

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 631.171:621.311

**ПОГОДЖЕНО**  
Директор ННІ енергетики,  
автоматики і  
енергозбереження

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувача кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

\_\_\_\_\_ /Каплун В.В./  
(підпис)

\_\_\_\_\_ /Окушко О.В./  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: «Підвищення рівня енергоефективності житлових будівель  
шляхом впровадження концепції «Розумна будівля» з використанням  
технічних рішень групи LEGRAND-Україна»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

К.Т.Н ДОЦЕНТ  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Усенко С.М  
(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Окушко О.В.  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Лебеда О.Ю.  
(ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та електротехнологій  
к.т.н доцент Окушко О.В.  
(ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Лебеді Олексію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Підвищення рівня енергоефективності житлових будівель шляхом впровадження концепції «Розумна будівля» з використанням технічних рішень групи LEGRAND-Україна» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від 26.09.2024р. № 1666 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи \_\_\_\_\_

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз нормативно-правової бази підвищення енергоефективності житлових будівель
2. Дослідження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків
3. Огляд систем та технологій «Розумна будівля» для житлових будинків
4. Сценарії впровадження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків
5. Теоретичні аспекти концепції «Розумна будівля»
6. Елементи системи «Розумна будівля»
7. Порівняння виробників «Розумна будівля»

Перелік графічного матеріалу: презентація виконана в програмному забезпеченні MS Power Point

Дата видачі завдання «26» 09 2024 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ Окушко О.В.  
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Лебеда О.Ю.  
(підпис) (ПІБ)

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	5
ВСТУП.....	6
1. СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	8
1.1 Аналіз нормативно-правової бази підвищення енергоефективності житлових будівель .....	8
1.2 Аналіз стану питання підвищення енергоефективності житлових будівель.....	13
1.3 Сучасні шляхи та методи підвищення енергоефективності житлових будівель.....	18
1.4 Дослідження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків	22
1.5 Огляд систем та технологій «Розумна будівля» для житлових будинків.....	27
1.6 Сценарії впровадження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків.....	28
2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ».....	32
2.1 Аналіз систем «Розумна будівля» (опис системи «Розумна будівля»).....	33
2.2 Елементи системи «Розумна будівля».....	37
2.3 Порівняння виробників «Розумна будівля».....	50
2.4 «Розумна будівля» Legrand (опис основних компонентів).....	65
3. ПРОЕКТ ПРИВАТНОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІДВИЩЕНОЇ КОМФОРТНОСТІ В М. КИЇВ З СИСТЕМОЮ "РОЗУМНА БУДІВЛЯ" НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ МУНОМЕ ВІД КОМПАНІЇ EGRAND/VTICINO.....	74
3.1 Опис проєктованого будинку (Загальні дані).....	74
3.2 Проект керування освітленням приватного житлового комплексу	

підвищеного рівня комфортності.....	74
3.3 Система керування опаленням.....	77
3.4 Система керування навантаженням.....	79
3.5 Електропобутові навантаження.....	79
3.6 Проект електропостачання.....	79
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ МУНОМЕ.....	81
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ» В ПРЕКТІ ПРИВАТНОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ .....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
Додаток А.....	89
Додаток Б.....	91
Додаток В.....	109
Додаток Д.....	123
Додаток Ж.....	128
Додаток З.....	134

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ВВП	Валовий внутрішній продукт
ОСББ	Об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків
МЕА	Міжнародне енергетичне агентство
ЄС	Європейський Союз
ВДЕ	Відновлювані джерела енергії
ЖКГ	Житлово-комунальне господарство
ДБН	Державні будівельні норми
ККД	Коефіцієнт корисної дії
IoT	Internet of Things

## ВСТУП

Зростання енергоспоживання та вичерпність традиційних енергетичних ресурсів становлять значну проблему сучасного світу. Україна, як одна з найбільш енергоємних країн Європи, стикається з нагальною потребою зменшення енерговитрат, особливо у житловому секторі, де споживання енергії перевищує 30% від загального обсягу. Водночас значна частина житлового фонду країни характеризується високим рівнем зношеності та низькою енергоефективністю, що створює додаткове навантаження на енергетичну систему та бюджет мешканців.

У таких умовах впровадження сучасних енергоефективних технологій стає одним із ключових шляхів досягнення сталого розвитку. Концепція «Розумна будівля» (Smart Building), яка базується на інтеграції інноваційних інженерних рішень та автоматизації, пропонує комплексний підхід до зменшення енергоспоживання. Завдяки застосуванню інтелектуальних систем моніторингу та управління, таких як освітлення, клімат-контроль, вентиляція, енергоспоживання може бути оптимізовано до 30–40%.

Особливий інтерес у цьому контексті становлять технічні рішення групи Legrand-Україна, яка є одним із провідних розробників інновацій для житлових і комерційних будівель. Продукти компанії забезпечують можливість впровадження систем автоматизації, які дозволяють управляти всіма компонентами будинку – від освітлення та безпеки до енергетичних процесів. Використання таких систем не лише підвищує рівень енергоефективності, але й сприяє зростанню комфорту та безпеки житлових будівель.

Актуальність теми визначається необхідністю зниження енергетичної залежності України, що є стратегічно важливим у контексті національної безпеки. Крім того, враховуючи зобов'язання країни щодо імплементації Директив Європейського Союзу з енергозбереження, питання модернізації житлового фонду є нагальним. Вибір сучасних технічних рішень, таких як

системи групи Legrand, дозволяє враховувати найкращі міжнародні практики та адаптувати їх до потреб українського ринку.

Метою цієї магістерської роботи є дослідження можливостей підвищення енергоефективності житлових будівель шляхом інтеграції концепції «Розумна будівля», зокрема через впровадження інноваційних рішень Legrand-Україна. Розробка відповідних рішень та рекомендацій має сприяти реалізації національної політики енергозбереження, зменшенню енерговитрат та забезпеченню комфортного проживання мешканців у сучасних умовах.

## **РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГО-ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

### **1.1 Аналіз нормативно-правової бази підвищення енергоефективності житлових будівель**

Україна, де понад 60 – 70% енергоресурсів є імпортними, залишається однією з найбільш енергозалежних країн Європи. Ця залежність обумовлена не лише браком власних ресурсів, але й низькою ефективністю їх використання, що створює загрозу національній безпеці. В умовах енергетичної кризи питання енергозбереження та підвищення енергоефективності стають стратегічно важливими [1].

Загалом понад 30% кінцевої енергії в Україні споживається житловими будинками, що є найбільшим споживачем у порівнянні з промисловістю чи транспортом. Водночас у промисловому секторі поступово впроваджуються енергоощадні технології, тоді як у житловому секторі спостерігається стагнація. Це пояснюється низькою перешкод, які обмежують власників житла у впровадженні енергоефективних заходів.

Енергоефективність, у контексті житлового фонду, полягає у раціональному використанні енергоресурсів для забезпечення комфортних умов проживання з одночасним зменшенням витрат. Для населення це означає зниження комунальних платежів, для держави - економію ресурсів і зниження залежності від імпорту, а для екології - зменшення викидів парникових газів.

За даними експертів, близько 47% тепла в Україні втрачається через низьку енергоефективність будівель, 12% – через старі теплові мережі, а ще 5% – через застаріле обладнання в котельнях. Проведення термомодернізації будинків та капітальних ремонтів дозволяє скоротити енергоспоживання на 10–25%, а потенціал зменшення енергоспоживання в країні загалом становить близько 75% [2].

Кожен уряд незалежної України декларував підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства як пріоритетну мету, розробляв державні програми та заходи. Проте стандарти енергоефективності для багатоквартирного житлового фонду на законодавчому рівні досі не закріплені. Також відсутні ефективні стимули та санкції, які б спонукали до переходу на ресурсощадну модель енергетики [3, 4].

Наразі громадяни України самостійно вирішують проблеми з енергоефективністю. Хаотична модернізація квартир часто не лише не знижує споживання енергії, а й іноді сприяє його збільшенню. Відсутність системного підходу та контролю з боку держави у цьому процесі підсилює проблему. Органи місцевого самоврядування заохочують індивідуальну модернізацію, що дозволяє уникати інвестицій у розвиток централізованої теплоенергетики.

Зміна цієї ситуації можлива лише за умови закріплення на законодавчому рівні стандартів енергоефективності, запровадження ефективних стимулів та посилення контролю за енергетичними витратами. Це дозволить досягти значних успіхів у зниженні енергоспоживання, підвищенні економічної стійкості та покращенні екологічної ситуації.

Досвід багатьох країн демонструє, що системна термомодернізація житлових будівель є ключовим кроком для зниження споживання енергії. За оцінками експертів, впровадження комплексного підходу до оновлення будівель може зменшити витрати енергоресурсів до 50%. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) зазначає, що кожен інвестований долар у підвищення енергоефективності забезпечує чотирикратну економію, а повна окупність таких проектів настає приблизно за чотири роки.

Зважаючи на те, що Україна споживає близько 92 мільйонів тон нафтового еквівалента енергії щороку і має одну з найвищих енергоємностей економіки в світі, є нагальна потреба в активізації заходів з енергозбереження (рис. 1.1).

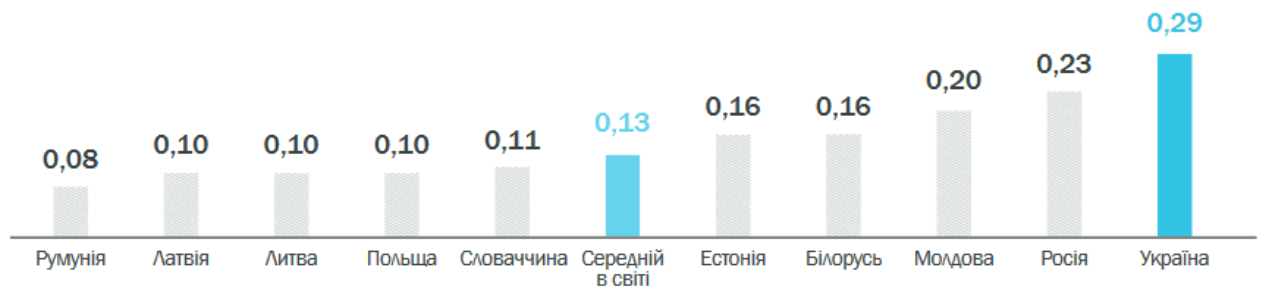


Рис. 1.1. Енергоємність економік вибраних країн (кг нафтового еквівалента/\$ ВВП за паритетом купівельної спроможності) [1]

Нормативно-правові заходи.

Українське Міністерство регіонального розвитку разом з експертами розробило кілька ключових законодавчих ініціатив, які спрямовані на підвищення енергоефективності.

Законопроект «Про енергетичну ефективність будівель» (№ 1566) [3] передбачає впровадження енергетичних паспортів для нових будівель, а також для об'єктів, які проходять капітальний ремонт чи реконструкцію. Регулює сертифікацію енергетичної ефективності існуючих будівель. Це дозволяє оцінити їх реальні показники енерговитрат, порівняти їх із встановленими стандартами, а також запропонувати оптимальні заходи з покращення.

Наближає Україну до виконання вимог Директиви № 2010/31/ЄС [4].

Додаткові законодавчі ініціативи.

Законопроект «Про особливості здійснення закупівель енергосервісу» спрямований на створення умов для залучення інвестицій у модернізацію будівель соціальної інфраструктури через механізм енергосервісних контрактів (ЕСКО). Законопроект «Про енергозбереження» регламентує впровадження енергозберігаючих технологій. Законопроект «Про впровадження енергоефективних заходів у бюджетних установах» регулює реалізацію енергозберігаючих заходів у державних закладах.

Фінансові механізми підтримки.

Для фінансування енергомодернізації житлових будівель передбачені механізми державно-приватного партнерства. Наприклад, програми, розроблені

Держенергоефективності, дозволяють об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) отримувати кредити на енергозберігаючі заходи з частковою компенсацією витрат. Схема підтримки включає надання ОСББ кредитів у партнерських банках, виконання енергоефективних заходів (утеплення, встановлення лічильників тощо), повернення до 30% кредиту через Держенергоефективності після надання підтверджувальних документів.

Результати та перспективи.

Європейський досвід підтверджує, що термомодернізація знижує споживання енергії на 30–40%. Реалізація таких проєктів в Україні може забезпечити економію понад 30 млн МВт·год щорічно, що відповідає 7 мільярдам гривень [1].

Ключовими факторами успіху є проведення обов'язкового енергоаудиту перед реалізацією проєктів, використання сертифікованих матеріалів та послуг, активна підтримка ОСББ у модернізації житлового фонду.

Завдяки залученню міжнародних інвестицій, впровадженню європейських стандартів та координації зусиль держави й приватного сектору Україна може суттєво покращити енергоефективність житлового сектора.

Україна не єдина країна, яка стикається із необхідністю підвищення енергоефективності житлового фонду та соціальної інфраструктури. На щастя, світовий досвід пропонує широкий спектр рішень, які можна адаптувати, враховуючи регіональні особливості. Освоюючи новітні технології, Україна може спиратися на практичні результати впроваджених реформ в інших країнах. Це дозволить визначити оптимальні моделі енергоефективності для кожного регіону, враховуючи його унікальні умови.

Енергоефективність має стати не лише державним пріоритетом, а й ідеологічною основою розвитку, яка об'єднує суспільство та економіку навколо раціонального використання ресурсів.

Роль Європейського Союзу в енергоефективності.

Згідно з даними Європейської комісії, близько 40% енергії в ЄС споживається будівлями, і понад 20% цієї енергії використовується

неефективно. Величезний потенціал для зменшення енерговитрат відкривається через застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та підвищення стандартів енергоспоживання. Потенціал ринку енергозбереження в Європі оцінюється в 5–10 млрд євро, із прогнозами зростання до 25 млрд євро у довгостроковій перспективі [1, 2].

ЄС сприяє впровадженню енергозберігаючих технологій через законодавчі акти, зокрема [5, 6, 7, 8]:

- директива з енергоефективності послуг (2006/32/ЕС);
- директива щодо енергетичних характеристик будівель (2010/31/EU);
- директива save (93/76/ЕС), яка спрямована на скорочення викидів со через енергоощадність;
- екологічна директива щодо енергетично ємних продуктів (2005/32/ЕС).

Країни з потужною національною законодавчою базою у сфері енергоефективності значно впливають на розробку загальноєвропейських стандартів.

Енергосервісна діяльність в Україні.

Україна має величезний потенціал для розвитку ринку енергосервісу, але досі відсутні комплексні дослідження, які б науково та практично висвітлювали проблеми цього сектору. Поточний обсяг енергосервісних послуг у країні становить лише 0,1% від загального обсягу робіт, тоді як навіть у найуспішніших країнах цей показник не перевищує 8–10% [2].

Досвід міжнародних партнерів доводить ефективність державних програм спрямованих на удосконалення регулювання ринку енергосервісу. В Україні такі ініціативи спрямовані на розробку методологічних стандартів для енергосервісних контрактів, покращення правового регулювання співпраці між державними органами, ОСББ та бізнесом, інформаційну підтримку учасників ринку, європейський досвід як вказівник напрямку.

Підвищення енергоефективності є одним із ключових завдань на шляху інтеграції України до європейської спільноти. Спираючись на успішні практики, такі як утеплення будинків, встановлення енергозберігаючих лічильників та

відновлюваних джерел енергії, країна має всі шанси суттєво зменшити енерговитрати.

Економічний ефект.

За оцінками експертів, реалізація проектів термомодернізації може забезпечити щорічну економію понад 30 млн МВт·год, що дорівнює близько 7 млрд гривень.

Таким чином, адаптація європейського досвіду, розвиток нормативної бази та залучення інвестицій в енергозбереження можуть стати основою сталого економічного розвитку України.

## **1.2 Аналіз стану питання підвищення енергоефективності житлових будівель [9, 10]**

Поточний стан житлової сфери України.

Житловий сектор України перебуває у стані масштабних реформ, спрямованих на адаптацію до нових економічних реалій. Однією з найбільших проблем є низький рівень технічного стану житлового фонду, який ускладнюється відсутністю системних дій із боку держави протягом багатьох років незалежності. Зростання вартості енергоносіїв зробило ці проблеми ще більш актуальними, а попередні реформи переважно мали декларативний характер.

Основні проблеми житлової сфери.

Низька якість житлового фонду: значний обсяг багатоквартирних будинків перебуває у застарілому або аварійному стані. Близько 40% житлових будівель в Україні - це багатоповерхові будинки, 80% з яких потребують термомодернізації або капітального ремонту.

Відсутність реформ у житлово-комунальному господарстві: житловий фонд управляється за застарілими моделями, що не дозволяють ефективно підтримувати його технічний стан. Механізми залучення власників житла до управління багатоквартирними будинками є недієздатними.

Проблеми фінансування: обмежений доступ ОСББ (об'єднань співвласників багатоквартирних будинків) до кредитів. Відсутність державної підтримки у сфері фінансування термомодернізації.

