проектування використовуються засоби захисту, які були обґрунтовано підібрані на попередніх етапах розрахунку, що гарантує узгодженість усіх компонентів системи.

Візуальні та принципові електричні схеми як для житлового будинку, так і для гаража наведено на рисунках 3.9-3.11, де детально показано структуру живлення, взаємозв'язок між контурами й розташування апаратури у щитовому обладнанні.

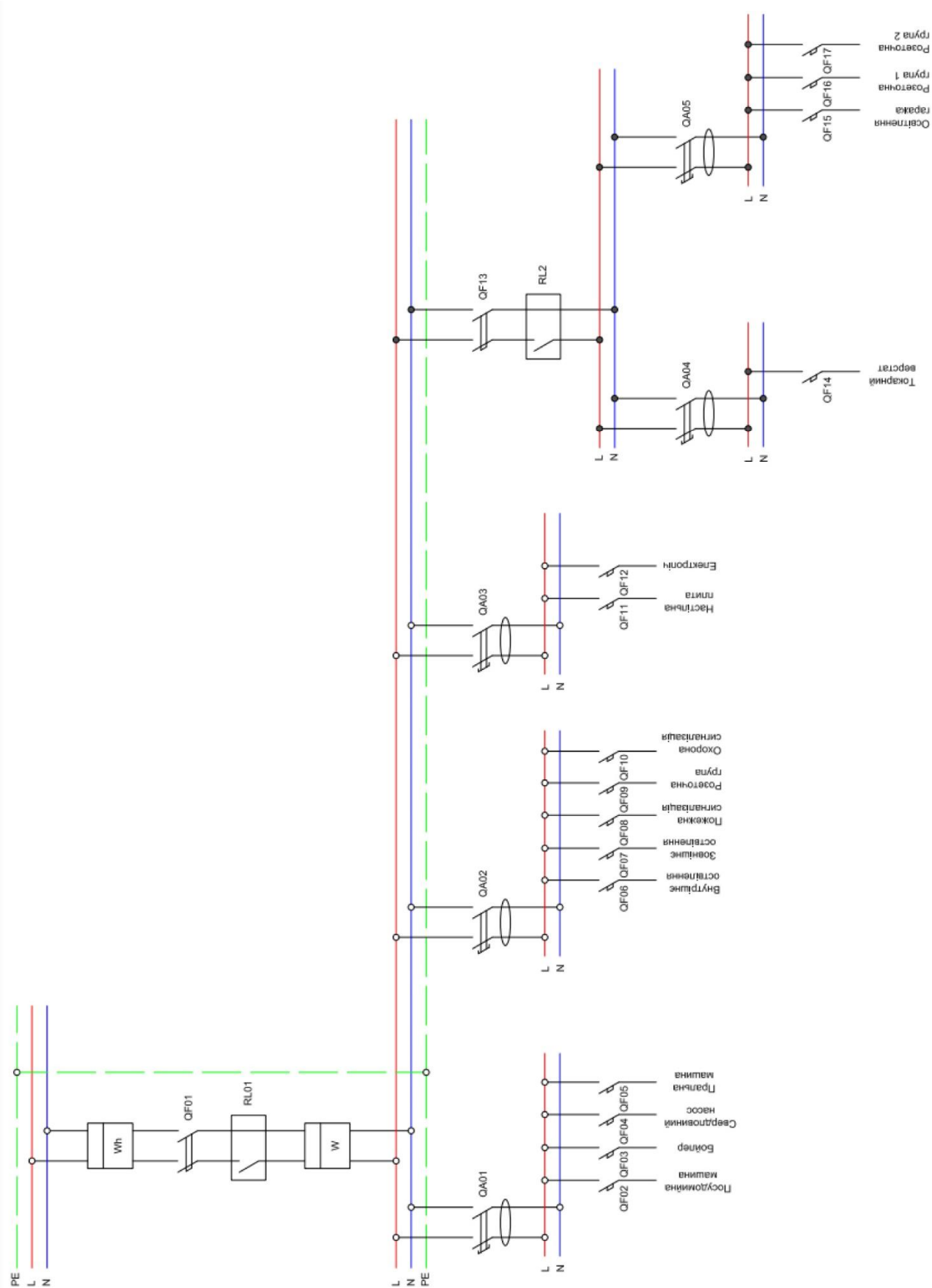


Рисунок 3.9 – Електрощитова. Принципова схема