Причини складної ситуації:

- застаріла система управління: більшість багатоквартирних будинків управляються комунальними підприємствами, які не здатні забезпечити належний рівень обслуговування. створення ОСББ, яке могло б вирішити частину цих проблем, має обмежений ефект через слабкі правові механізми;

- неефективне законодавство; для прийняття рішень щодо спільного майна багатоквартирних будинків чинний закон вимагає згоди 100% співвласників, що унеможлиблює реалізацію значних змін;

- відсутність довгострокової стратегії: приватизація житла була здійснена без підготовки механізмів фінансування капітального ремонту. це призвело до занедбання спільного майна та пасивного ставлення мешканців до питань енергоефективності.

Шляхи вирішення проблем:

- законодавче регулювання: прийняття законів, які полегшать механізм прийняття рішень у багатоквартирних будинках та впровадять фінансові стимули для модернізації;

- фінансова підтримка: запровадження державних програм субсидій на термомодернізацію, що поєднують бюджетні кошти з приватними інвестиціями;

- інформаційна кампанія: роз'яснення серед населення переваг енергоефективності та термомодернізації, поширення успішного досвіду реалізації проектів.

Співпраця з міжнародними партнерами: використання європейського досвіду, який показує, що поєднання державної підтримки та комерційних кредитів дає найкращі результати у модернізації житлового фонду.

Енергетична безпека та енергоефективність.

Забезпечення енергетичної безпеки є ключовим завданням держави в умовах зростаючих цін на енергоносії. Енергоефективність житлових будівель може суттєво знизити витрати на енергоресурси та обсяг викидів CO<sub>2</sub>.

Проблема потребує негайних дій з боку уряду, зокрема у контексті реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.

Вирішення зазначених проблем можливе лише за умов скоординованої роботи держави, місцевого самоврядування, приватного сектору та громадян. Це дозволить значно підвищити якість житла, скоротити витрати на енергоресурси та створити комфортні умови для населення.

Проблема застарілості та аварійності житлового фонду України [11, 12].

Стан житлового фонду України є критичним: значна частка будівель перебуває в аварійному стані або потребує капітального ремонту. Приблизно 40% житлового фонду складають багатоквартирні будинки, у яких мешкає понад 47% населення країни. З них 80% потребують модернізації, зокрема термомодернізації, що вимагає інвестицій близько 50 мільярдів доларів США.

Причини складної ситуації.

Застаріла система управління багатоквартирними будинками: 95% квартир перебувають у приватній власності, однак функції управління спільним майном залишаються у комунальних підприємств, що часто не забезпечують ефективного обслуговування. Створення ОСББ не стало масовим рішенням проблеми, оскільки багато об'єднань стикаються з правовими та фінансовими труднощами.

Неефективність законодавства: законодавство вимагає 100% згоди співвласників для прийняття рішень щодо спільного майна, що фактично унеможливорює оперативне вирішення нагальних питань.

Фінансова ізоляція: ОСББ не мають статусу перспективних кредиторів, а у будинках, де об'єднання не створено, мешканці зовсім не можуть отримати доступ до фінансування.

Відсутність державної підтримки: не існує системних механізмів державного стимулювання модернізації житлового фонду.

Міжнародний досвід [1, 9].

Країни Центральної Європи пропонують ефективні рішення для модернізації житлового фонду: поєднання державної підтримки та приватних інвестицій (наприклад, залучення комерційних кредитів із державними субсидіями дозволяє значно прискорити процес модернізації), створення механізмів для ОСББ: легкі доступи до кредитів та юридична підтримка ОСББ стимулюють їх розвиток.

Шляхи вирішення.

Зміни у законодавстві: зменшення порогу згоди для прийняття рішень у багатоквартирних будинках. Введення правових механізмів для залучення співвласників до управління.

Фінансова підтримка: створення пільгових умов для кредитування ОСББ. Розробка державних програм компенсації витрат на термомодернізацію.

Інформаційна підтримка: проведення роз'яснювальних кампаній серед населення щодо переваг модернізації. Надання прикладів успішних проєктів з інших країн.

Україна має реальну можливість покращити стан житлового фонду, скориставшись європейським досвідом та залучивши підтримку держави, міжнародних партнерів і громадян. Це дозволить знизити витрати на енергоресурси, підвищити комфорт проживання та забезпечити сталий розвиток житлово-комунальної сфери.

Енергетична безпека України: виклики та перспективи.

У глобальному соціально-економічному середовищі пріоритетним завданням кожної держави є забезпечення енергетичної безпеки. Це питання особливо важливе для країн, які обмежені у власних енергетичних ресурсах, таких як Україна та держави Європейського Союзу. Така ситуація посилює залежність від імпорту енергоносіїв і створює загрозу національній безпеці.

Ця проблема відображена в ключових документах, таких як Програма економічних реформ України на 2010–2014 роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» та Енергетична стратегія

України до 2035 року [9, 10]. Вони акцентують увагу на необхідності раціонального використання енергоресурсів, впровадження заходів енергозбереження та зменшення впливу енергетики на довкілля.

Житлово-комунальне господарство та енергоефективність.

Сектор житлово-комунального господарства (ЖКГ) є найбільш енергомістким серед інших сфер економіки. Це суттєво впливає на загальний обсяг викидів парникових газів: у 2005 році в Україні було витрачено 100,6 млн тон умовного палива, що призвело до викидів 324,9 млн тон CO<sub>2</sub>. Річна потреба ЖКГ у паливі становить приблизно 2200 млн ГДж, але технічно можливо скоротити цю величину на 800 млн ГДж [1, 2, 13].

На опалення житлових будівель щорічно витрачається понад 70 млн тонн умовного палива, що майже втричі перевищує аналогічні показники країн ЄС.

Енергозбереження у житловому секторі.

У 1993 році в Україні впроваджено нові норми теплового захисту будівель, а у 2007 році - удосконалені вимоги ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель", які відповідають стандартам ЄС. Завдяки цим нормам: Тепловтрати через вікна знижено на 13%, через стіни - на 24%.

Однак більшість будівель в Україні збудовано до 1994 року і не відповідає сучасним нормам. Наприклад, втрати тепла становлять: через зовнішні стіни - 30%, через перекриття підвалів і горищ -10%, через вікна та двері - 30%.

Міжнародний досвід.

У порівнянні з іншими країнами, Україна значно відстає за показниками енергоефективності [1, 2, 13]:

- у країнах західної Європи витрати енергії у житловому секторі становлять 150-260 кВт·год/м<sup>2</sup>;
- у скандинавських країнах – 120-150 кВт·год/м<sup>2</sup>, а для енергоефективних будинків – 60-80 кВт·год/м<sup>2</sup>;
- в Україні – 250-400 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Таблиця 1.1.

**Порівняльний аналіз вітчизняних норм та норм країн ЄС щодо опору теплопередачі огороджувальних конструкцій**

Країна	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> °С/Вт				Питомі тепловитрати кВт·год/м <sup>2</sup>
	Стіни	Покриття	Перекриття	Вікна	
Україна	22,8	3,3	3,3	0,6	90-180
Росія	2,9	3,7	4,2	0,4	95-195
Німеччина	18-5,0	5,8	3,5	0,7	30-70
Литва	3,33	5,55	4,0	0,52	-
Данія	3,3	5,0	3,4	0,4	55
Фінляндія	3,5	4,5	4,5	0,47	-
Польща	3,0	3,0	3,0	0,5	70-100
Словаччина	3,1	5,0	5,0	0,59	30-100
Канада	3,2-4,1	6,6	6,6	0,6	30-70

Рекомендації та перспективи.

Технологічна модернізація ЖКГ: впровадження нових систем тепlopостачання, утеплення будівель і заміна застарілого обладнання.

Державна підтримка: надання субсидій та компенсацій для заходів з термомодернізації. Розробка програм з пільгового кредитування ОСББ.

Стимулювання інновацій: використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для потреб житлового сектору.

Міжнародна співпраця: інтеграція європейських стандартів та досвіду у сфері енергоефективності.

Енергетична безпека та енергоефективність у житлово-комунальній сфері є ключовими завданнями для сталого розвитку України. Завдяки впровадженню комплексних реформ та інноваційних технологій можна значно скоротити споживання енергоресурсів, зменшити викиди парникових газів і підвищити якість життя населення.

### **1.3 Сучасні шляхи та методи підвищення енергоефективності житлових будівель [1, 2]**

Оцінка житлового фонду в Україні.

Аналіз житлового фонду міст України виявив характерні типи будівель, серед яких переважають середньо- і багатоповерхові секційні та коридорні будинки. Вони мають великий потенціал для підвищення енергоефективності завдяки заходам термомодернізації. До таких заходів належать: укрупнення об'єму будівель, формування житлових кварталів із раціональним використанням території, забезпечення універсальності та художньої виразності проектів.

Міжнародний досвід енергоефективності.

Дослідження 50 типових енергоефективних будівель у Європі показали ключові характеристики:

- раціоналізація енергії: використання альтернативних джерел для зменшення залежності від традиційних енергоресурсів;
- архітектурно-планувальні рішення: максимальна компактність форми будівлі та оптимальне розташування приміщень;
- конструктивні та технологічні рішення: використання сучасних ізоляційних матеріалів, ефективних інженерних систем;
- екологічність: мінімізація викидів парникових газів завдяки впровадженню технологій "пасивних будинків" (потреба в енергії для опалення становить менше 15 кВт·год/м<sup>2</sup> на рік).

Будівлі з нульовим енергоспоживанням (NZEB) та надлишковою енергією (Energy+) є зразком, що може бути впроваджений в Україні.

Проблеми та шляхи вирішення:

- ідентифікація проблем будівель: перед початком термомодернізації необхідно провести технічний огляд, енергоаудит, теплотехнічні розрахунки відповідно до норм ДБН б.в.2.6-31:2006 та ДСТУ-н а.2.2-5:2007;
- пріоритетність робіт: у випадку проблем з експлуатаційною надійністю, необхідно спершу усунути ці недоліки, після цього виконуються заходи термомодернізації;
- етапи робіт: усунення дефектів у зовнішніх теплових мережах та інженерних системах. виконання утеплення фасадів, заміна вікон та дверей на

енергоефективні. модернізація систем вентиляції, опалення, гарячого водопостачання.

План заходів із підвищення енергоефективності.

Для кожної будівлі має бути розроблена програма модернізації, яка включає:

- перелік ремонтних робіт із підвищенням експлуатаційної надійності;
- опис термомодернізаційних заходів із зазначенням термінів виконання;
- орієнтовний бюджет робіт;
- загальні рекомендації;
- забезпечення використання сертифікованих матеріалів;
- дотримання екологічних стандартів;
- впровадження розумних систем контролю енергоспоживання;
- інженерно-технічні заходи для підвищення енергоефективності будівель;
- комплекс заходів.

Для досягнення підвищення енергоефективності будівель важливо впровадити інженерно-технічні заходи, що охоплюють наступні напрямки:

- підвищення термічного опору конструкцій: використання теплоізоляційних матеріалів для зовнішніх стін, дахових і підвальних перекриттів. установлення енергозберігальних вікон і дверей. утеплення під'їздів, заміна вхідних дверей та вікон на утеплені конструкції;

- модернізація внутрішніх систем: часткова модернізація, включаючи встановлення автоматичних регуляторів теплового потоку та теплоізоляційних екранів. повна модернізація, що охоплює балансування систем опалення, встановлення енергоефективних приладів малої інерційності та терморегуляторів;

- оновлення зовнішніх інженерних мереж: використання сучасних трубопроводів із теплоізоляцією. впровадження автоматизованих систем управління тепловими мережами. реконструкція теплових пунктів із застосуванням енергоефективного обладнання. встановлення альтернативних

джерел енергії, таких як сонячні колектори чи котли з нічним акумулюванням енергії;

- системи вентиляції: впровадження вентиляційних систем із рекуперацією тепла витяжного повітря. використання локальних пристроїв з тепловими насосами для утилізації тепла;

- регулювання споживання енергоресурсів: облік і регулювання енергоспоживання з використанням автоматизованих систем. встановлення поквартирних вузлів обліку теплової енергії.

Рекомендації щодо реалізації заходів:

- аналіз умов: ураховуються кліматичні характеристики регіону, теплотехнічні властивості будівлі та мікрокліматичні умови;

- пакетні заходи: розробка кількох груп заходів з урахуванням фінансових можливостей і потенційної економії;

- сучасне обладнання: встановлення систем автоматизації теплових процесів та приладів-розподільовачів теплової енергії відповідно до ДСТУ EN 834/835.

Очікувані результати.

Комплексне впровадження зазначених заходів дозволяє: знизити тепловтрати через стіни, вікна та перекриття. Оптимізувати енергоспоживання завдяки сучасним системам автоматизації. Підвищити комфортність житла та зменшити витрати на опалення.

Застосування інженерно-технічних рішень не лише підвищує енергоефективність будівель, а й сприяє досягненню екологічних цілей за рахунок зниження викидів CO<sub>2</sub>.

Отже системний підхід до аналізу та модернізації житлового фонду в Україні дозволить значно скоротити енергоспоживання. Орієнтація на європейський досвід і впровадження сучасних стандартів енергоефективності можуть стати запорукою зниження витрат на комунальні послуги та покращення екологічної ситуації.

## 1.4 Дослідження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків

Аналіз рівня енергоефективності житлових багатоквартирних будівель.

На початок 2019 року структура житлового фонду України склала 1079,5 млн м<sup>2</sup> загальної площі. Значна частина цього фонду перебувала у міських поселеннях (64,2%). Більшість житлових будинків (98,1%) є будівлями квартирної типу. Лише 1,9% площі (20,4 млн м<sup>2</sup>) припадали на гуртожитки та житлові приміщення в нежитлових будівлях.

Квартирний склад: Загалом в Україні нараховується 19,3 млн квартир. Розподіл за кількістю кімнат такий [1, 2]:

- 19,3% - однокімнатні;
- 37,1% – двокімнатні;
- 33,0% – трикімнатні;
- 10,6% – чотири та більше кімнат.

Проблемні об'єкти: близько 2,9% загальної площі житлового фонду, що становить 31,2 млн м<sup>2</sup>, є незаселеними. Частина житлового фонду (приблизно 11,5 тис. будинків) перебуває на балансі підприємств-банкрутів або тих, що припинили діяльність.

Стан багатоквартирних будівель характеризується низьким рівнем енергоефективності. Застарілі системи управління, великі обсяги енергоспоживання та високий ступінь зношеності інфраструктури створюють суттєві виклики.

Основні проблеми:

- відсутність термомодернізації значної частини житлових будівель;
- неекономічне споживання ресурсів через застарілі системи опалення, водопостачання та вентиляції;
- невикористання сучасних технологій, таких як «Розумні системи» для моніторингу та управління енергоспоживанням.

Перспективи використання концепції «Розумна будівля».

Впровадження концепції «Розумна будівля» в багатоквартирних будинках може забезпечити:

- зниження енергоспоживання за рахунок автоматизованих систем управління освітленням, опаленням і вентиляцією;
- підвищення комфорту мешканців завдяки інтеграції розумних технологій у побут;
- екологічність через скорочення викидів парникових газів.

Для реалізації концепції необхідна модернізація існуючого житлового фонду, включаючи впровадження новітніх інженерних систем, таких як системи моніторингу енергоресурсів, інтегровані платформи для управління будівлею, та перехід на відновлювані джерела енергії.

Для представлення аналізу житлового фонду України станом на 1 січня 2018 року у графічному форматі використовуються такі візуальні матеріали.

На рис. 1.2 наведено структуру житлового фонду України за кількістю квартир у міських поселеннях та сільській місцевості у відсотковому співвідношенні. Цей графік демонструє, як розподілені квартири між цими двома категоріями поселень.

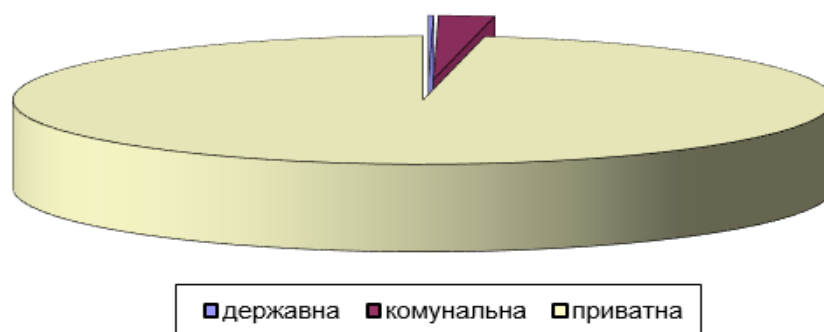


Рис. 1.2. Структура житлового фонду України за форматом власності на 01.01.2018 р.

На рис. 1.3 наведено структуру загальної кількості квартир житлового фонду України у розрізі кількості кімнат. Наприклад, яку частку становлять однокімнатні, двокімнатні та багатокімнатні квартири.

На рис. 1.4 наведено розподіл загальної площі житлового фонду України в залежності від кількості кімнат. Ці дані дозволяють оцінити, які типи квартир займають більшість площі у житловому фонді країни.