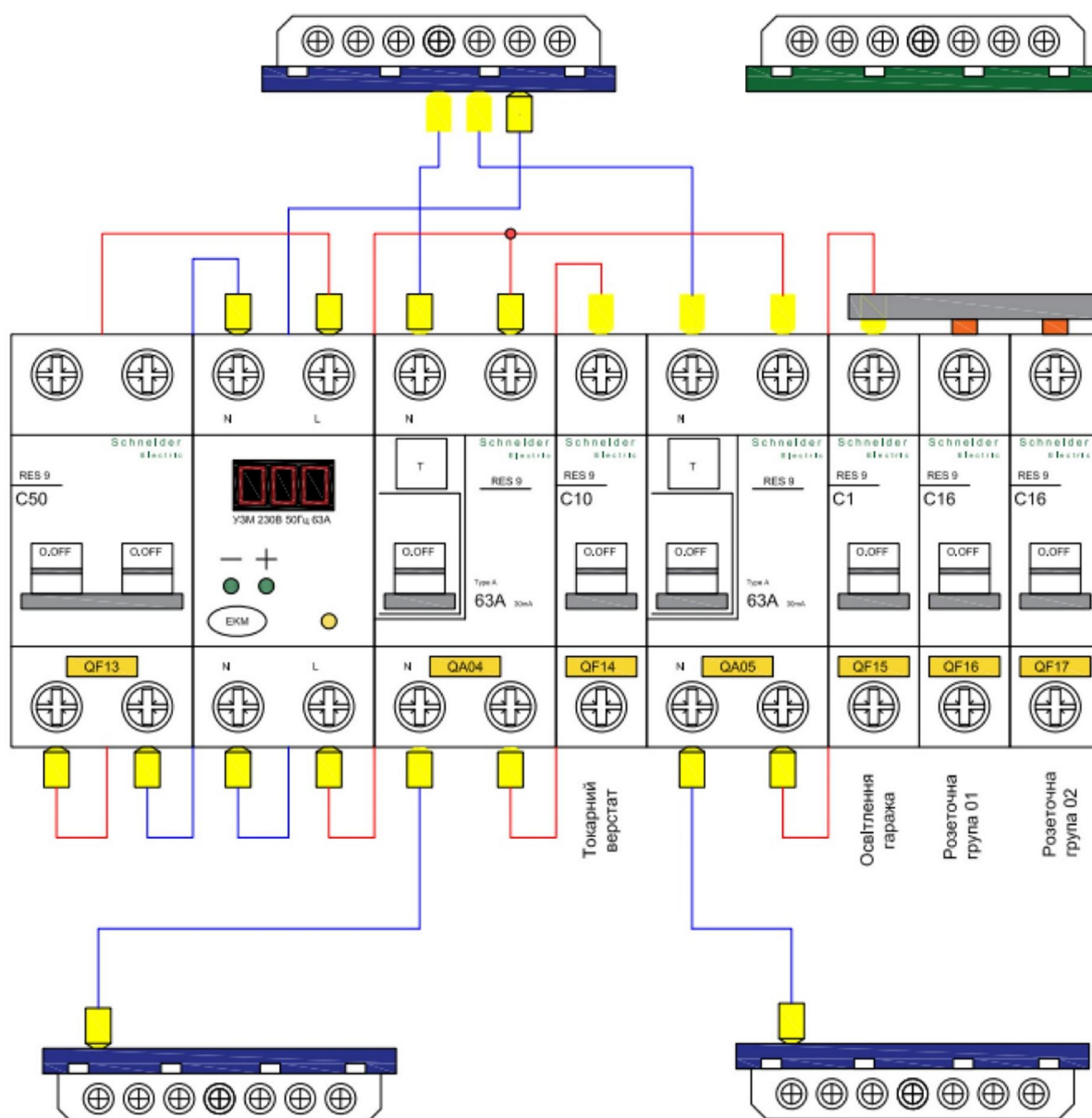


Рисунок 3.10 – Візуальна схема електрощитової гаража

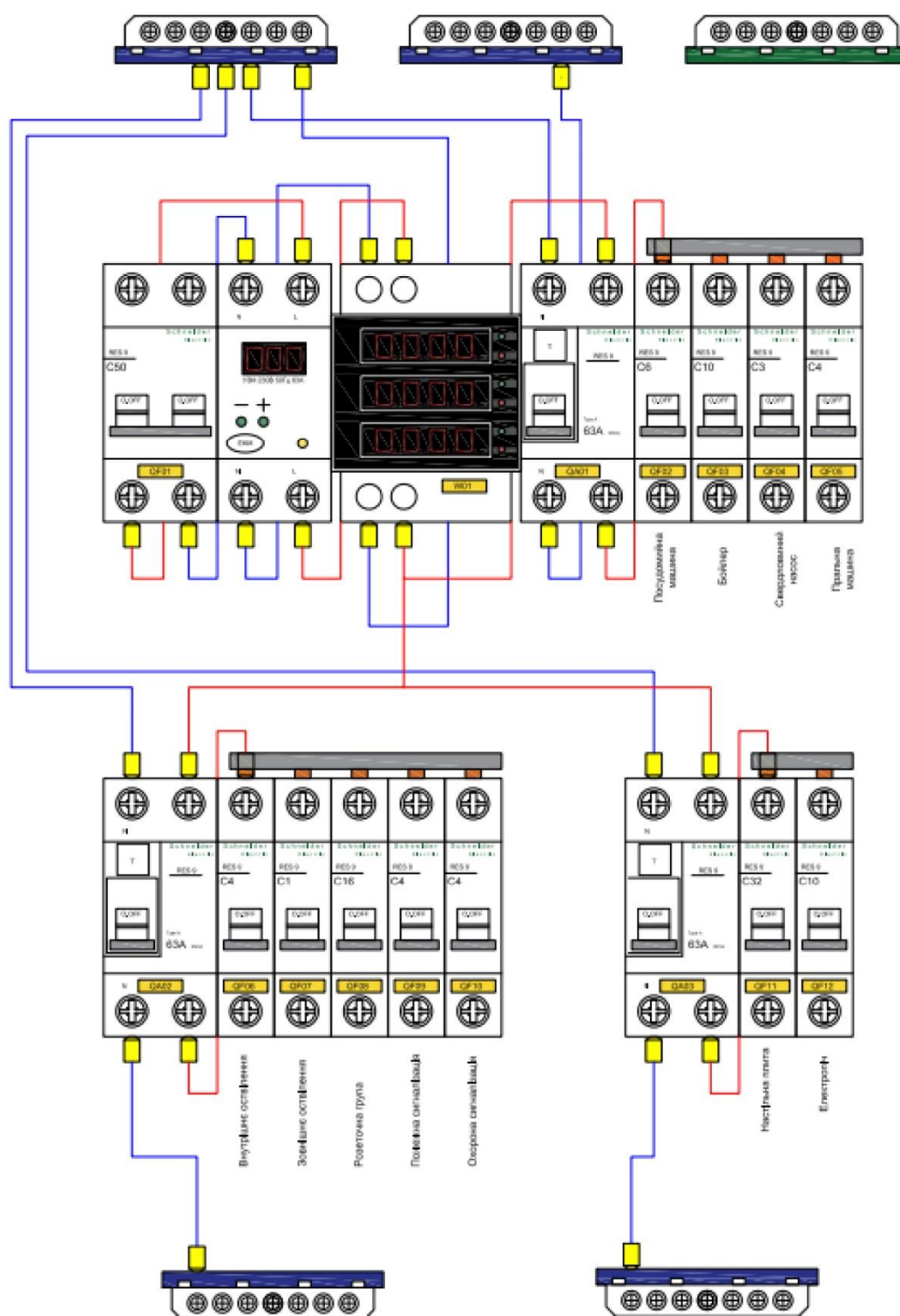


Рисунок 3.11 – Візуальна схема електрощитової будинку

3.4 Розробка системи автоматизації будинку

На рисунку 3.12 подано загальну структурну схему системи автоматизації без урахування підключених споживачів (електроприладів). Для забезпечення

зручності монтажу та стабільності електричних з'єднань застосовано монтажну плату, на яку виведено