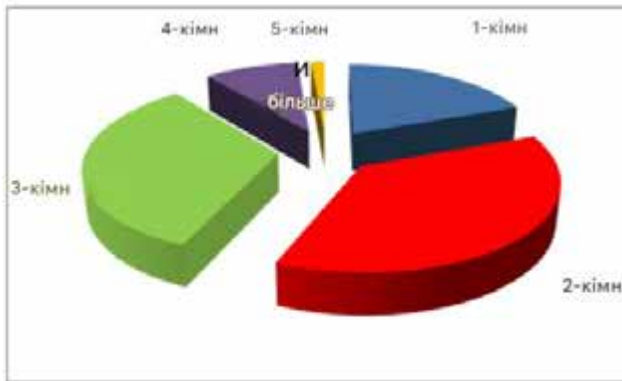


Рис. 1.3. Структура квартир житлового фонду України за кількістю кімнат на 01.01.2018р.

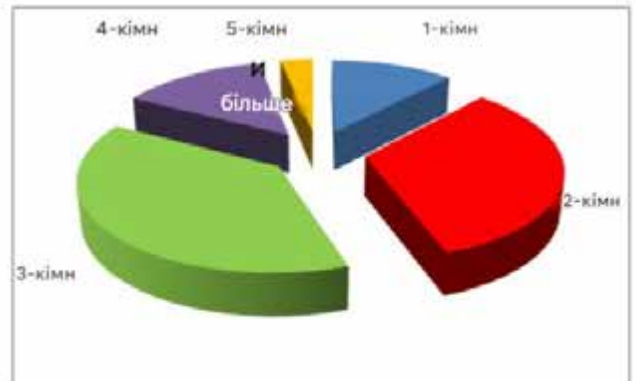


Рис. 1.4. Структура загальної площі квартир житлового фонду України за кількістю кімнат на 01.01.2018р.

Розподіл житлових будинків за роками побудови загалом по Україні станом на 1.01.2018 р. наведено на рис. 1.5.

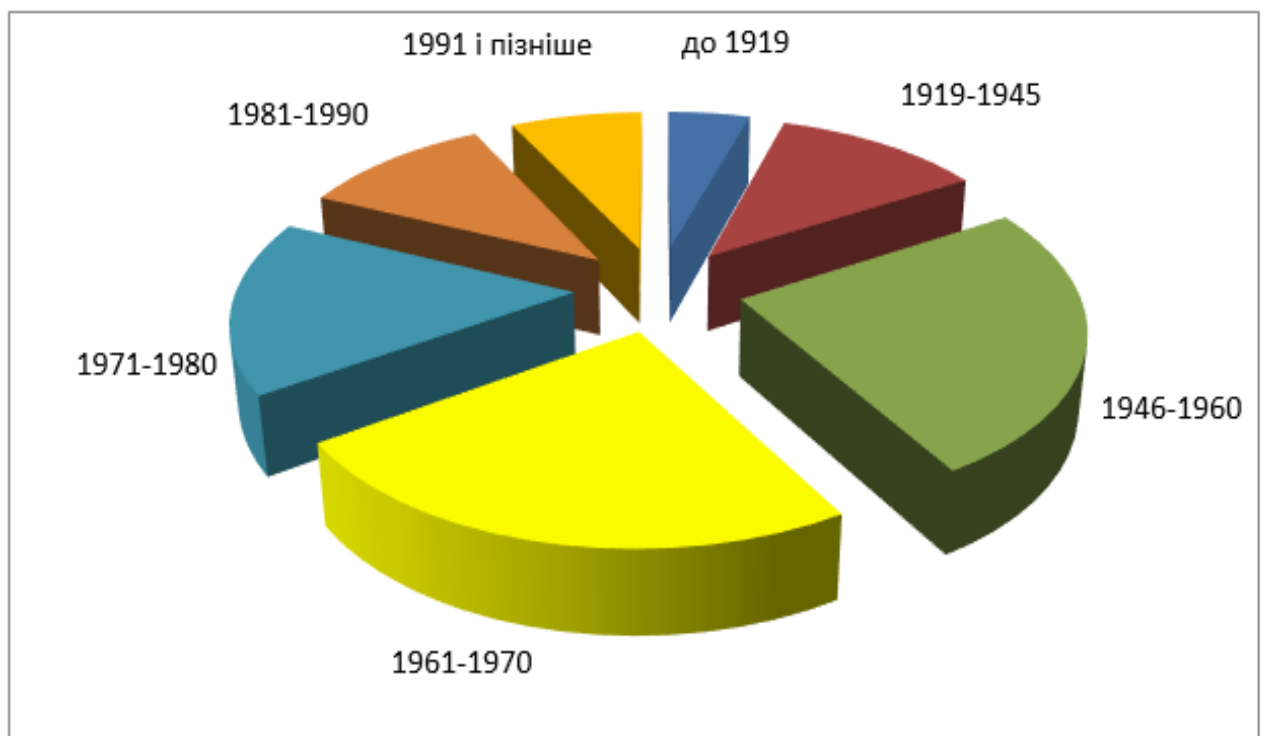


Рис 1.5. Розподіл житлових будинків за роками побудови на 01.01.2018 р.

Ці графічні матеріали надають візуальне уявлення про розподіл житлового фонду України, що спрощує аналіз стану та проблем житлового сектору.

Огляд статистики енергоспоживання житлового фонду України свідчить про значну частку цього сектору в загальному кінцевому енергоспоживанні (ЗКЕ). Згідно з Енергетичним балансом України за 2017 рік, житловий фонд площею 1079,5 млн м<sup>2</sup> спожив 24,8 млн тонн нафтового еквівалента (тне). Це склало близько 33,7% від загального кінцевого енергоспоживання країни у 2010 році.

Для порівняння, у 2008 році цей показник становив 23,34 млн тне, а у 2009 – 22,08 млн тне, що свідчить про поступове збільшення споживання енергоресурсів житловим сектором.

Структура розподілу енергоспоживання за видами енергії: На рис. 1.6 наведено розподіл енергоспоживання житлового сектору за типами енергії у 2018 році. Аналіз показує, що більшу частку займають традиційні джерела енергії: природний газ, електроенергія, тепла енергія, а також альтернативні джерела енергії займають все більшу роль.



Рис. 1.6. Баланс енергоспоживання житлового сектору за видами енергії у 2018 р.

Ці дані вказують на необхідність впровадження енергоефективних технологій та модернізації житлового фонду з метою зменшення енерговитрат та зниження залежності від традиційних джерел енергії.

Наявна статистика енергоспоживання житлового фонду України демонструє обмеженість даних для повної оцінки потенціалу енергозбереження в регіональному розрізі. Відсутність таких регіональних показників ускладнює розрахунки можливої економії енергоресурсів. Однак, доступна інформація дозволяє визначити середнє річне питоме енергоспоживання житлового фонду України, яке становить 267 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Порівняння з іншими країнами.

У Норвегії, зокрема поблизу Осло, середнє річне енергоспоживання домашніх господарств становить 140–170 кВт·год/м<sup>2</sup>. Це при тому, що кількість градусо-днів опалювального періоду в Осло сягає 4000, тоді як у найхолоднішій кліматичній зоні України цей показник в середньому становить 3750.

У Болгарії, яка кліматично відповідає 3–4 зоні України, показники енергоспоживання житлового сектору складають 100–130 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Ці порівняння підкреслюють низьку енергоефективність більшості житлових будівель в Україні, зокрема збудованих до 2000 року. Основними напрямками модернізації для таких будівель можуть бути:

Модернізація інженерних систем: заміна застарілого обладнання, оновлення систем опалення, вентиляції, водопостачання.

Теплоізоляція будівель: утеплення фасадів, дахів, підвальних перекриттів, заміна вікон і дверей на енергоефективні.

Впровадження сучасних технологій: інтеграція систем «Розумний будинок», які дозволяють автоматизувати управління енергоспоживанням, забезпечуючи значну економію.

Застосування комплексного підходу до термомодернізації та енергозбереження, включаючи встановлення систем автоматизації, таких як «Розумна будівля», може суттєво підвищити енергоефективність житлового сектору та зменшити витрати на енергоресурси в Україні.

## 1.5 Огляд систем та технологій «Розумна будівля» для житлових будинків

Важливість способів подачі інформації про енергоспоживання.

Ефективне впровадження концепції «Розумна будівля» базується на чіткому й інформативному представленні даних щодо енергоспоживання для користувачів. Це дозволяє мешканцям контролювати, аналізувати і змінювати свої звички споживання. Інформація має бути надана в зручній та зрозумілій формі, що включає як прямий, так і непрямий зворотний зв'язок [14].

Основні компоненти збору та обробки даних:

- збір даних: системи повинні фіксувати всі ключові показники енергоспоживання, інтеграція з датчиками й автоматизованими пристроями для забезпечення точності даних;
- обробка даних: використання аналітичного програмного забезпечення для аналізу даних, виявлення трендів, прогнозування пікових навантажень;
- візуалізація: дані подаються в зручному вигляді (графіки, таблиці, інтерактивні діаграми) інформація повинна бути зрозумілою для користувачів без спеціальної підготовки;
- управління та взаємодія: користувачі повинні мати можливість оперативно взаємодіяти із системою, системи повинні підтримувати двосторонній зв'язок;
- методи подачі інформації;
- прямий зворотний зв'язок: інформація в реальному часі щодо поточного енергоспоживання окремих пристроїв або систем, дані про пікові періоди споживання;
- непрямий зворотний зв'язок: щоденні або щотижневі звіти, оцінка енергоспоживання з рекомендаціями щодо економії.
- принципи ефективного зворотного зв'язку;
- прямий – надання даних у реальному часі;
- персоналізований – адаптація інформації під потреби користувачів.

- порівняльний – можливість аналізу поточного споживання у співвідношенні з історичними показниками;
- гнучкий – постійна модернізація технології з урахуванням відгуків користувачів.

Сучасні технології в системах «Розумна будівля» [14, 15, 16].

Технології базуються на інтеграції різноманітних сенсорів, систем управління та аналітичного програмного забезпечення: інтелектуальні лічильники для збору детальних даних про споживання електроенергії, води, газу. системи моніторингу навколишнього середовища (температури, вологості, освітленості). автоматизовані системи управління опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням. платформи для інтерактивного управління через смартфони або комп'ютери.

Застосування сучасних систем зворотного зв'язку і технологій управління енергоспоживанням є ключовим компонентом концепції «Розумна будівля». Ефективна реалізація цих систем дозволяє не лише оптимізувати витрати енергії, а й сприяє підвищенню екологічної свідомості мешканців.

## **1.6 Сценарії впровадження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків**

У сучасну епоху технологій та автоматизації концепція «Розумний будівля» (Smart Home) стає невід'ємною частиною житлового сектору. Вона інтегрує системи моніторингу, управління енергоспоживанням, побутової техніки та безпеки, забезпечуючи комфорт, економію та безпеку для мешканців. Технології Internet of Things (IoT) формують основу для розвитку «Розумних будівель», дозволяючи створювати інтерактивні системи, що адаптуються до потреб користувачів і середовища [16, 17].

Європейські стандарти та директиви.

Концепція «Розумного будинку» активно підтримується європейськими стандартами та політиками [1].

EN 15232 – визначає методи впливу систем автоматизації будівель на енергоефективність.

Директива щодо енергетичних характеристик будівель 2010/31/EU встановлює мінімальні стандарти енергоефективності для нових і реконструйованих будівель.

Energy Road Map 2050 сприяє розвитку сталих енергетичних технологій, включаючи автоматизацію та управління в будинках.

Ключові компоненти та функції «Розумна будівля»:

- енергозбереження: системи управління енергоспоживанням дозволяють мінімізувати витрати енергії, підлаштовуючи споживання під реальні потреби мешканців, використання технологій відновлюваної енергетики таких як сонячні панелі та теплові насоси;

- безпека: інтеграція систем відеоспостереження, детекторів руху та сигналізації, автоматичний контроль доступу через розпізнавання обличчя або мобільні пристрої;

- комфорт і автоматизація: управління освітленням, температурою, вентиляцією та побутовою технікою, автоматизація рутинних завдань, таких як відкриття штор, запуск приладів у визначений час;

- зв'язок та інтерактивність: інтеграція IoT для зв'язку між різними системами будинку, можливість дистанційного управління через смартфони та голосові асистенти;

- переваги та бар'єри впровадження;

- переваги: економія енергоресурсів до 30% завдяки оптимізації процесів, підвищення комфорту та безпеки мешканців. Зниження впливу будівель на довкілля;

- бар'єри: висока початкова вартість впровадження технологій. Недостатній рівень обізнаності споживачів, інфраструктурні обмеження старого житлового фонду.

Майбутнє «Розумних будинків»

Очікується, що найближчим часом «Розумні будинки» будуть оснащені штучним інтелектом для прогнозування потреб мешканців. Розвиток технологій IoT сприятиме кращій інтеграції пристроїв, що зробить управління будинками ще зручнішим і ефективнішим [16, 17, 18].

Через стрімке зростання споживання електроенергії у багатоквартирних будинках та дедалі жорсткіші екологічні й нормативні обмеження, потреба у підвищенні загального ККД електрообладнання є вкрай актуальною. Вирішення цієї проблеми частково пропонують технології «Розумного будинку» та інтелектуальних мереж, які дозволяють оптимізувати використання електроенергії через системи моніторингу та двонаправленого зв'язку. Такі технології сприяють зменшенню навантаження на мережі, стабілізації енергетичної інфраструктури, зниженню втрат у лініях передачі та зменшенню експлуатаційних витрат. Вони дозволяють узгоджувати попит із пропозицією, забезпечуючи ефективне управління енергією. За даними досліджень, до 40% первинної енергії у світі споживають саме будівлі. Підвищення їхньої енергоефективності має вирішальне значення для скорочення «вуглецевого сліду» та раціонального використання ресурсів. «Розумні будинки» інтегрують побутову техніку в єдину систему, якою можна керувати в реальному часі. У дослідженнях було доведено, що надання користувачам інформації про енергоспоживання в реальному часі може стимулювати зміну поведінки та скорочення витрат до 30%. Крім того, «розумні» мережі забезпечують ефективний зв'язок між будівлями та енергогенеруючими системами, дозволяючи керувати потоками енергії в обох напрямках. Сьогодні активно розгортаються датчики та системи автоматизації, які сприяють розвитку інтелектуальних мереж. Традиційна структура енергосистеми змінюється: користувачі стають не лише споживачами, але й виробниками енергії, передаючи надлишки в мережу. У цьому контексті «Розумні» мережі здатні не лише керувати потоками енергії, а й забезпечувати баланс між попитом і пропозицією. Останні тенденції свідчать, що споживачі дедалі частіше зацікавлені у пристроях для моніторингу та управління енергією. Завдяки

урядовим ініціативам та вимогам галузі, ринок таких рішень має значний потенціал для зростання. Енергоефективні протоколи маршрутизації та системи енергоменеджменту надають користувачам доступ до даних про споживання енергії, забезпечуючи простоту використання, безпеку та конфіденційність.

Впровадження концепції «Розумна будівля» для житлових будинків – це не лише технологічна інновація, але й практичний крок до створення сталого середовища, зниження витрат на енергоресурси та підвищення якості життя мешканців.

## **РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ»**

З моменту розвитку інженерних систем (мереж) та технологій в області інженерних комунікацій в будівництві розробники та інженери почали шукати нові рішення для об'єднання складних і численних підсистем в будівництві, щоб об'єднати їх в одну гнучку, легко налаштовувану і масштабовану систему. Електропостачання та розподіл електроенергії в будівлях, системи контролю мікроклімату та управління навантаженням, тощо. Кожен розділ цих систем мав свій протокол та особливості монтажу. У багатьох розробників інсталяційного обладнання з'явився концепт цифрової шини передачі даних для поєднання інженерних підсистем в одну еко мережу. Це дозволило поліпшити параметри моніторингу, управління та отримання зворотного зв'язку від проєктованого об'єкта. Це також створило підґрунтя для побудови найбільш енергоефективних проєктів в будівництві.

### **2.1 Аналіз систем «Розумна будівля» (опис системи «Розумна будівля»)**

Порівняння традиційної системи та системи з шинною технологією.

Традиційна система. З використанням класичної електромережі, у разі пере налаштування і модернізації системи в залежності від різних потреб користувача, неминуче призводить до ускладнення схем, де кожна функція повинна забезпечуватися окремими незалежними кабельними з'єднаннями. Це, звичайно ж, спричинить за собою значне збільшення часу, необхідного для установки таких систем і стане перешкодою для інтеграції нових функцій в систему. Також не можна недооцінювати проблему прокладання великої кількості кабелів, що може призвести до необхідності проведення будівельних робіт на вже уведеному у експлуатацію об'єкті що призведе до значних капіталовкладень [14, 16, 18].