шини живлення — +5V та GND. Аналіз схеми показує, що на контролері Arduino Leonardo залишається значна кількість вільних пінів, що створює можливості для подальшого розширення функціоналу системи шляхом підключення додаткових сенсорів і виконавчих пристроїв. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню рівня інтелектуалізації та ефективності автоматизованого керування будинком.

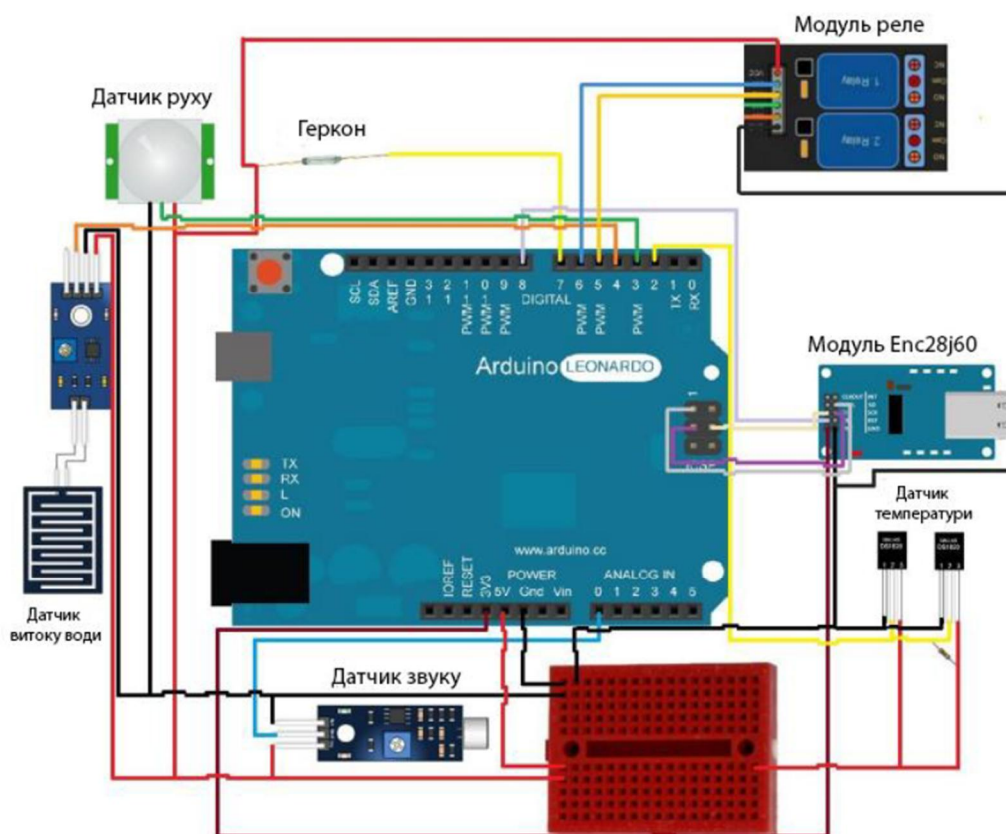


Рисунок 3.12 – Схема автоматизації «Розумний дім»