У будівлі з традиційною кабельною розводкою для керування двома різними системами освітлення з різних місць вимагатимуть прокладання більшої кількості кабелів. Додавання ще одного блоку керування до коробки проводки збільшує кількість провідників і зменшує об'єм усередині самої монтажної коробки.



Рис. 2.1. Приклад традиційного підключення

Система з використанням шинної технології.



Рис. 2.2. Приклад системи на базі шинної технології.

Описані вище проблеми можна вирішити за допомогою нових цифрових систем, що складаються з пристроїв, які можуть «спілкуватися» один з одним. Кожен такий пристрій оснащений «інтелектуальною» схемою, яка забезпечує як обробку інформації, так і її передачу на інші пристрої. Засобом передачі

інформації від одного пристрою до іншого є так звана шина, що представляє собою звичайну звиту пару, яка одночасно забезпечує живлення і обмін інформацією між пристроями, підключеними паралельно.

Система на основі шини забезпечує ті ж функції, що й традиційна кабельна система, при використанні меншої кількості провідників (тільки вита пара). Модифікація блоків управління і функціоналу не вимагає змін в кабельній розводці. Досить змінити конфігурацію самих пристроїв.



Рис. 2.3. Приклад підключення за допомогою шини

Кожен пристрій, підключений до системи, має свій інтерфейс і свій логічний блок (мікропроцесорний модуль), за допомогою якого здійснюється керування функціями системи. Пристрій розпізнає надіслані йому команди та обробляє їх в рамках заданих параметрів. Пристрої, підключені до шини, відрізняються від пристроїв Традиційний типу технічно, але не функціонально. Наприклад, щоб увімкнути освітлення, потрібно натиснути на кнопку керуючого приладу, який відправить цифровий сигнал на активуючий пристрій, підключений до лампи.

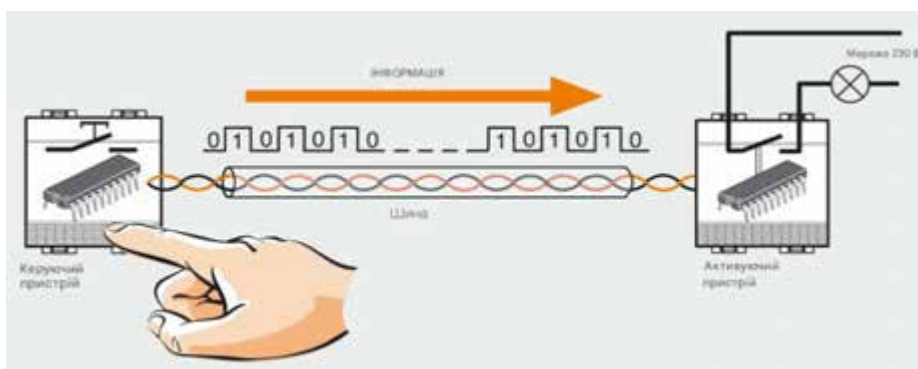


Рис. 2.4. Приклад передачі цифрового сигналу по цифровій шині

Приклад та переваги при використанні шинної технології

Функціональні переваги системи з шинною організацією забезпечують «Розумні» пристрої, які виглядають і працюють так само, як і традиційні.

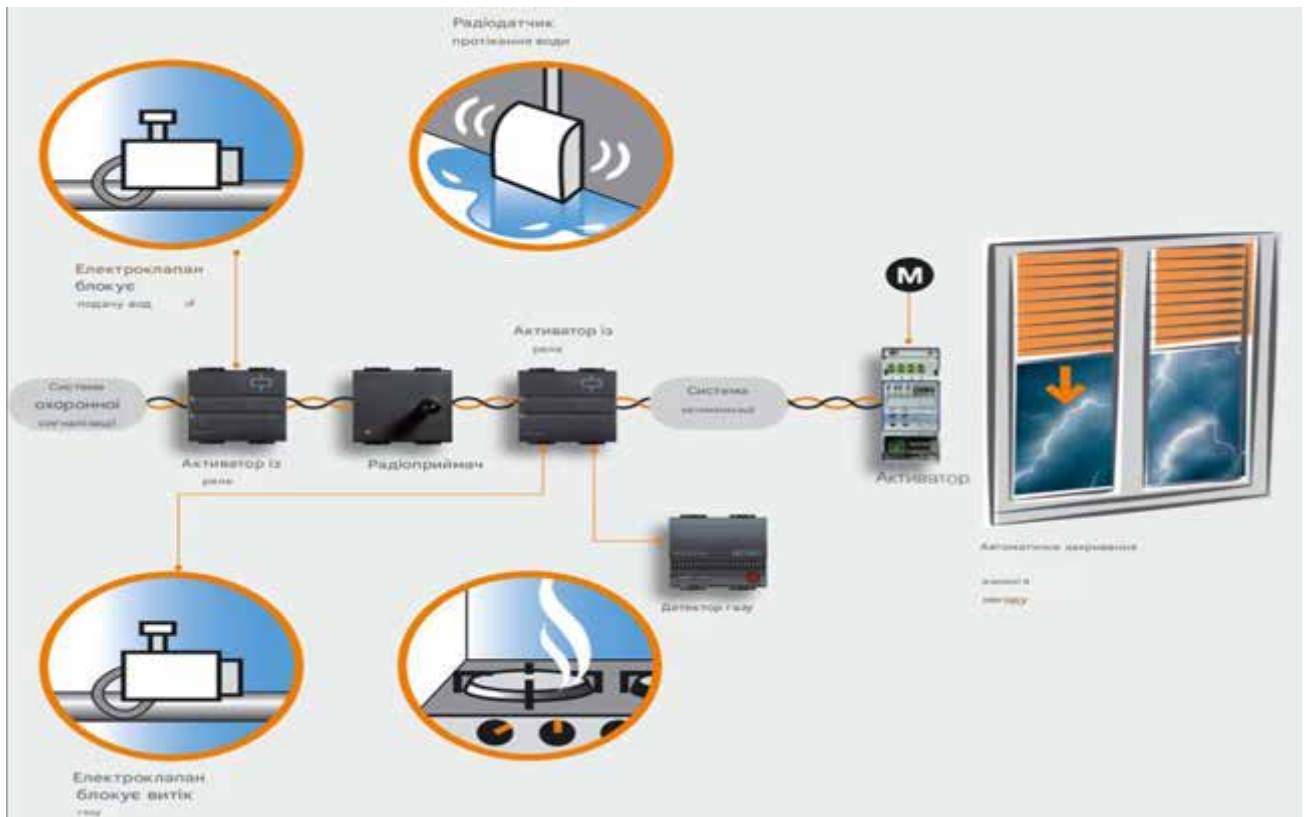


Рис. 2.5. Приклади застосування технічної сигналізації

У разі несанкціонованого проникнення або аварійної ситуації система відреагує включенням сирен системи технічної сигналізації. Та активує пристрої системи автоматики для блокування витоку води і витоку газу, закриття жалюзі в разі дощу, тощо. Відправить повідомлення користувачу про подію.

Вирішення багатьох проблем для людей з обмеженими можливостями.

Датчики та багато інтерфейсів можуть використовуватися з пристроями «Розумний будинок», що робить використання електрообладнання з допоміжними пристроями для людей з обмеженими можливостями більш зручним. Особливо зручні ІЧ-пульти та радіопередавачі, за допомогою яких користувач може легко керувати домашньою технікою: жалюзі, освітленням, тощо за допомогою SOS-медальйона у разі виникнення проблем.



Рис. 2.6. Датчики та інтерфейси «Розумна будівля»

Приклади розширення системи на базі шинної технології.

Розширення або модифікація систем автоматизації є досить простими і виконуються без пошкодження цілісності стін або змін в існуючій електропроводки проекту. Це досягається завдяки використанню спеціальних інтерфейсів і пристроїв, наприклад що функціонують в радіодіапазоні, які можна розмістити в будь-якій точці проекту.



Рис. 2.7. Радіо і провідна система автоматизації

Дбайливе ставлення до природи.

З низьковольтним блоком живлення (постійний струм), звитою парою та малопотужними пристроями система «Розумна будівля» є повноцінною електричною системою з низьким електромагнітним випромінюванням.

Отже, з системою «Розумна будівля» в середині дому, можна не переживати, чи не забули ви вимкнути праску, чи є напруга в розетках дитячої кімнати, коли дитина сама по собі, коли включати полив або вимикати освітлення двору. А як вам економити на опалювальних ресурсах 50%, логічні сценарії для старту генератора або сигналізація про витік води або витік газу. З системою «Розумна будівля» вам доведеться забути про те, що ви не обслуговували вентиляційний фільтр або спрацював захист який відключає тепловий насос взимку, і ви про це не знаєте. Спрацювала охорона сигналізація?, система «Розумна будівля» миттєво посилить ефект сигналізації в сценаріях освітлення і допоможе сусідам звернути увагу до нестандартних ситуацій зовні та всередині будинку.

## **2.2 Елементи системи «Розумна будівля»**

Протоколи [20].

Протоколи зв'язку є основою взаємодії між smart-пристроями та їх екосистемою. Це своєрідна «мова», яка дозволяє розумним пристроям розуміти одне одного та функціонувати як єдиний механізм.

Для ефективної роботи важливо не лише передавати інформацію, але й робити це у зрозумілому форматі — саме цим займається протокол, що об'єднує всі компоненти системи. Наприклад, завдяки протоколам, що використовуються для керування сучасних систем освітлення створюється можливість впровадження в проект сучасних рішень котрі дозволяють створити функціональну екосистему з можливістю керування та моніторингу всієї системи в цілому з використанням багатьох функцій таких як керування яскравістю, кольоровою температурою, застосування складних сценаріїв що

приводить до максимального рівня комфорту та енергоефективності. Таке поєднання забезпечує комфорт, енергоефективність і безпеку в повсякденному житті.

Існує широкий спектр протоколів для зв'язку пристроїв. Серед них є як добре знайомі Wi-Fi і Bluetooth, так і сучасні рішення, такі як Zigbee, Z-Wave, Modbus, Dalí та інші. Розглянемо детальніше кожен із цих протоколів.

## Протокол Zigbee



Zigbee, що виник у 90-х роках, зарекомендував себе як надійний стандарт для домашньої автоматизації. Це малопотужний, зашифрований локальний протокол зв'язку, який активно використовується у «Розумних будинках».

Сьогодні Zigbee вважається одним із найпопулярніших протоколів для IoT-пристроїв. Він здатен підтримувати до 65 тисяч пристроїв у мережі завдяки мережевій топології. Мережа Zigbee має пористу структуру, де майже кожен підключений дротовий пристрій може виконувати функцію хаба. Це забезпечує високу надійність та стійкість системи до відмови. Основу мережі складає Zigbee-шлюз, до якого підключаються інші smart-гаджети. Дротові пристрої виконують роль мостів і здатні підтримувати до 20 кінцевих пристроїв, що дозволяє значно збільшити зону покриття мережі.

Однією з переваг Zigbee є можливість створення локальної мережі, яка не залежить від інтернет-з'єднання. Передача даних між пристроями шифрується, а енергоспоживання залишається мінімальним. Однак, пропускна здатність протоколу досі невисока і становить близько 250 кбіт/с, що підходить для більшості завдань «Розумного будинку». Zigbee базується на фізичному та каналному (MAC) рівнях стандарту IEEE 802.15.4. Він функціонує в

неліцензованому діапазоні ISM 2,4 ГГц, який є універсальним у багатьох країнах. Однак у деяких регіонах також використовуються альтернативні частоти. Наприклад, у Сполучених Штатах популярною є частота 915 МГц, у Європі — 868 МГц, а в Китаї — 784 МГц. У кожній мережі Zigbee використовується лише один канал або частотний діапазон, обраний під час налаштування, що дозволяє уникнути перешкод та забезпечити стабільність зв'язку.

### Протокол Z-Wave



Протокол Z-Wave — це спеціалізоване бездротове рішення для управління домашньою автоматикою. На відміну від Bluetooth і Wi-Fi, які спочатку мали інші призначення, а згодом були адаптовані для систем «Розумна будівля», Z-Wave створювався саме для задач автоматизації житла.

Цей протокол працює у низькочастотному діапазоні близько 900 МГц, який зазвичай не використовується іншими радіопристроями. Завдяки цьому Z-Wave менш чутливий до радіоперешкод, а нижча частота дозволяє сигналу краще долати стіни та інші фізичні перешкоди. Мережа може об'єднувати до 232 пристроїв, що дозволяє легко масштабувати екосистему.

Z-Wave використовує комірчасту (mesh) топологію, завдяки якій мережа стає більш стабільною та надійною з кожним новим підключеним пристроєм. Смарт-гаджети, які живляться від електромережі, можуть виступати як ретранслятори сигналу, забезпечуючи передачу даних між пристроями до кінцевого контролера. Це гарантує стабільність роботи навіть у великих системах.

Важливою перевагою Z-Wave є те, що мережа є повністю локальною, і її функціонування не залежить від інтернет-з'єднання. Це означає, що всі пристрої продовжуватимуть працювати навіть у разі перебоїв з мережею Lan.

До недоліків Z-Wave належить обмежена пропускна здатність близько 100 кбіт/с, що є значно нижчим показником у порівнянні з Wi-Fi і навіть Bluetooth.

На сьогоднішній час Z-Wave не є досить популярною системою на території України завдяки більш високій вартістю зокрема у порівнянні з пристроями Zigbee.

## Протокол Modbus



Протокол Modbus використовується для передачі даних між приймачами і передавачами через одну виту пару, яка слугує виключно для передачі даних. Живлення для приймача і передавача забезпечується окремо, що вимагає додаткових джерел живлення.

Основні характеристики протоколу.

Метод передачі сигналу.

Передача здійснюється через різницю напруг на кінцях сигнальних проводів. Це забезпечує стійкість до перешкод і ефективну передачу даних на великі відстані.

Можливості мережі:

- максимальна кількість пристроїв на одній лінії (з використанням підсилювачів) - до 256;
- максимальна довжина кабелю — до 1200 метрів;

Для зменшення впливу електромагнітних перешкод, особливо на великих відстанях, рекомендується використовувати екрановану виту пару.

Середовища передачі даних Modbus підтримує передачу даних через різні фізичні інтерфейси:

- RS-485 - основний стандарт для промислових мереж завдяки його стійкості до перешкод;
- RS-422 і RS-232 - використовуються для зв'язку на менших відстанях або для спеціальних застосувань;
- TCP/IP — дозволяє інтегрувати протокол у сучасні мережі Ethernet.

Протокол Modbus широко використовується в промисловості для зв'язку між електронними пристроями, такими як контролери, датчики, вимірювальні прилади та виконавчі механізми. Завдяки його простоті й універсальності, він залишається одним із найпоширеніших стандартів у сфері автоматизації та моніторингу. Modbus забезпечує надійний обмін даними, особливо в умовах промислових об'єктів, де важливі стабільність і простота інтеграції.

#### Принцип роботи

Контролери на шині Modbus обмінюються даними за допомогою моделі master-slave на основі транзакції запиту та відповіді.

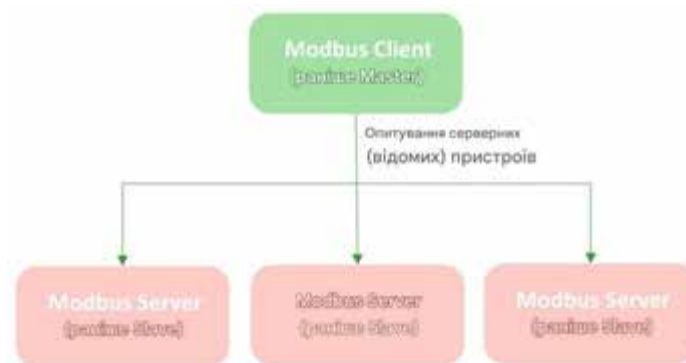


Рис. 2.8. Архітектура Master- Slave на основі протоколу Modbus

Переваги протоколу Modbus.

Простота впровадження, діагностики та налагодження.

Використання стандартних інтерфейсів (RS-232/RS-485, Ethernet) спрощує розробку і впровадження. відсутність необхідності в спеціалізованих чіпах для реалізації протоколу.

Низькі вимоги до ресурсів - modbus розроблено для роботи навіть на 8-розрядних процесорах, тому він не потребує значних обчислювальних ресурсів.

Підходить для застосування на будь-якій операційній системі та з мінімальним апаратним забезпеченням.

Універсальність і відкритість - широка підтримка драйверів у промислових системах АСУ ТП. Визнаний стандарт де-факто для інтеграції обладнання різних виробників. Забезпечує сумісність і обмін даними між різними пристроями завдяки єдиному протоколу.

Недоліки протоколу Modbus:

- відсутність вбудованої аутентифікації та шифрування - передача даних небезпечна без додаткових механізмів захисту (VPN, TLS для Modbus TCP). Modbus Security (з підтримкою TLS) ще не отримав широкого розповсюдження;

- ручна початкова ініціалізація системи - адреси та параметри для кожного пристрою потрібно задавати вручну. Шаблони, розроблені окремими виробниками, не завжди забезпечують повну інтеграцію з обладнанням інших постачальників;

- обмежені типи даних - стандартно підтримуються лише біти та 16-розрядні регістри. Відсутність єдиного підходу до обробки таких типів, як числа з плаваючою комою чи рядки, призвела до розбіжностей у реалізації різними виробниками;

- обмеження моделі Master-Slave - серверні пристрої (slaves) не можуть: відправляти інформацію клієнту (master) без його запиту, ініціювати передачу даних, виявляти втрату зв'язку з клієнтом, а також серверні пристрої не взаємодіють між собою без участі клієнта;

- відсутність Multi-Master для RS-232/RS-485 - інші протоколи для тих же інтерфейсів підтримують кілька майстер-пристроїв, чого Modbus не забезпечує.

Перелічені обмеження мають і зворотний бік - завдяки простоті й мінімальному функціоналу протокол Modbus залишається легким у реалізації, надійним та швидким для впровадження в промислових умовах. Його базова структура та універсальність компенсують відсутність деяких сучасних функцій.

## Протокол Dali



DALI (Digital Addressable Lighting Interface) — це сучасний протокол для управління освітленням, який широко використовується в офісах, торгових центрах, конференц-залах та громадських будівлях. Його функціональність дозволяє організувати гнучке й ефективне керування освітлювальними пристроями. Керування освітленням відбувається за допомогою таких пристроїв, як електронні баласты (для люмінесцентного світла) та димери (для ламп розжарювання).

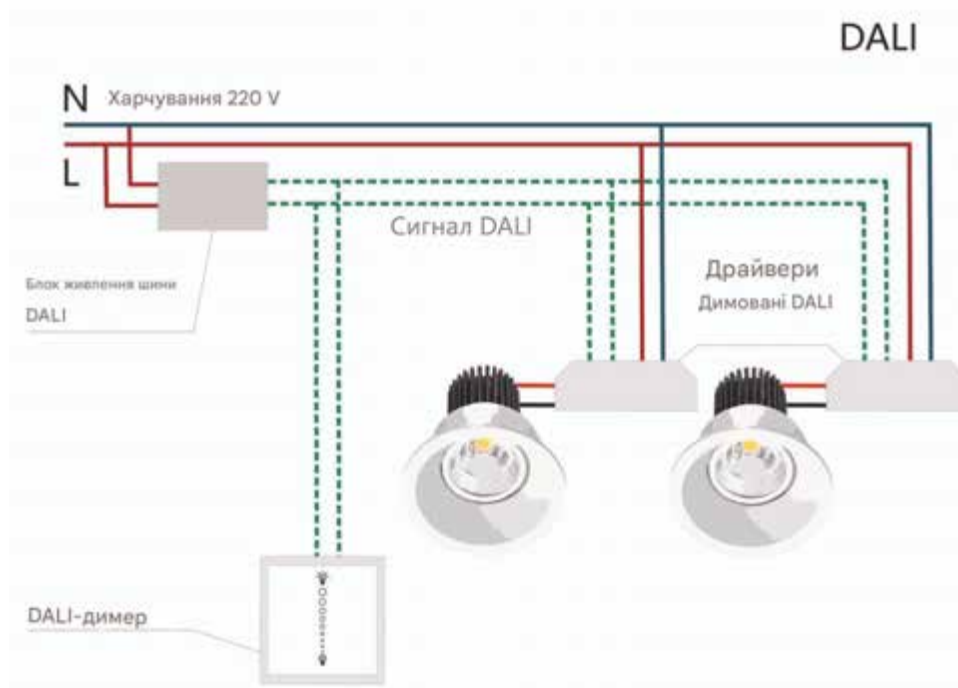


Рис. 2.9. Приклад роботи протоколу Dali

Протокол DALI забезпечує ефективне управління освітленням на основі чітко визначених правил. Ці правила дозволяють підтримувати силові навантаження в межах норми та забезпечують зручність взаємодії з іншими

системами, такими як KNX або MyHome, через шлюзи для двостороннього обміну даними.

Система DALI може працювати автономно або бути інтегрованою в загальну інфраструктуру управління будівлею. Протокол підтримує роботу з різними типами освітлювальних пристроїв, включаючи: датчики присутності, релейні модулі, інтерфейси керування.

Управління елементами освітлення реалізується через команди, які містять адреси виконавчих пристроїв і визначають їхні дії. Передача команд здійснюється у закодованому вигляді.

Типи команд DALI:

- групові команди - адресовані одразу всій групі пристроїв.
- персональні команди - спрямовані на конкретний пристрій.
- ширококомовні команди - розсилаються всім пристроям у мережі.
- сценарії - набір дій різних пристроїв, що викликаються єдиною командою.
- команди стану - дозволяють дізнатися поточний стан пристроїв, їхню працездатність та інші параметри.

Технічні параметри протоколу DALI:

- максимальна довжина лінії - 300 метрів із проводом перетином 1,5 мм<sup>2</sup>;
- швидкість передачі даних - 1200 біт/с;
- напруга живлення - 9,5–22 в;
- кількість пристроїв - до 64 пристроїв на одну шину з можливістю об'єднання в 16 груп;
- кількість сценаріїв - до 16.

Монтаж і експлуатація.

Полярність проводів під час монтажу не має значення, що спрощує інсталяцію. Можна використовувати будь-які схеми підключення: окремий кабель із потрібною кількістю жил або передавати сигнал через силовий кабель. Протокол DALI забезпечує просту діагностику несправностей і легке усунення помилок.

Особливості та переваги DALI:

- двосторонній обмін даними - система дозволяє контролювати статус пристроїв у реальному часі: рівень яскравості, поточний стан (увімкнено/вимкнено), технічні характеристики підключеного обладнання;

- універсальність - підтримує управління як внутрішнім, так і зовнішнім освітленням та не залежить від наявної електромережі об'єкта;

- надійність - енергонезалежна пам'ять дозволяє зберігати налаштування навіть після відключення живлення, висока стійкість до несправностей і позаштатних ситуацій.

DALI - це універсальне рішення для створення систем освітлення в «Розумних будинках» та великих об'єктах. Завдяки високій надійності, підтримці складних сценаріїв та інтеграції з іншими протоколами.

Елементна база «Розумний будинок»

Система включає кілька типів пристроїв, кожен із яких виконує специфічну роль у мережі автоматизації.

### 1. Датчики (сенсори)

Датчики фіксують зовнішні події, які викликають певну реакцію системи.

Вони можуть бути:

- сенсорні настінні панелі та вимикачі — для ручного управління;
- датчики фізичних параметрів (температури, вологості тощо) - реєструють зміни в середовищі;
- датчики руху - визначають наявність людей у приміщенні;
- таймери - запускають сценарії в заданий час, при виникненні події (наприклад, натискання кнопки або перевищення температури) датчик передає команду через мережу, ініціюючи відповідну реакцію інших пристроїв.

## Датчики (сенсори)



Рис. 2.10. Датчики (сенсори)

### 2. Виконавчі механізми

Ці пристрої відповідають за виконання команд, отриманих від датчиків:

- диммери - регулюють яскравість освітлення
- релейні модулі - керують увімкненням або вимкненням електропристроїв (навантаження, розетки, групи освітлення, тощо)
- модулі управління жалюзі - відповідають за відкриття, закриття або налаштування положення.
- виконавчі механізми впливають на стан обладнання (включення/виключення, відкриття/закриття), забезпечуючи виконання заданих сценаріїв.



Рис. 2.11. Виконавчі пристрої

### 3. Системні пристрої

Вони забезпечують роботу та налаштування всієї мережі:

- блоки живлення - подають енергію на систему,
- інтерфейсні модулі - дозволяють програмувати пристрої через USB, IP, Wi-Fi або інші з'єднання та забезпечують інтеграцію з сторонніми системами;
- лінійні роз'єми - забезпечують фізичне підключення пристроїв у мережі;
- логічні модулі - обробляють сценарії автоматизації;

- WEB сервер - використовується для налаштування пристроїв системи, а також для локального та віддаленого управління функціями зі додатком для смартфонів або планшетів Android та iOS;

- центральні сенсорні консолі керування – використовується для локального управління і моніторингу всієї системи незалежно від стану Wi-Fi та мережі Internet та відображає стан системи і керує вбудованими функціями.



Рис. 2.12. Сенсорна панель KNX EAE MIOLA 50508

Системні пристрої є критично важливими для функціонування мережі і виконують роль базового інфраструктурного компонента.

Ці компоненти разом утворюють гнучку, надійну мережу, здатну адаптуватися до потреб користувача.

## СИСТЕМНІ ПРИСТРОЇ



Рис. 2.13 Системні пристрої

## 4. WEB інтерфейс користувача

WEB інтерфейс користувача є невід'ємною частиною любого проекту «Розумного будинку» і дозволяє комфортне та функціональне керування функціями «Розумний будинок» користувачем.



Рис. 2.14. Приклад WEB інтерфейс користувача

## 2.3 Порівняння виробників «Розумна будівля» [20, 21, 22]

Сучасні системи автоматизації для «Розумних будівель» відіграють ключову роль у підвищенні комфорту, енергоефективності та безпеки. Серед безлічі доступних рішень особливу увагу привертають два відомі протоколи - KNX і SCS (Vticino, торговельна марка Legrand).

KNX є глобальним стандартом автоматизації будівель із відкритою архітектурою, який підтримується понад 500 виробниками. Цей протокол забезпечує децентралізовану роботу пристроїв і сумісність із широким спектром обладнання різних виробників.

SCS (Sistema Cablaggio Semplificato), розроблений компанією Vticino (входить до групи Legrand), — це фірмове рішення, орієнтоване на спрощене впровадження та інтеграцію систем автоматизації в житлових і комерційних об'єктах. Протокол SCS спеціалізується на управлінні освітленням, енергоспоживанням, жалюзі, відеодомофонією та іншими функціями, що зосереджені на потребах кінцевого користувача.

Порівняння KNX і SCS дозволяє оцінити їх переваги, недоліки, сумісність, гнучкість у застосуванні та відповідність вимогам різних проектів. Ці два підходи представляють різні школи автоматизації: відкритість і універсальність KNX проти інтегрованої простоти та оптимізації SCS.

### Протокол KNX



Стандарт шини KNX був еволюцією попередньої розробки EIB (European Installation Bus). Зараз цю технологію підтримують понад 500 компаній у всьому світі, що виготовляють пристрої з логотипом KNX.

У лютому 1990 року в Брюсселі (Бельгія) була створена організація EIBA (European Installation Bus Association). Її засновниками стали 15 провідних компаній, серед яких Siemens, Gira, ABB, Berker, Jung та інші. Основними завданнями асоціації були популяризація технології на ринку, забезпечення якості та сумісності обладнання, яке випускається її учасниками, а також розробка навчальних програм для спеціалістів.

За кілька років після створення EIBA понад 100 компаній у Європі та світі почали пропонувати сертифіковану продукцію, що відповідала вимогам EIB. Сьогодні, у 2024 році, під логотипом KNX свою продукцію виробляють понад 500 компаній по всьому світу.

У травні 1999 року три європейські організації, які займалися автоматизацією будівель, об'єдналися, утворивши асоціацію, яка отримала назву KNX Association. Разом із цим відбулося об'єднання трьох технологій: EIB (European Installation Bus), EHS (European Home System) та Votibus. При цьому технологія EIB стала основою нового стандарту, складаючи приблизно 80–90% від його структури, через що деякі експерти досі називають його EIB/KNX. У 2003 році технологія KNX була офіційно затверджена як європейський стандарт EN 50090, а в 2006 році отримала статус міжнародного стандарту ISO/IEC 14543.

KNX - перевірений часом протокол, який є одним із найпопулярніших у сфері автоматизації будівель. Його головна перевага - можливість працювати на різних фізичних рівнях, таких як виті пари, електромережі, інфрачервоні порти, Ethernet та радіочастотні канали (RF).

Система KNX побудована за принципом децентралізованої топології. Протокол KNX можна описати за моделлю OSI (Open Systems Interconnection). Це однорангова розподілена мережа з подієвим управлінням, що дозволяє ефективно організувати автоматизацію без необхідності централізованого керування. Кожен модуль у системі працює незалежно, не залежачи від інших компонентів. Завдяки цьому, у разі виходу з ладу одного з пристроїв, решта екосистеми продовжує функціонувати без збоїв.

Система KNX у більшості проектів використовує спеціальну виділену провідну шину на основі витої пари (KNX TP), яка забезпечує передачу даних зі сталою швидкістю 9600 біт/с. Це вимагає попереднього проектування та прокладання кабелів під час будівництва або ремонту.

Хоча стандарт KNX підтримує й інші середовища передачі, такі як радіоканал (KNX RF) у діапазоні 868,0–870,0 МГц та IP-мережі (KNX IP), наприклад, Ethernet, їх застосовують рідше. Як альтернативу, можна використовувати схему виведення всіх індивідуальних споживачів на загальний щиток, що усуває необхідність у прокладанні окремої шини. Обидва варіанти можна комбінувати за умови відповідності стандартам KNX.

Абоненти (пристрої), підключені до шини (мережі), можуть обмінюватися інформацією через загальний канал передачі - шину . У цьому випадку інформація, яка має бути передана, упаковується в телеграму та надсилається по кабелю від датчика до одного або кількох актуаторів прийому телеграм . Передача здійснюється шляхом модуляції напруги в мережі, а логічний нуль передається у вигляді імпульсу з амплітудою приблизно  $\pm 6$  В. Відсутність імпульсу інтерпретується як логічна одиниця. Телеграми надсилаються пакетами по 8 інформаційних байт. Для роботи системи необхідно не тільки встановити пристрої та підключити їх необхідними кабелями між собою та до електромережі, а й запрограмувати пристрої за допомогою програмного забезпечення ETS . У одній мережі кожен пристрій повинен мати унікальну індивідуальну фізичну адресу. Присвоєння адреси здійснюється через ETS. Групові (логічні) адреси можуть бути призначені активним пристроям у системі, незалежно від їх розташування та значень фізичної адреси. Актуаторам можна призначити кілька групових адрес, але датчики можуть надсилати телеграму лише на одну адресу. У складних системах зазвичай використовується трирівнева система групової адресації. Комунікаційні об'єкти, між якими відбувається перемикання, можуть мати розмір від 1 біта до 14 байт, залежно від функції, яку виконує об'єкт. Кількість об'єктів зв'язку може відрізнитися в залежності від пристрою.



Рекомендовано використовувати кабель  $2 \times 2 \times 0,8$ , хоча для роботи шини вистачає однієї пари для передачі даних. Друга пара може використовуватись для додаткового живлення чи як резерв.

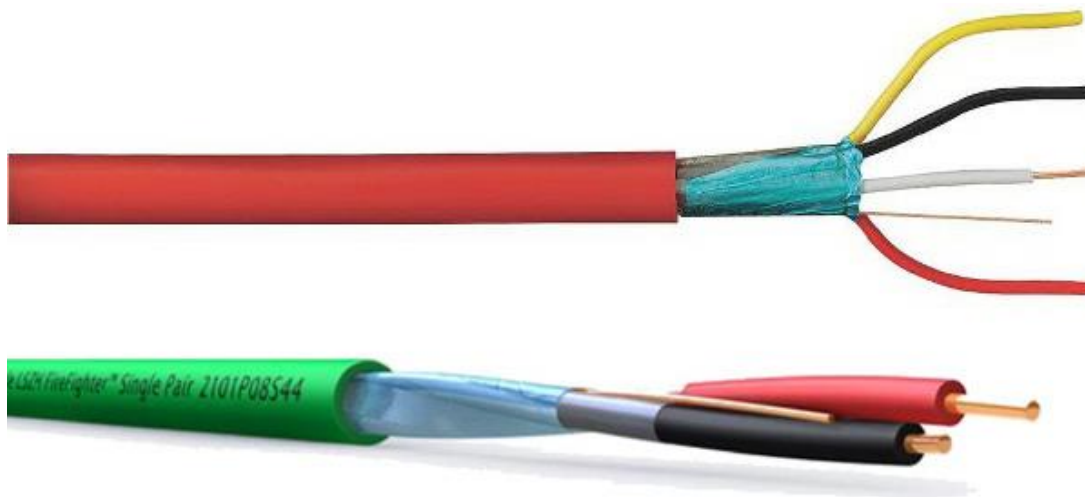


Рис. 2.16. Приклад шини KNX

Характеристики шини:

- максимальна довжина кабелю в сегменті - 1000 м;
- відстань від пристрою до блока живлення - до 350 м;
- відстань між двома пристроями - до 700 м;
- напруга на пристроях не повинна опускатися нижче 21 В.

Технічна реалізація.

З'єднання сегментів і ліній забезпечується спеціальним обладнанням (повторювачі, мости, маршрутизатори, фільтри пакетів). Це обладнання програмується під конкретні функції, а для масштабування системи застосовуються IP-мости. Обмін даними у шині відбувається через пакети, кожен із яких містить адресу передавача і приймача, дані, контрольну суму. Загальна довжина пакета перевищує 23 байти, а час передачі становить 20–40 мс.