У таблиці 3.4 наведено орієнтовний кошторис поточних витрат на реалізацію даного проєкту (у гривнях). Найбільш вартісним елементом системи виявився сервопривід, середня ринкова ціна якого для нових моделей становить від 1300 грн. Альтернативним варіантом міг би бути дешевший електромагнітний клапан, проте аналіз ринку м. Тернопіль показав, що більшість таких пристроїв характеризуються низькою якістю виготовлення та

не здатні витримувати робочий тиск у системі водопостачання, що робить їх використання ненадійним.

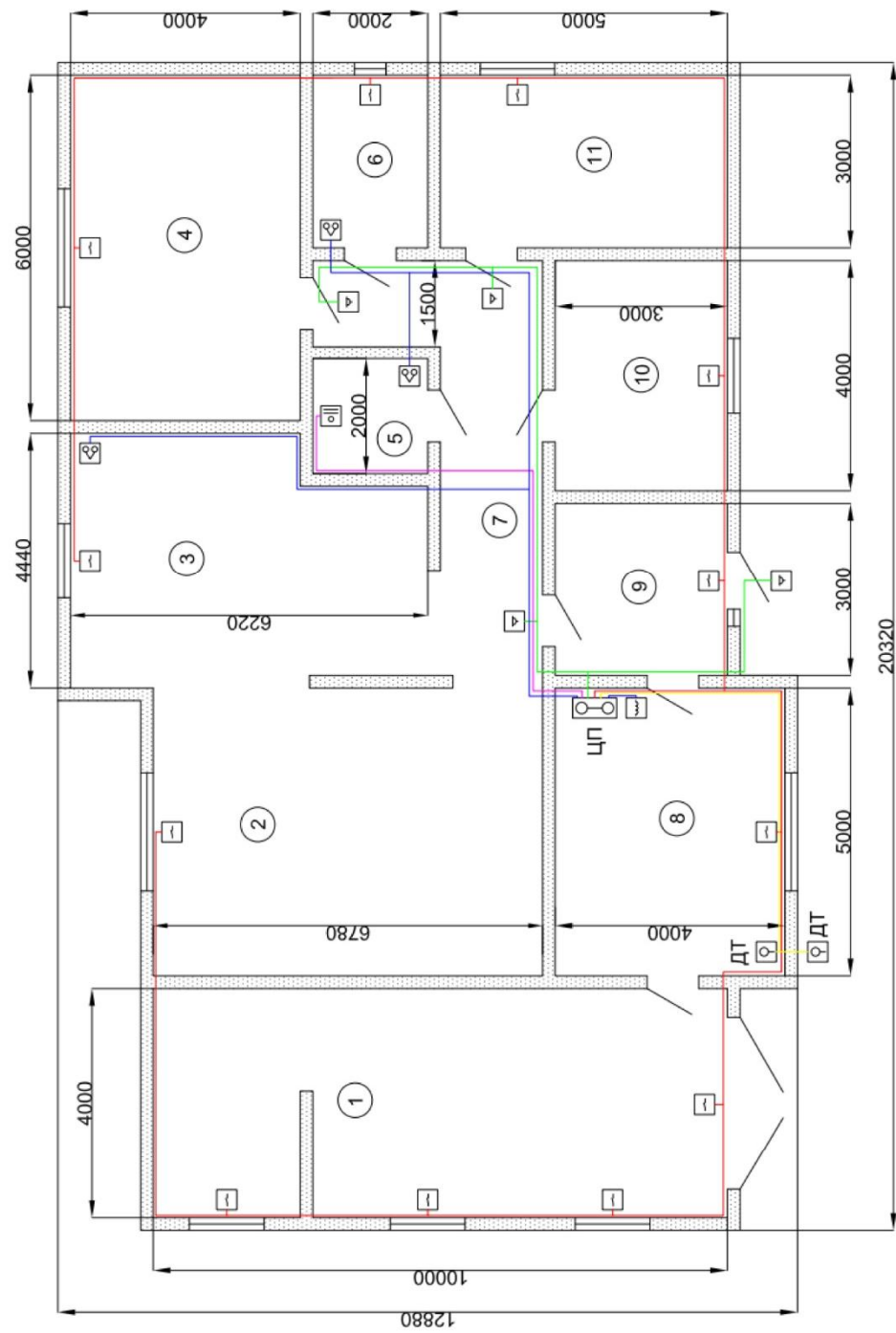
Представлений набір компонентів розрахований на обслуговування лише однієї кімнати. Для того щоб система автоматизації забезпечувала повне керування всіма інженерними вузлами будинку й гарантувала належний рівень безпеки, необхідно передбачити додаткові фінансові витрати на встановлення нових сенсорів, виконавчих пристроїв і прокладання електричної проводки.