У невеликих мережах затримка мінімальна, і управління, наприклад, освітленням, відбувається без видимих затримок. Проте у великих системах,

особливо за умови використання IP-зв'язків, може знадобитися оптимізація для забезпечення швидкої реакції.

Переваги.

Найширші можливості підтримки різних сценаріїв і пристроїв, стандартизація та сертифікація обладнання, особлива увага до надійності рішень і активне ком'юніті професіоналів.

Недоліки.

Данна технологія була розроблена на початку 90х років минулого століття. Спочатку стандарт KNX припускав управління промисловими процесами і тільки потім перекочував в сферу комерційного і приватного будівництва. З цього виникає багато ситуацій (включаючи віддалене керування, безпеку, енергозбереження та розширену автоматизацію) вимагають виходу за рамки самої технології, наприклад, використання спеціально створених багатофункціональних контролерів, блоків сполучення інтерфейсів та іншого обладнання. Застаріла - повільна послідовна шина, необхідність програмування адрес пристроїв, відсутність Plug-and-Play, базового набору повідомлень, відсутність протоколів безпеки, складна система програмування. Завдяки всім цим аспектам вартість робіт з проектування та налагодження системи вища за систему на базі технології SCS. Вартість компонентів системи KNX є суттєво вищою якщо порівнювати їх з компонентами SCS.

Хоча стандарт широко поширений, в останні роки він був витіснений більш сучасні розробки, набагато більше відповідають сучасним вимоги ринку інформаційних технологій.



Концерн Legrand, як світовий лідер в області інформаційних та інженерних систем будівель, також шукав рішення для створення продукту,

який би відповідав всім сучасним вимогам при будівництві Еко системи інженерних мереж для приватного та комерційного будівельного сектору.

Компанія Legrand активно інвестує в інновації (5% з продажів Legrand вкладає у інновації і розробку нових продуктів), спрямовані на розвиток рішень для підвищення енергоефективності, підключених пристроїв та центрів обробки даних. Інноваційні сегменти складають значну частину її бізнесу: у 2022 році вони становили 33% продажів, і компанія прагне досягти 50% у середньостроковій перспективі.

# MyHOME automation

В результаті роботи компанії на світ з'явився продукт, який отримав безліч світових нагород, таких як: Золотий компас (Compasso d'Oro 2001), Reddot design awards 2011, Intel design awards. Продукт користується популярністю більш ніж в 60 країнах світу, а станом на 2013 рік було продано понад 6 мільйонів компонентів системи. В рамках розширення сфер продажів компанія запускає програму ELIOT.



Рис. 2.17. Compasso D,ORO Сама престижна Премія промислового дизайну в Італії

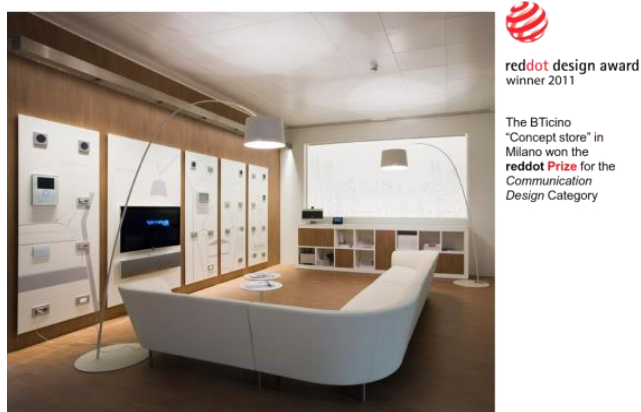


Рис. 2.18. Нагорода за видатну якість і особливі досягнення в дизайні товарів народного споживання. Нагороджено Європейським інститутом для Центру дизайну землі Північний Рейн-Вестфалія



Рис. 2.19 Географія розповсюдження MuHome

Eliot, запущена Legrand у 2015 році, є всесвітньою програмою, метою якої є прискорення розгортання Інтернету речей у рамках асортименту продукції Групи. Еліот має 3-х сторонній підхід: розробка пов'язаних рішень, створення відповідної інфраструктури, сприяння взаємодії, що дозволяє третім сторонам надавати послуги за допомогою рішень Legrand.



Ключові показники Eliot у 2018 році: вже більше 40 підключених сімейств продуктів і обсяг продаж підключених пристроїв склав 635 мільйонів євро. 20 Мільярдів підключених пристроїв по всьому світу очікується у 2020 році.

Що таке MuHome?

Це система, котра являє собою новий підхід до створення автоматизації у приватному та комерційному секторі. Вибір системи MY HOME означає вибір сучасних та передових технологічних рішень для управління житловим простором що забезпечують, перш за все, комфорт, безпеку, економне використання електроенергії, зв'язок та контроль.

### Технологія шини SCS

SCS (Sistema Cablaggio Semplificato або Simplified Cable Solution) – фірмова шина, розроблена італійською компанією BTicino (входить до міжнародної групи Legrand) для використання в рамках системи «Розумного будинку» MyHOME.

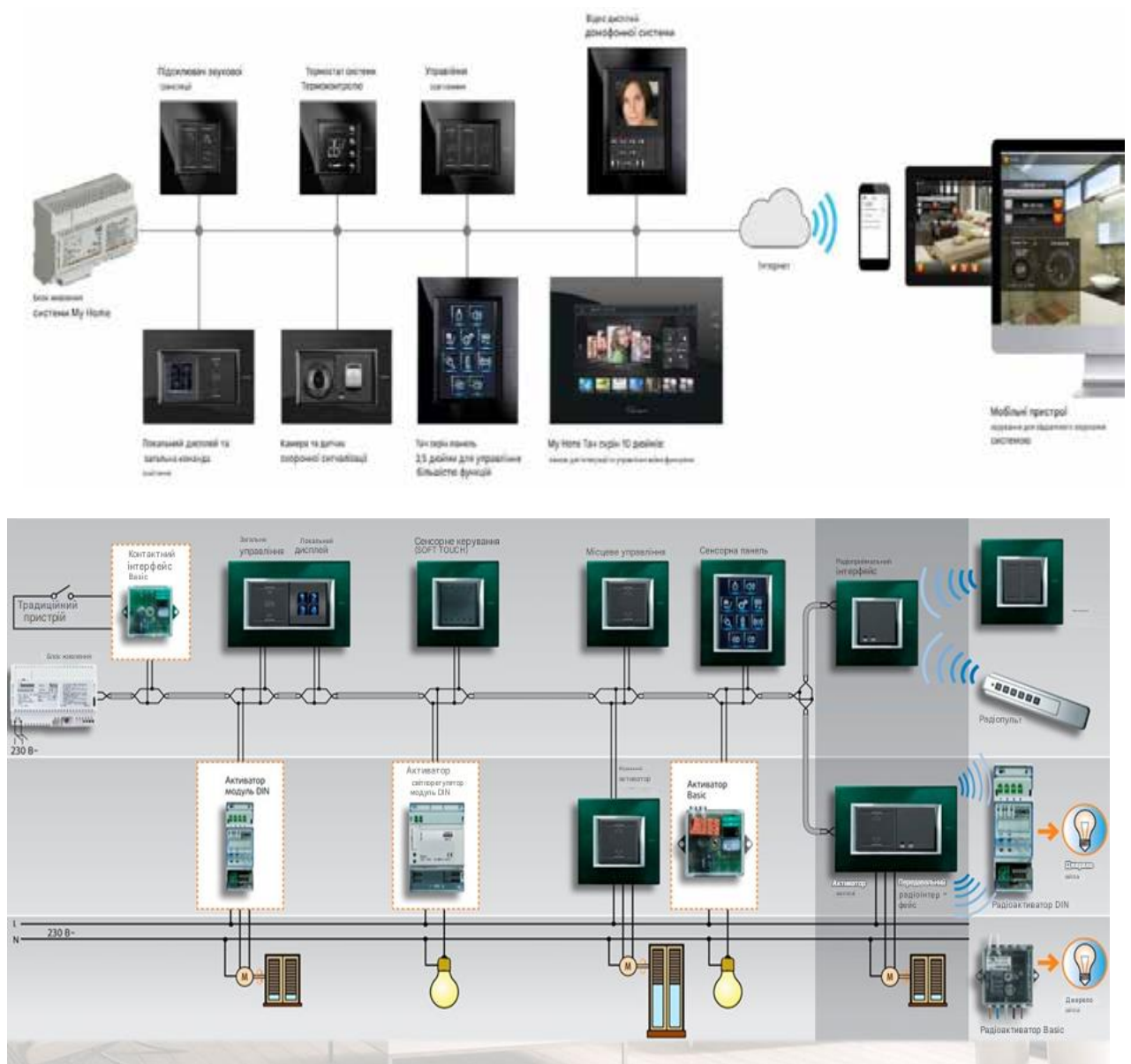


Рис. 2.20. Структура шини SCS

Система MyHome заснована на технології SCS (Simple cabling systems), що визначає максимальну простоту і гнучкість у використанні. Основна особливість всіх пристроїв системи MY HOME - це застосування однієї і тієї ж технології, що базується на цифровій шині, яка забезпечує роботу всієї системи, що складається з різних компонентів, вибраних за бажанням клієнта.



Рис. 2.21. Кабель вита пара SCS

Дана шина являє собою кабель, неекранована кручена пара, до якого паралельно приєднуються пристрої автоматизації. Шина служить як для передачі інформації між пристроями, так і живлення пристроїв постійною напругою 27В, при цьому вона поляризована що виключає можливість переплутати полярність. Шина має ізоляцію 500В що дозволяє прокладати її з високовольтними кабелями. Протокол передачі даних є досить поміхо захищений, це досягається за рахунок широкого діапазону напруги підключаємих пристроїв, в межах від 18-до 27в

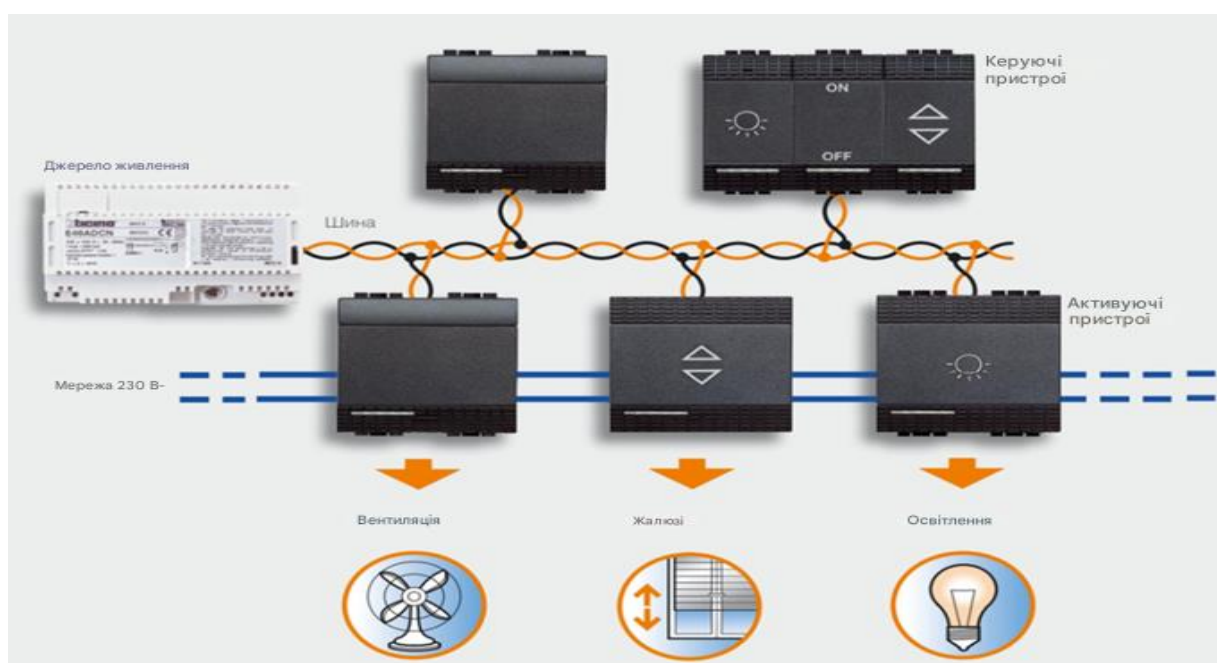


Рис. 2.22. Приклад підключення інтелектуальних блоків

Система з шинною організацією SCS MyHome характеризується наявністю «інтелектуальних» блоків, з'єднаних між собою лінією передачі сигналу (шиною), яка служить як обміну інформацією, так живлення.

Активуючі пристрої (активатори), призначені для контролю навантажень, підключаються не тільки до шини, але і до силової лінії 230 ~.

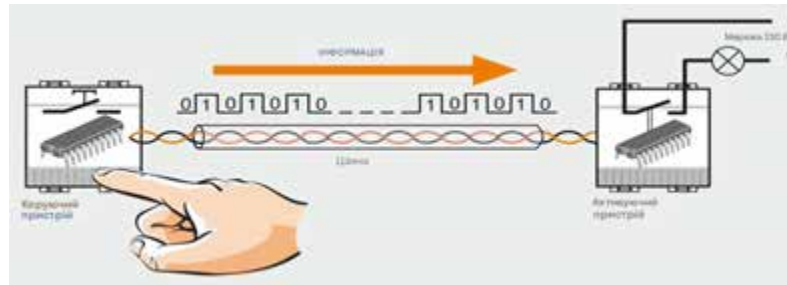


Рис. 2.23. Передача інформації по шині SCS

Кожен пристрій, підключений до системи, має інтерфейс та власний логічний блок (мікропроцесорний модуль), за допомогою якого пристрій розпізнає команди, що направляються на його адресу, та обробляє їх у рамках закладеної функції. Кожен пристрій може працювати окремо або разом з іншими пристроями для здійснення різних функцій. Система децентралізована, це означає що кожен блок зберігає конфігурацію незалежно від зовнішніх факторів.

#### Основні параметри установки системи

Завдяки простій системі конфігурування в системі можна використовувати більше 800 логічних адрес і більше 600 сценаріїв.

Структура прокладки шини SCS: Зірка або вільна та змішані конфігурації



Рис. 2.24. Приклад вільної та змішаної конфігурації



Рис. 2.25 Приклад конфігурації зірка

Кількість метрів шини на 1 блок живлення: 500

Максимальна відстань від блока живлення до самого віддаленого пристрою- 250м

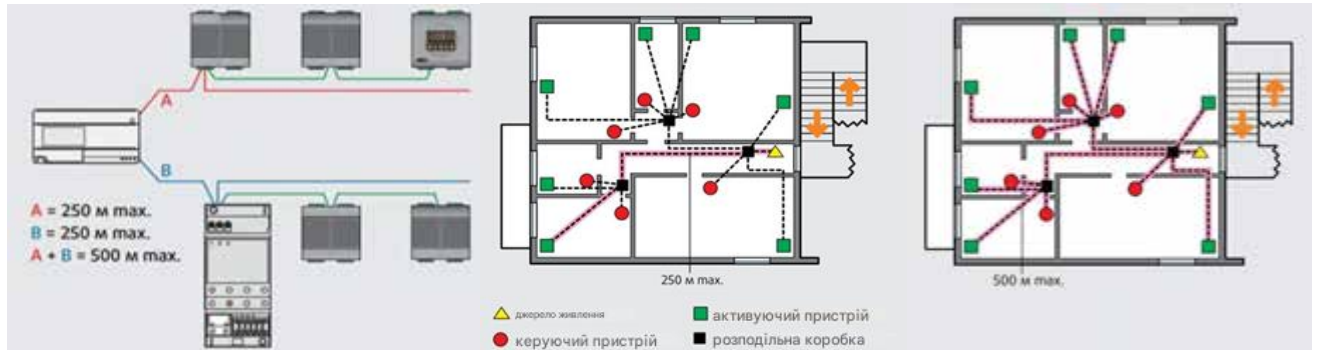


Рис. 2.26. Максимальна відстань шини

Переваги системи:

- безпека - система відноситься до систем з наднизькою безпечною напругою і крученою парою прокладається разом з високовольтними кабелями, так як містить ізоляцію до 500В;

- надійність - система, підключена до шини, може працювати в широкому діапазоні напруги від 18 до 27 В, одного разу запущена система може працювати роками без обслуговування;

- Простота використання - Legrand є лідером у створенні функціонального та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для користувача.

Філософія Vticino ґрунтується на трьох концепціях: мініатюризація, багатофункціональність, модульність. Формула трьох «М» вивела Vticino на лідируючі позиції на ринках понад 20 країн. Завдяки мініатюризації механізми чудово вписуються у простір великої чи малої будівлі, будинку чи квартири.

Завдяки багатофункціональності всі інженерні системи та їх характеристики відповідають численним вимогам до об'єктів безпеки, зв'язку, енергозбереження та комфорту. Завдяки модульності складні функції можуть бути легко розподілені між природними та легкими в керуванні механізмами, виконаними в одному стилі та чудово гармоніюючими із зовнішнім простором.

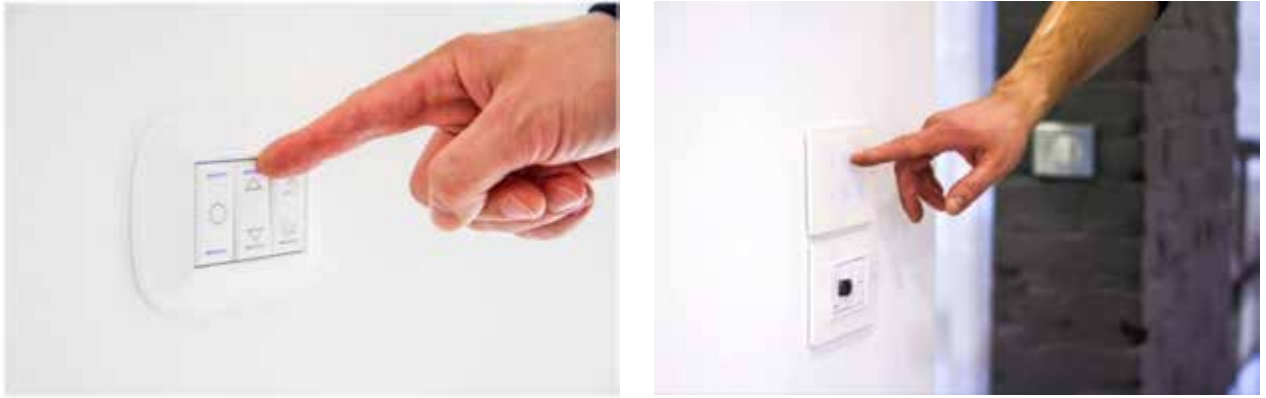


Рис. 2.27 Приклад функціонального та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу

Теж саме стосується і WEB Interface котрий використовує замовник.



Рис. 2.28 Interface користувача

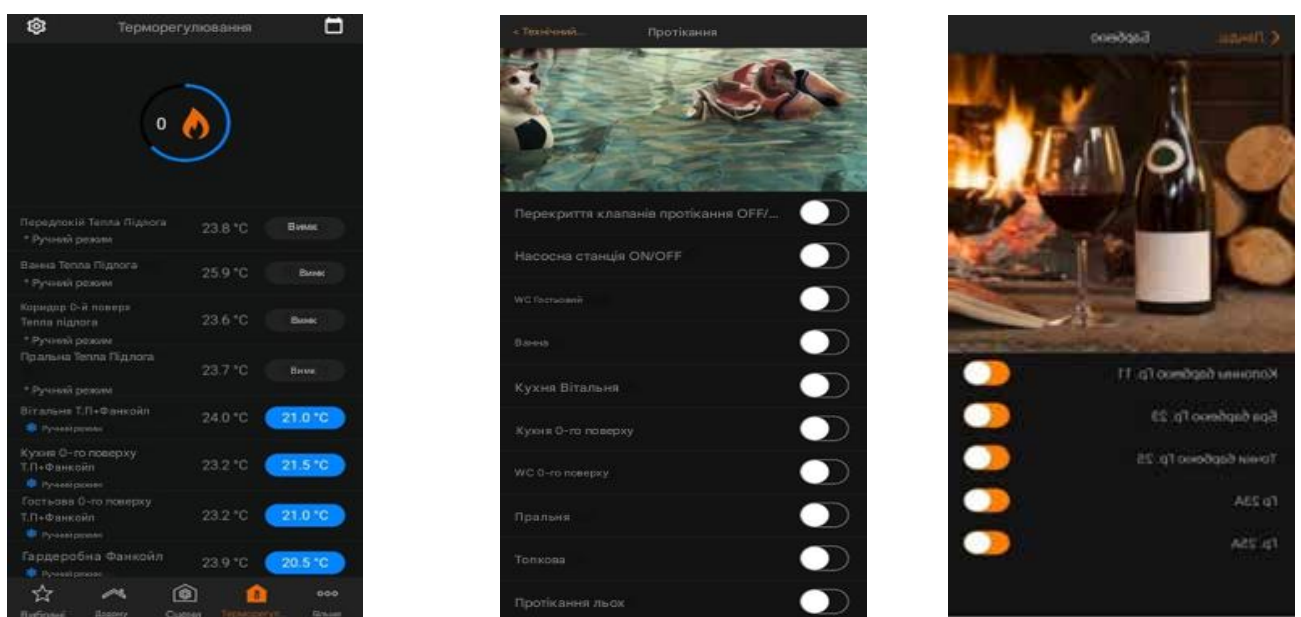


Рис. 2.29. WEB Interface користувача

Простота налаштування системи.

Простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс програмного забезпечення для інтегратора системи. Також при розробці продукту компанія Legrand докладася багато зусиль для створення продукту, який завойовує серця інсталяторів своєю простотою в освоєнні програмного забезпечення фахівцями, що значно економить часу на реалізацію проектів. Програма інсталятора Home+Project пропонує простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача. Не треба софта для програмування. Налаштування та запуск системи здійснюється через мобільний застосунок.



Рис. 2.30. Налаштування за допомогою застосунку Home+Project

Всі компоненти системи від одного виробника (наприклад, в KNX пристрої управління беруться від одного виробника, а комутаційні пристрої в щитку - від іншого)

Унікальний Італійський дизайн.



Рис. 2.31. Приклад дизайну Vticino

Найчастіше унікальний або ексклюзивний дизайн компонентів призначеного для користувача інтерфейсу (керуючі пристрої, термостати і т.д.) Напрямок дизайну в житловому секторі, поряд з надійністю і якістю систем,

грає вирішальну роль для покупців і замовників. Філософія Vticino ґрунтується на трьох концепціях: мініатюризація, багатфункціональність, модульність. Формула трьох «М» вивела Vticino на лідируючі позиції на ринках понад 20 країн.



Рис. 2.32. Приклад дизайну Vticino

Завдяки MyHOMEServer1, пристрою диспетчера драйверів F459 та API інтерфейсів система MyHOME-Up може бути інтегрована з кращими технологіями та сторонніми продуктами. Відкритий протокол, який розвиває компанія Vticino з 2000 року. Призначений для інтеграції системи домашньої автоматизації MyHome з рішеннями інших виробників. Взаємодія здійснюється через шлюз.



Рис. 2.33. MyHOMEServer1, API інтерфейс, F459 (диспетчер драйверів)

З системою MyHome від компанії Legrand безперечно зтворюється унікальний електричний простір.

## 2.4 «Розумна будівля» Legrand (опис основних компонентів)

Таблиця 2.1.

### Опис основних компонентів Legrand

<p>L4669</p> 	<p><b>Кабель вита пара складається з 2 гнучких проводів з неекранованою плетеною оболонкою - довжина мотка 100 метрів</b></p> <p>Кабель вита пара в оболонці, що складається з 2-х гнучких проводів з неекранованою плетеною оболонкою - ізоляція 300/500 В. Номінальний перетин провідника 0.35 mm<sup>2</sup></p>
<p>MYHOMESERVER1</p> 	<p><b>Сервер для зв'язування та керування пристроями MyHome.</b></p> <p>Сервер для зв'язування пристроїв під час запуску системи за допомогою програми HOME+PROJECT та для локального та віддаленого керування функціями користувачем за допомогою програми HOME+CONTROL</p>
<p>344842</p> 	<p><b>Відеодомофон Classe 300EOS</b></p> <p>Відеоблок, Wi-Fi, з вбудованим голосовим помічником Amazon Alexa, 5-дюймовий вертикальний сенсорний РК-дисплей. За допомогою сенсорного дисплея можна отримати доступ до керування «Розумним будинком». Завдяки з'єднанню Wi-Fi ви можете пов'язати внутрішній відеоблок із додатком Home + Security. Пристрій також дозволяє створювати та керувати функціями «Розумного будинку» за допомогою рішення SCS BUS, без необхідності додавання виділеного WEB сервера.</p>

3488



**НОМЕТОUCH** – 7 дюймовий сенсорний екран для управління всіма функціями МуНОМЕ. Він дозволяє переглядати стан системи МуНОМЕ і управляти інтегрованими функціями (освітлення, автоматика, сценарії, управління температурою,...). Завдяки додатку «DOOR ENTRY for НОМЕТОUCH», також можна керувати функціями відео домофону системи ВТicino.

F459



### **Платформа інтеграції зі сторонніми системами**

Платформа інтеграції зі сторонніми системами - 6 модулів для інтеграції МуНОМЕ із системами та пристроями інших виробників. Це рішення дозволяє використовувати зональний контроль температури МуНОМЕ для управління VRV і VRF і системами кондиціонування від основних виробників або використовувати пристрої Light Automation для керування світлодіодними лампами (тип HUE і подібні)

346020



### **Додатковий блок живлення**

Додаткове джерело живлення буде використовуватися для локального живлення вхідних панелей та внутрішніх блоків. Живлення 230 В змінного струму з частотою 50-60 Гц. Вихід забезпечує безперервну низьку напругу 27 В постійного струму з максимальним струмом 600 мА

E56



### **Блок живлення з вхідною напругою 110 – 240V.**

Блок живлення з вхідною напругою 110 – 240Va.c. @ 50 – 60 Гц. Вихід забезпечує два джерела живлення з дуже низькою безпечною напругою (один 27 В постійного струму 1,2 А на клеммах SCS, один 28,5 В постійного струму на клеммах 1 - 2). Також може використовуватися в якості додаткового джерела живлення для місцевого живлення пристроїв автоматики.

KW/KG/KM8013



### **Голосове управління з вбудованим Amazon Alexa і цифровим управлінням освітленням - 3 модуля.**

Голосове керування Amazon Alexa, включає два сенсорних цифрових елемента керування для керування освітленням. Зв'язок між пристроєм і домашньою мережею WI-Fi, налаштування мови Alexa і т.д. через додаток Digital Controls.

KW/KG/KM8104



### **Електрифікована рамка для установки до 4 цифрових елементів управління.**

Електрифікована рама з проміжними керуючими сепараторами (знімні). Для установки до 4-х цифрових елементів управління.

KW/KG/KM8011



### **ПОВНИЙ контроль.**

ПОВНИЙ контроль. Сенсорне управління digitall для управління однією або трьома функціями серед наступних: включення, вимкнення, диммер, підйом/вниз, сценарії та контроль навантаження.

K4652M2



### **Управління для управління одним або двома приводами.**

Управління однією або двома функціями ON/OFF, функцією ВГОРУ/ВНИЗ затвора та регулюванням навантаження диммера. Також його можна використовувати як управління сценарієм і для виклику на поверх, включення світла на сходовій клітці і активації дверного замка. Він управляє розширеними функціями затвора - 2 модуля.

K4652M3



### **Управління управлінням трьома виконавчими механізмами.**

Керування для керування трьома окремими функціями ввімкнення/вимкнення, функцією ВГОРУ/ВНИЗ затвора та регулюванням навантаження диммера. Також його можна використовувати як управління сценарієм і для виклику на поверх, включення світла на сходовій клітці і активації дверного замка.

3477



### **Інтерфейс управління базовим модулем з 2 незалежними контактами для управління 2 виконавчими механізмами.**

Інтерфейс управління базовим модулем з 2 незалежними контактами для управління 2 виконавчими механізмами для однофункціональних навантажень, або 1 виконавчим механізмом для подвійних функціональних навантажень (рольставні), або заблоковані кнопки

F425



**Модуль пам'яті для збереження стану виконавчих механізмів у разі відключення електроенергії**

Модуль використовується для збереження стану виконавчих механізмів - для скидання системи автоматизації світла в разі відключення електроенергії.

3476



**1 релейний виконавчий механізм - для резистивних ламп або ламп розжарювання і феромагнітних трансформаторів.**

1 релейний виконавчий механізм - для одиночних навантажень: 2 резистивних лампи або лампи розжарювання і 2 А  $\cos\phi$  0,5 для феромагнітних трансформаторів – вхід підходить для традиційної кнопки з NO контактом.

F411/4



**Незалежний виконавчий механізм реле**

4 незалежних релейних приводу - для одиночних, подвійних і комбінованих навантажень: 6 А резистивний і 2 А для лампи розжарювання, 500 Вт для мотор-редукторів, 2  $\cos\phi$  0,5 для феромагнітних трансформаторів, і 70 Вт для люмінесцентних ламп.

F413N



**1 вихідний диммер для люмінесцентних ламп або світлодіодний з входом від 1 до 10 В.**

1 вихідний диммер для живлення люмінесцентних ламп або світлодіодних джерел з входом від 1 до 10 В для одиночних навантажень до 2,5 А при 230

F418U2



**Диммер два канали для управління  
дімміруемими світлодіодними і  
люмінесцентними лампами**

Диммер два канали для управління дімміруемими світлодіодними, дімміруемими компактними люмінесцентними лампами CFL, галогенними і енергозберігаючими електронними трансформаторами на 110-230В.

F429



**Шлюз DALI-2**

Шлюз DALI-2 - пристрій є інтерфейсом між системами MyHOME/Lighting Management і пристроями, керованими за протоколом DALI (Digital Addressable Lighting Interface). Він має 1 незалежний виходи для управління до 64 баластними DALI-2. Підтримуються такі функції: ON/OFF, диммер, RGBW (кольоровий і регульований білий) і фазовий вхід-вихід.

BMSE3001



**Датчик SCS з пасивним інфрачервоним  
випромінюванням для виявлення руху та  
рівня освітленості.**

Датчик з пасивним інфрачервоним випромінюванням для виявлення руху і рівня освітленості, клемне підключення і RJ45, діаметр площі покриття 8 м (50 м<sup>2</sup>) для висоти 2,5 м, максимальна висота установки 6 м, живлення 27 В, споживання 12 мА. Конфігурації рівня яскравості від 5 люкс до 1275 люкс, час затримки від 30 с до 255 год, з кнопкою для процедури Push&Learn.

K4659



**Green Switch: пасивний інфрачервоний датчик руху (PIR), підходить для виявлення руху - 2 модуля.**

Green Switch: пасивний ПЧ-датчик руху, підходить для виявлення присутності в транзитних зонах (коридори, туалети, службові приміщення). Режим роботи (автоматичний або ручний), затримка часу (від 5 с до 59 хв) і поріг яскравості (від 20 до 1275 ЛЮКС).

KW/KG/KM4691



**Термостат прихованого монтажу з дисплеєм з підсвічуванням для управління різними типами систем.**

Зонд з підсвічуванням дисплея, який контролює температуру окремої зони.. Він може використовуватися як для управління різними типами систем, так і для регулювання швидкості обертання вентилятора при використанні фанкойлів. Можливість автоматичної роботи (літо/зима).

3454



**Базова версія зонда прихованого монтажу; він показує температуру навколишнього середовища в діапазоні 0 – 40 °С.**

Базовий варіант зонда прихованого монтажу, який монтується в електричні розподільні коробки; він не має жодного внутрішнього датчика температури, але зчитує інформацію про температуру навколишнього середовища в діапазоні від 0 до 40 °С

3457



Датчик температури

F430/4



**4 реле приводу резистивного навантаження або клапанів двигуна, насосів і фанкойла.**

4 незалежних реле приводу - для одиночних, подвійних і комбінованих навантажень: 4 А резистивний, 1 А клапани двигуна, насоси і фанкойл - блокування логічного реле через конфігурацію - 2 DIN модуля

F430R3V10



**Виконавчий механізм з 3 реле та 2 виходами 0-10 Вольт для фанкойлів з пропорційними клапанами 0-10 Вольт.**

Актуатор з 3 незалежними реле та 2 виходами 0-10 Вольт для керування фанкойлами з 2 та 4 трубками з пропорційними клапанами 0-10 Вольт – резистивний 4А, фанкойл 1А – підключення по шині SCS.

F520



**Прилад для вимірювання електричної потужності максимум на трьох лініях - 1 модуль DIN.**

Прилад для вимірювання електричної потужності максимум на трьох лініях, що стало можливим завдяки підключенню трьох тороїдів до відповідних входів. Зібрані та оброблені дані можуть відображатися на сенсорному екрані або мультимедійному сенсорному екрані.

F521



**Центральний блок для управління до 63 навантажень для запобігання відключення при електричному перевантаженні.**

Центральний блок для управління та контролю виконавчих механізмів системи управління навантаженням, для запобігання ризику відключення пристрою захисту від перенапруг постачальника електроенергії. Він включає в себе шинний лічильник з 3 входами для тороїдів для контрольованої лінії.

F522



**Виконавчий механізм з датчиком integIn = для модуля контрольованого споживання навантаження**

Виконавчий механізм з вбудованим датчиком струму. 1 реле – 10 А для ламп розжарювання і 4 А для люмінесцентних ламп або феромагнітних трансформаторів і 500 Вт для світлодіодних ламп і компактних люмінесцентних ламп - Бістабільне реле з перетином нуля для функцій управління навантаженням та/або автоматизації.