Водночас загальна вартість такої системи, зібраної власноруч, буде суттєво нижчою за комерційні рішення на ринку. Однак слід враховувати, що самостійне створення системи «Розумного будинку» потребує значно більше часу на розроблення, налаштування та монтаж, а також певного рівня знань у галузі електротехніки та програмування.

3.5 Принцип роботи та схема автоматизації «Розумний дім»

На рисунку 3.13 подано загальну структурну схему системи автоматизації будинку, на якій відображено всі встановлені датчики, їхні умовні позначення та розташування у відповідних приміщеннях. Система працює на основі взаємодії сенсорів, виконавчих пристроїв і центрального модуля керування, що забезпечує контроль основних інженерних процесів у будинку. Принцип її функціонування можна описати в кількох основних логічних блоках.

Перший етап роботи системи передбачає автоматичне керування зовнішнім освітленням. Біля входу до будинку встановлено датчик руху, який активує освітлення в нічний час у момент наближення людини до дверей. Такий підхід дозволяє підвищити комфорт і безпеку, запобігаючи можливості травмування при вході в будівлю в темну пору доби. Водночас реалізується енергозберігальний режим, оскільки освітлення вмикається лише при наявності руху. Крім того, система передає сповіщення на мобільний пристрій або комп'ютер, що дає змогу користувачу заздалегідь дізнатися про наближення людини до будинку.



Позначення	Назва датчика
—	Геркон
○	Температури
—	Сервопривід
▷	Датчик руху
⊗	Датчик води
⊞	Датчик рівня води

Рисунок 3.13 – Загальну структурна схема системи автоматизації «Розумний дім»

У коридорі встановлено аналогічні датчики руху, які виконують функцію автоматичного вмикання освітлення під час переміщення мешканців. Це дозволяє уникнути постійного ручного керування освітленням і зменшити витрати електроенергії. За потреби користувач має можливість увімкнути світло в коридорі в постійному режимі — ця функція також передбачена в програмному забезпеченні системи.

У ванній кімнаті, туалеті та на кухні розташовано датчики протікання води, які реагують на наявність рідини на підлозі. У разі аварійної ситуації (розрив труби або витік води) сигнал від датчика надходить на сервопривід, що автоматично перекриває подачу води до відповідної зони. Після спрацювання системи користувач отримує повідомлення про аварію, що забезпечує оперативне реагування та запобігає значним матеріальним збиткам.

Додатковим елементом автоматизації є система вентиляції туалету. Вона може функціонувати у зв'язку з роботою зливного бачка. У сучасних моделях передбачено два режими зливу води — малий і великий. Після встановлення датчика рівня води в бачку можливо реалізувати алгоритм, за яким при великому зливі автоматично вмикається вентиляція на заданий проміжок часу. Такий механізм забезпечує швидке видалення неприємних запахів та покращує мікроклімат у приміщенні. Після завершення роботи вентилятора система додатково активує очищувач повітря на 5–10 секунд, що дозволяє подати в кімнату свіже й очищене повітря.

Однією з важливих функцій розумної системи є захист приміщення від несанкціонованого проникнення. Для цього використовуються геркони, встановлені на вікнах. У випадку відкриття вікна без режиму провітрювання контакти геркона розмикаються, після чого сигнал надходить до центрального контролера. Система негайно надсилає користувачеві повідомлення про спробу доступу до приміщення. Даний режим безпеки активується вночі або в періоди відсутності мешканців, що дозволяє значно підвищити рівень захищеності будинку.

Крім цього, система обладнана температурними датчиками, які здійснюють моніторинг температури як усередині будинку, так і ззовні. Їх основне призначення — інформативне, проте на основі цих даних можна реалізувати автоматичне підтримання температурного режиму в приміщенні за допомогою електричного котла або системи «тепла підлога». Для цього, однак, необхідне розширення апаратної частини системи, зокрема використання додаткової плати керування, наприклад Arduino Uno.

Таким чином, запропонована схема автоматизації поєднує основні функції енергозбереження, комфорту, безпеки та контролю інженерних систем будинку, демонструючи можливість ефективної реалізації концепції «розумного дому» на базі доступних компонентів.

Додатковою можливістю вдосконалення системи вентиляції є інтеграція датчика контролю якості повітря MQ-135. Цей сенсор здатний аналізувати склад повітря у приміщенні та визначати підвищену концентрацію вуглекислого газу, диму, парів алкоголю чи інших летких речовин. У разі перевищення встановленого порогового рівня контролер автоматично активує систему вентиляції для очищення повітря. Такий підхід забезпечує більш раціональне використання електроенергії, адже вентиляція працює лише за наявності фактичної потреби, що підвищує енергоефективність і комфорт мешканців.

Попри переваги, розроблена система має певні недоліки, які варто враховувати під час її практичного впровадження:

- відсутність гарантійного обслуговування для окремих компонентів системи;
- необхідність володіння базовими знаннями у галузі програмування для налаштування програмного забезпечення контролера;
- потреба в технічній підготовці з електроніки, оскільки неправильне підключення може призвести до пошкодження керуючої плати або сенсорів;
- невисока якість виготовлення окремих бюджетних компонентів, що може зменшити загальну надійність системи.

Таким чином, попри окремі обмеження, запропонована концепція автоматизації залишається ефективним, доступним і гнучким рішенням для реалізації інтелектуальної системи керування будинком.

3.6 Висновки розділу 3

У проектно-конструкторському розділі розроблено технічні рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності, безпеки та автоматизації житлового будинку із застосуванням технології «Розумний дім».

Розглянуто варіанти енергопостачання, зокрема використання сонячних батарей, вітрогенераторів і теплових насосів, що дозволяє забезпечити енергетичну автономність будівлі та зменшити споживання традиційних ресурсів.

Спроектовано автоматизований тепловий вузол на основі погодозалежного контролера TESH ST-408N, який забезпечує раціональне використання енергії та підтримання оптимального температурного режиму. Розроблена схема електрощитової системи враховує вимоги електробезпеки та забезпечує надійний захист усіх споживачів електроенергії.

Запропоновано систему автоматизації на базі Arduino Leonardo, що забезпечує моніторинг і керування освітленням, вентиляцією, водопостачанням, безпекою та мікрокліматом у будинку. Додатково передбачено датчик якості повітря MQ-135, який підвищує ефективність вентиляції та енергозбереження.

Розроблена система є доступним, гнучким та функціональним рішенням для побутового сектору. Вона поєднує переваги енергозбереження, комфорту та безпеки, а також створює передумови для подальшої інтеграції з інтелектуальними енергетичними мережами Smart Grid.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи з електробезпеки

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від небезпечної і шкідливої дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля, статичної електрики.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику;
- усунення небезпеки ураження людей струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування;
- застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електричним струмом.

Недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику досягається ізоляцією їх струмонепровідними матеріалами. Провідники електричного струму повинні мати робочу ізоляцію. Передбачено застосування в деяких випадках додаткової, підсиленої чи лінійної ізоляції [15].

Недоступність розташування струмопровідних частин досягається розміщенням їх на висоті, під підлогою чи приховано в стінах. Незахищені струмопровідні частини, до яких можливий дотик людей, надійно огорожують у всіх випадках.

У проектуваному будинку провідники з напругою 220 В огорожуються як незахищені, так й ізольовані струмопровідні частини.

Захисне заземлення, занулення і відключення - основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування. Замір опору заземлюючих пристроїв повинен проводитися не рідше одного разу на рік. Результати замірів оформляються протоколами.

Згідно з спроектованим будинком до технічних засобів і заходів захисту від ураження електричним струмом належать:

- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна);
- забезпечення недосяжності неізольованих струмоведучих частин;
- захисне заземлення;
- занулення, захисне відключення;
- огорожувальні улаштування;
- попереджуюча сигналізація;
- блокування; знаки безпеки;
- засоби захисту і запобіжні пристосування та ін.

У приміщені з підвищеною небезпекою для ручного інструменту напруга не повинна перевищувати 42 В. У проектованому будинку напруга у приміщені складової рівна - 12 В.

У приміщені гаража установлені порошкові вогнегасники. При виникненні аварійного стану, тобто електроприлад загорівся потрібно виконувати наступні заходи:

- обмотай руку сухою ганчіркою, висмикни вилку з розетки;
- накрій палаючий предмет ковдрою;
- вимкнути вхідний автоматичний вимикач, який знаходиться у електрощитовій;
- терміново телефонуй за номером 101 і викликай пожежників на допомогу;
- повідомити старших (батьків, сусідів, прохожих);
- якщо знеструмити електромережу неможливо, то слід пам'ятати: не можна застосовувати для гасіння воду та пінні вогнегасники, можна лише порошкові.

У зв'язку, з тим що в гаражі установлена електрощитова, потрібно пам'ятати, що небезпечно знаходитись поблизу них. Також вона має бути завжди замкненою. Не можна торкатися проводів, що приєднані до нього тому, що вони

завжди знаходяться під напругою. Необачний рух може призвести до ураження електрострумом. У приміщенні гаража потрібно раз на місяць очищати від пилу електродвигун, що встановлений у токарному верстаті.

Правил поводження з електричними приладами наступні:

- електронагрівальні прилади, такі як електрочайник, електросамовар, електропраска, електрокамін та інші, потрібно включати в електромережу справними;

- якщо ти дивишся телевізор, а екран погас або почав миготіти, ні в якому разі не можна по ньому стукати. Він може загорітися або навіть вибухнути. Його треба негайно вимкнути;

- якщо щось потрапило до телевізора, радіоприймача та інших електроприладів, які працюють, треба в першу чергу їх вимкнути. Ні в якому разі не можна лізти туди олівцем чи іншим предметом, коли електроприлад увімкнений;

- переважна кількість побутових електроприладів є переносними, і при цьому часто виникає пошкодження їх ізоляції. Також буває, що електричний дріт обірвався чи оголився. У таких випадках ні в якому разі не торкайся оголених місць, бо це може призвести до травми;

- не залишайте без нагляду увімкненими в розетку електроприлади;

- забороняється тягнути за електричний шнур руками, тому що він може обірватися і вразити електричним струмом;

- не можна заповнювати водою увімкнені в електромережу чайники, кавоварки, каструлі;

- не торкайся мокрими руками та не витирай вологою ганчіркою електричні кабелі, штепсельні розетки, вимикачі, інші електроприлади, увімкнені в електромережу;

- не можна підвішувати речі на кабелі;

- не можна бавитись із штепсельними розетками - це загрожує твоєму життю;

- коли ідеш з дому - всі електроприлади мають бути вимкнені.

Використання електричних приладів не за призначенням або невміле користування ними, може призвести до пожежі.

4.2 Заходи протипожежної безпеки

В приміщеннях будинку встановити наступний протипожежний режим, яким передбачено:

- порядок користування електронагрівальними приладами. Приготування кип'ятку, розігрівання та приготування їжі здійснюється в спеціально обладнаних для цих цілей місцях із застосуванням електрочайників з автоматичними пристроями відключення електро - нагрівальних елементів;
- порядок роботи з електроприладами. Забороняється залишати без нагляду увімкнені в електромережу електроприлади, радіоприймачі, електронагрівальні прилади, вентилятори, кондиціонери;
- порядок виконання вогнебезпечних робіт. Проведення вогневих та інших пожеже небезпечних робіт (газоелектрозварювальних, газорізальних). Основні правила поведінки при виникненні пожежі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов'язаний негайно повідомити про це пожежну охорону по телефону 101. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище.

Вжити (за можливістю) заходів з евакуації людей з будинку, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей.

У разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну за номером телефону 103, газорятувальну за номером телефону 104).

Існують державні норми будівництва, які визначають мінімальні відстані від однієї будівлі до іншої. Важливо враховувати рівень вогнестійкості споруд, які проектуються. В будинку стіни виготовлені зі СІП-панелей, вони не підтримують горіння.

Дорога розташовується не менше ніж за 5 метрів від стіни споруди, а ширина проїжджої частини - не менше 3,5 м. Цей параметр дає можливість легко під'їхати спецтехніці у разі пожежі для здійснення рятувальних заходів та пожежогасіння.

В приватному будинку існує безліч факторів, здатних призвести до пожежі.

Причини:

- несправність електроприладів і електропроводки. Замикання електроприладів, розташованих біля штор, м'яких меблів, здатне викликати сильне загоряння. Також фактором ризику є електроприлади, підключені за допомогою трійника до однієї розетки, це викликає перевантаження проводки;
- свічки і лампи. Заборонено завішувати світильники, так як через перегрів вони можуть спалахнути. Свічки в приміщенні є небезпекою, так як їх нерідко забувають загасити, або, залишена без нагляду, свічка може впасти;
- куріння в оселі. Куріння в ліжку, викидання непогашений недопалок у відро для сміття може створити загрозу безпеці;
- горючі речовини. Масла, жири, гас, бензин, що зберігаються вдома, є факторами ризику і посилюють горіння;

Будинок є пожежонебезпечною зоною, так як тут присутня велика кількість тканин, дерево, пластик. Всі ці матеріали добре підтримують горіння, викликаючи швидке поширення вогню і чадного газу.

При експлуатації будівлі потрібно завжди дотримуватись вимоги протипожежної безпеки

4.3 Класифікація надзвичайних ситуацій

У разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій на підприємстві, вони підлягають класифікації. Цю роботу виконує комісія товариства з НС.

Офіційна класифікація НС в Україні здійснюється двома нормативно-правовими документами:

Державним класифікатором надзвичайних ситуацій ДК 019-2010, введеним у дію з 01.01.2011 р. наказом Держстандарту України № 457 від 11.10.2010р. і "Порядком класифікації НС техногенного та природного характеру за їх рівнями", затвердженим постановою КМУ від 24.03.2004 р. №368.

Класифікація НС здійснюється для:

- забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій у процесі вирішення питань, пов'язаних з НС та ліквідацією їх наслідків;
- ведення державної статистики;
- для машинного оброблення інформації в автоматизованих системах управління економікою держави, забезпечення інформаційної сумісності задач органів різних рівнів управління.

Згідно з ДК 019-2010 залежно від причин, які можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються:

- НС техногенного характеру - НС, що виникли внаслідок дії чинників техногенного характеру, якими можуть бути транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викидом (загрозою викидання) небезпечних і шкідливих, хімічних і радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах зв'язку та телекомунікація, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічні аварії та ін.;

- НС природного характеру - НС, що з'явилися внаслідок дії природного характеру, таких як небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність і масове отруєння людей, інфекційні захворювання свійських тварин, масова загибель диких тварин, ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками та інші;

- НС соціального характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування:

збройні напади, захоплення та силове утримання важливих об'єктів, або

реальна загроза здійснення таких акцій;

збройні напади, захоплення та силове утримання атомних електростанцій або інших об'єктів атомної енергетики або реальна загроза здійснення таких акцій; - замах на життя керівників держави і народних депутатів України;

напад, замах на життя членів екіпажу повітряного або морського (річкового) судна, захоплення заручників з членів екіпажу чи пасажирів, викрадення (спроба викрадення), знищення (спроба знищення) таких суден;

установлення вибухового пристрою у багатолюдних місцях, в установі, організації, на підприємстві, у житловому секторі, на транспорті;

зникнення або викрадення зброї та небезпечних речовин з об'єктів їх зберігання, використання, перероблення та під час транспортування;

виявлення застарілих боєприпасів, аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення з викиданням уламків, реактивних та звичайних снарядів, нещасні випадки з людьми та ін.

- НС воєнного характеру пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якої виникають вторинні чинники ураження населення, що визначаються окремими нормативними документами.

За результатами класифікації визначається рівень НС, розмір інженерно-технічних та матеріальних ресурсів, які необхідно виділити для ліквідації її наслідків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі виконано розроблення системи автоматизації інженерних мереж житлового будинку на базі технології «Розумний дім».

Досягнуто поставленої мети шляхом реалізації таких завдань:

- проаналізовано принципи побудови систем автоматизації побутових об'єктів;
- здійснено вибір контролера, датчиків та виконавчих пристроїв;
- розроблено структурну та електричну схеми системи;
- проведено розрахунок енергоспоживання й техніко-економічну оцінку ефективності;
- визначено напрями подальшого вдосконалення системи.

Розроблена система забезпечує автоматичне керування освітленням, водопостачанням, вентиляцією, температурним режимом і безпекою приміщення. Використання контролера Arduino Leonardo дає змогу створити гнучку, доступну та розширювану платформу для впровадження енергоефективних технологій.

Отримані результати доводять, що впровадження технологій «Розумного дому» дозволяє підвищити комфорт, безпеку та енергоефективність житлових будівель, а також може бути рекомендоване для практичного використання у побутовому секторі та в навчальних цілях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Волосова, Т. А. (2017). Технологія «Розумний дім»: майбутнє вже поруч. In Маркетинг і контролінг: сучасні виклики підприємництва: зб. матеріалів міждисциплін. наук.-практ. конф.(30 листоп. 2017 р.)/[уклад. ЛІ Юдіна]. Електрон. дані (6, 2 Мб).–К (pp. 144-146).
2. Галичак Н. Система «розумний будинок» як спосіб енергозбереження / Галичак Назар // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах“, 31 березня 2020 року. — Т., 2020. — С. 113–114. — (ІІІ міжнародний студентський науковий форум «креативна економіка очима молоді»).
3. Kozak K. The importance of energy management practices in smart cities / Kateryna Kozak, Victor Homyshyn // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп’ютерних технологій“ присвячена 80-ти річчю з дня народження професора Я.І. Проця, 20-21 червня 2019 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2019. — С. 297–299. — (Світлотехніка і електроенергетика).
4. Оболонін О. С. Перспективні напрямки зміцнення енергетичної безпеки національної економіки України / Оболонін О. С., Матвієшин М. Л., Владимир Ольга Михайлівна // Матеріали X I Всеукраїнської науково-практичної конференції пам’яті почесного професора Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, академіка НАН України Миколи Григоровича Чумаченка: „Наука, інновації, бізнес: проблеми, перспективи і сьогочасні тренди розвитку“, 26 травня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 88–89.
5. Білик Д. М. Надійність розподільчих електричних мереж / Д. М. Білик, М. Л. Матвієшин, Сергій Миколайович Бабюк // Матеріали МНТК „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“, 28-29 травня

2025 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2025. — С. 12–14. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій. Електротехніка та енергозбереження).

6. Bohdan Orobchuk, Oleh Buniak, Ivan Sysak, Serhii Babiuk, Ihor Bodnarchuk, Vadym Koval (2024) Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation. 2nd International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). Ternopil, Ukraine, June 12-14, Vol. 3742, Pages 316-336

7. Orobchuk, B., Sysak, I., Babiuk, S., Rajba, T., Karpinski, M., Klos-Witkowska, A., ... & Gancarczyk, J. (2017, September). Development of simulator automated dispatch control system for implementation in learning process. In 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Vol. 1, pp. 210-214). IEEE.

8. Orobchuk, B., Buniak, O., Sysak, I., Babiuk, S., Bodnarchuk, I., & Koval, V. (2024). Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation.

9. БАБЮК, С. (2024). ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНОГО ГІСТЕРЕЗИСНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК LLC ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 337(3 (2)), 119-125.

10. ОРОБЧУК, Б., КОЗАК, К., ТАРАСЕНКО, М., БАБЮК, С., & СТАСІВ, А. (2025). ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС НА БАЗІ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСАХ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 351(3.1), 19-27.

11. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)

12. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.

13. Babiuk, Serhiy, et al. "Algorithms for automatic of metrological characteristics of transducers." Вісник Тернопільського національного технічного університету 107.3 (2022): 67-75.

14. Вуличне освітлення : ДСУ10В. ВАТРА - освітлення професійно!. URL: <https://vatra.ua/ukr/street-lighting/dsu10v-VATRA> (дата звернення: 02.10.2025).

15. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

16. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

17. Коваль В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра для здобувачів другого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 51 с.