F523



**Релейний привід для ламп розжарювання**

Релейний виконавчий механізм – для ламп розжарювання, 4 А для люмінесцентних ламп або феромагнітних трансформаторів та 500 Вт для світлодіодних ламп та компактних люмінесцентних ламп – Бістабільне реле з перетином нуля для функцій керування навантаженням та/або автоматизації.

## **РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТ ПРИВАТНОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІДВИЩЕНОЇ КОМФОРТНОСТІ В М. КИЇВ З СИСТЕМОЮ "РОЗУМНА БУДІВЛЯ" НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ МУНОМЕ ВІД КОМПАНІЇ LEGRAND/ВТІСІНО**

### **3.1 Опис проєктованого будинку (Загальні дані) (Додаток А)**

### **3.2 Проєкт керування освітленням приватного житлового комплексу підвищеного рівня комфортності (Додаток Б)**

Освітлення відіграє надважливу роль в сучасних проєктах, тому сучасні дизайнерські проєкти інтер'єрів включають в себе розгалужені та багаторівневі системи з великою кількістю різноманітних груп освітлення з різним завданням для інтеграції в дизайн і інтер'єру.



Рис. 3.1. Дизайн освітлення

Групи Освітлення проєктуємого житлового комплексу несуть в собі такі функціональні задачі:

Загальне освітлення приміщень.



Рис. 3.2. Led Панель в Гаражі

Зонне освітлення для підсвітки різних зон.



Рис. 3.3. Підсвітка стола острову в Кухні



Рис. 3.4. Підвісна підсвітка дзеркала

Підсвітка елементів декору.



Рис. 3.5. Прихована Led Підсвітка дзеркала

### Локальне освітлення



Рис. 3.6 Підсвітка прикроватьної тумбочки



Рис. 3.7 Підсвітка прикроватьної тумбочки

### Освітлення для спеціальних функцій тощо



Рис. 3.8. Підсвітка шаф гардеробу



Рис. 3.9. Підсвітка підлоги контуру джакузі

### Зовнішнє освітлення проектуємого будинку містить такі елементи



Рис. 3.10. Зовнішнє освітлення

- Підсвітка елементів ландшафтного дизайну
- Підсвітка фасаду будівель
- Підсвітка доріжок та інші
- Підсвітка навіса парковки та Гаражу



Рис. 3.11. Підсвітка фасаду будівель та елементів ландшафтного дизайну



Рис. 3.12. Підсвітка доріжок та інші

Система керування повинна впоратися с завданням простоти використання та підвищення рівня енергоефективності та комфорту.

Розрахунок системи освітлення наведено в Додатку Б.

### 3.3 Система керування опаленням

Сучасні системи опалення досить технологічні дорогі та складні в монтажі. Але разом з тим досягають на теперішній час максимального рівня комфорту та енергоефективності. Складність полягає в використанні багаторівневих розгалужених гідравлічних системах обігріву приміщень а саме: використання технології "Водяна Тепла підлога", Теплі стіни, використання Фанкойлів тощо. Часто в проектах використовують наявність двох та більше джерел опалення (Наприклад, наявність Гідравлічної Теплої підлоги та радіаторів опалення в одному Приміщенні).



Рис. 3.13. Приклад низькотемпературної (Гідравлічна Тепла підлога) та високотемпературної (Радіатор) системи опалювання в одному приміщенні



Рис. 3.14. Сучасна топочна приватного будинку

Рівень енергоефективності досягається за рахунок використання альтернативних джерел опалювання... Наприклад Теплових насосів відсотків а сонячних колекторів опалення



Рис. 3.15. Повітряний Тепловий насос



Рис. 3.16. Система Тепла підлога



Рис. 3.17. Сонячний колектор

Рівень комфорту досягається за рахунок опалення через поверхню пола та рівномірного розподілу тепла в приміщенні.



Рис. 3.18. Приклад Тепла підлога

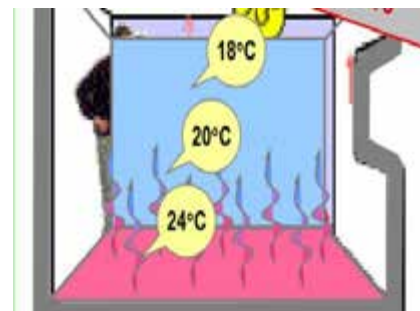


Рис. 3.19. Рівномірний розподіл тепла з системою Тепла підлога

Завдання автоматизації підвищити рівень енергоефективності та комфорту та оптимізувати роботу систем опалення.

Розрахунок системи опалення наведено в Додатку В.

### **3.4 Система керування навантаженням**

Одним з умов сучасних будинків підвищеної комфортності є високий рівень споживання електричної енергії. З основних споживачів треба виділити такі системи як кондиціонування, електропобутове обладнання, системи відтавання снігу та льоду, резервні джерела системи опалювання такі як електричні котли. Системи освітлення також споживають велику кількість електроенергії за рахунок великої кількості груп освітлення. Завдання «Розумного будинку» оптимізувати споживання електрики та знизити навантаження на електричні мережі.

Розрахунок системи опалення наведено в Додатку Д.

### **3.5 Електропобутові навантаження**

Сучасні будинки мають велику кількість електропобутових приладів, котрі підвищують рівень комфорту та якість життя. Разом з тим це призводить до споживання великої кількості електричної енергії. Завдання інженера проєктувальника використовуючи системи автоматизації та розподільчих систем оптимізувати рівень енергоспоживання а також підвищити рівень електробезпеки. Ми не можемо обмежити роботу деяких побутових приладів наприклад, як Холодильники або індукційні плити але в сценаріях автоматизації можливо знизити рівень навантаження на електромережу будинку.

Розрахунок навантаження побутових споживачів наведено в Додатку Ж.

### **3.6 Проєкт електропостачання**

Основу проекту електропостачання складають архітектурні та дизайнерські плани а також проект опалення та Кондиціювання з розташуванням обладнання та інженерних систем:

- план освітлювальних приладів та вимикачів керування;
- план електричних виводів, розеток;
- план розташування системи опалення та кондиціювання;
- план зовнішніх мереж (План прибудинкової території).

Завдання на проектування від підрядника: На базі архітектурного та електричного проекту розробити систему розподілення електроенергії з використанням системи «Розумний будинок» на базі системи домашньої автоматизації MyHome концерну Legrand.

Розрахунок електропостачання будинку в Додатку 3.

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ МУНОМЕ

Системи автоматизації MyHome, розроблені компанією Vticino (Legrand), є комплексним рішенням для управління функціями «Розумного будинку». Їх впровадження та експлуатація вимагають забезпечення безпечних умов праці для персоналу на всіх етапах: від монтажу обладнання до налаштування і технічного обслуговування [23].

Організація роботи персоналу.

Для реалізації проекту залучаються фахівці, які відповідають за різні аспекти встановлення і обслуговування:

- системний адміністратор - налаштовує програмне забезпечення та забезпечує функціонування серверної інфраструктури.
- інженер з електроніки - підтримує пристрої MyHome (контролери, датчики, інтерфейси).
- технік-електромеханік - виконує монтаж, підключення та обслуговування електричних компонентів.

Допуск до роботи.

До встановлення й експлуатації системи допускається персонал, який:

- ознайомлений із технічною документацією MyHome;
- пройшов інструктаж з техніки безпеки;
- має кваліфікацію з електробезпеки не нижче III групи;
- технічні заходи безпеки.

Монтаж обладнання, встановлення контролерів, датчиків і виконавчих пристроїв MyHome проводиться лише кваліфікованими спеціалістами.

Перед початком робіт система знеструмлюється, а працівники забезпечуються необхідними електрозахисними засобами.

Захисні засоби:

- основні - діелектричні рукавички, інструмент із ізолюючими рукоятками;
- додаткові - ізоляційні підставки, гумові килимки, знаки безпеки.

## Налаштування системи

Роботи виконуються в умовах мінімального електромагнітного випромінювання.

Налаштування інтерфейсів і контролерів здійснюється через офіційне програмне забезпечення Home+Project.

## Оцінка ризиків

### Можливі небезпечні фактори:

- електрична напруга - підвищена ймовірність ураження струмом через контакт із неізольованими частинами;
- шкідливі виробничі умови - фізичні перевантаження при монтажі;
- нервово-психічне навантаження, пов'язане з високим рівнем відповідальності;
- недостатнє освітлення або обмежений простір - ускладнює виконання монтажних робіт.

### Рекомендації щодо безпеки праці:

- організація робочого місця - забезпечити персонал ергономічними меблями та інструментами;
- оснащення автоматизованих робочих місць комп'ютерною технікою для моніторингу системи;
- підготовка до монтажу - проводити попередній огляд місця установки для виявлення потенційних небезпек;
- використовувати ізоляційні матеріали для захисту струмопровідних частин;
- виконання робіт під напругою (у виняткових випадках) - роботи дозволені лише при напрузі до 500 В, персонал повинен мати IV групу з електробезпеки.

### Організація навчання персоналу.

Перед початком роботи з системою MuHome персонал проходить навчання, яке включає - ознайомлення із технічною документацією, практичні

заняття з налаштування обладнання, інструктаж із охорони праці та роботи з електрообладнанням.

Контроль експлуатації системи.

Регулярний моніторинг стану компонентів системи через програмне забезпечення. Проведення технічного обслуговування згідно з інструкцією виробника. Вчасне виявлення та усунення несправностей. Дотримання цих заходів дозволить забезпечити безпеку персоналу під час впровадження та експлуатації MuHome, а також гарантує ефективність і довговічність роботи системи «Розумний будинок».

## **РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНА БУДІВЛЯ» В ПРОЕКТІ ПРИВАТНОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.**

Економічне обґрунтування впровадження системи «Розумна будівля» в проєкті приватного житлового комплексу площею 397 квадратних метрів з використанням системи MyHome від компанії Legrand [23].

Сучасні тенденції в будівництві житлових комплексів вимагають впровадження інноваційних технологій для забезпечення комфорту, енергоефективності та безпеки. Однією з таких технологій є система «Розумна будівля», яка дозволяє автоматизувати управління усіма інженерними системами житлового приміщення. Для економічного обґрунтування використання системи "MyHome" важливо врахувати витрати на її впровадження, економію енергії, підвищення комфорту, а також потенційне зростання вартості нерухомості.

Метою даного дослідження є оцінка економічної доцільності впровадження «Розумного будинку» в приватний житловий комплекс площею 397 квадратних метрів з використанням компонентів MyHome.

Опис проєкту та склад системи MyHome.

Система MyHome – це інтегрована платформа, яка забезпечує управління електроприладами, освітленням, кліматичним обладнанням, безпекою та мультимедійними пристроями. Для житлового комплексу площею 397 м<sup>2</sup> передбачається:

- освітлення - управління світлом у всіх кімнатах із можливістю димування, створення сценаріїв освітлення;
- клімат-контроль - регулювання температури, вентиляції, управління кондиціонерами та обігрівом;
- енергоефективність - автоматизація управління споживанням електроенергії, оптимізація використання ресурсів;
- система безпеки: контроль доступу з відео домофоном.

### Витрати на впровадження

Для розрахунку витрат використано середні ціни на компоненти MyHome (станом на 2024 рік):

#### Основні модулі управління:

- WEB Server – \$2 000;
- центральні пристрої керування –  $\$1\,000 \times 3 = \$3\,000$ .

#### Освітлення:

- димери та вимикачі –  $\$50 \times 39$  (точок) = \$1 950;
- активатори -  $\$200 \times 45 = \$9000$ .

#### Клімат-контроль:

- термостати –  $\$200 \times 17 = \$3\,400$ ;
- датчики температури –  $\$50 \times 2 = \$100$ .

#### Система безпеки:

- контроль доступу – \$1000.

#### Енергозберігаючі рішення:

- модулі управління енергоспоживанням –  $\$200 \times 6 = \$1\,200$ ;
- контактні інтерфейси -  $\$100 \times 125 = \$1\,500$ .

Загальна вартість обладнання: \$23 150 ( $\approx 960\,726$  грн за курсом 41,5 грн/дол.).

До цієї суми додаються витрати на проектні та монтажні роботи (20% від вартості обладнання – 192 145 грн)

Програмування системи (15% – 144 109грн).

Загальна вартість проекту: 1 296 980 грн.

Економічна вигода від впровадження системи.

Економія енергоресурсів.

Впровадження автоматизованого управління освітленням, кліматом та системою відтавання снігу дозволяє скоротити споживання електроенергії на 30%, що становить економію до 183 393 грн на рік для будинку такої площі.

Підвищення вартості нерухомості Будинки з системою «Розумна будівля» коштують на 15-20% дорожче. Для житлового комплексу площею 397 м<sup>2</sup> це може додати до вартості об'єкта близько 2 500 000 грн.

Зменшення витрат на обслуговування.

Автоматизація дозволяє зменшити витрати на експлуатацію обладнання (менше зношення, економія часу). Орієнтовна річна економія – 25 000 грн.

Рентабельність інвестицій.

Для оцінки ефективності інвестицій розрахуємо показник окупності:

- загальні інвестиції: 1 296 980 грн;
- щорічна економія: 208 393 грн (енергія + обслуговування);
- додаткова вартість нерухомості: 2 500 000 грн.

Окупність досягається менш ніж за 6,5 роки, а загальний дохід від підвищення вартості нерухомості значно перевищує витрати.

Інші переваги впровадження:

- комфорт - управління всіма системами з цифрових керуючих пристроїв та мобільного додатку.
- Безпека - цілодобовий контроль та миттєві сповіщення.
- Стійкість - оптимізація споживання ресурсів сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище.

Висновки

Впровадження системи «Розумна будівля» на базі MuHome в проєкті житлового комплексу площею 397 м<sup>2</sup> є економічно доцільним рішенням. Інвестиції окупаються впродовж 6,5 років завдяки економії на енергоресурсах, зниженню витрат на обслуговування та зростанню вартості нерухомості. Крім фінансових переваг, система покращує комфорт проживання, забезпечує безпеку та сприяє збереженню екології.

Для реалізації проєкту рекомендовано залучити сертифікованих інсталяторів MuHome та використовувати обладнання із гарантією.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Річний моніторинговий звіт про просування України у виконанні угоди про асоціацію з ЄС у сферах енергетики та довкілля, 2019. 27 с. Режим доступу: [http://dixigroup.org/storage/files/2019-11-13/monthlyaugust\\_rs.pdf](http://dixigroup.org/storage/files/2019-11-13/monthlyaugust_rs.pdf)
2. Держстат України, 1998-2020 Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (реєстр. № 1566) Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
4. Закон України «Про енергетичну ефективність» Директиви 2012/27/ЄС
5. Директива з використання енергії (The Energy Services Directive, ESD), 2006/32 / EC
6. МЕА (Міжнародне енергетичне агентство) Режим доступу <https://www.iea.org/>
7. Директива з енергетичних характеристик будівель (the Energy Performance of Buildings Directive, EPBD), 2010/31/EU
8. Директива заощадження (the SAVE Directive, 93/76 / EC)
9. Програма економічних реформ на 2010 – 2014 роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» <https://ips.ligazakon.net/document/MUS14838>
10. Розпорядження від 18 серпня 2017 р. № 605-р Київ Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»
11. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»
12. ДСТУ А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель
13. Державна служба статистики України. Розділ «Постачання та використання енергії» Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. Приступа М.М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація [Текст] / М.М. Приступа, М.В. Бохонко. – Рівне: видавець О.Зень, 2011. – 56 с.
15. Dietrich, EIB: Gebludebussystem. Nuthig 2000, ISBN 3-7785-2795-9
16. Пасеков В. Опис платформи автоматизації будівель KNX: безпека, надійність, інформація. 2010. №3. С. 50-51.
17. Пасеков В. Можливості використання платформи KNX в системах безпеки // BDI: безпека, надійність, інформація. 2010. №4. С. 42-44.
18. Пасеков В. Шлях автоматизації освоїть пішохідний шлях: інтерв'ю з Андрієм Шмаковим, директором компанії Embedded Systems // Автоматизація будівель: інформаційний бюлетень. 2011. №10 (51). С.14.
19. Пасеков В. Європейська платформа для автоматизації будівель KNX: плюси та мінуси технології. 2011. №10 (51) грудень. С.17.
20. Сайт bticino international Режим доступу: <https://www.bticino.com>
21. Сайт Legrand Ukraine Режим доступу: <https://www.legrand.ua/uk>
22. Сайт Legrand E-catalogue Режим доступу: <https://www.legrand.com/ecatalogue/en>
23. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г.Б., Козирський В.В., Лут М.Т., Радько І.П., Синявський О.Ю.. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Вид-во ТОВ «АграрМедіаГруп», 2014. – 526 с.

## Додаток А

Житловий комплекс складається з основного будинку та прибудов :

- Крите Барбекю та Спорт зала з Сауною
- Загальна Площа будинку- 393м<sup>2</sup>
- Житлова площа будинку- 71м<sup>2</sup>



Рис. А. 1. Фасад



Рис. А. .2. Спорт зала з сауною



Рис. А.3. Барбекю

## Архітектурний проект прибудинкової території з ландшафтом.

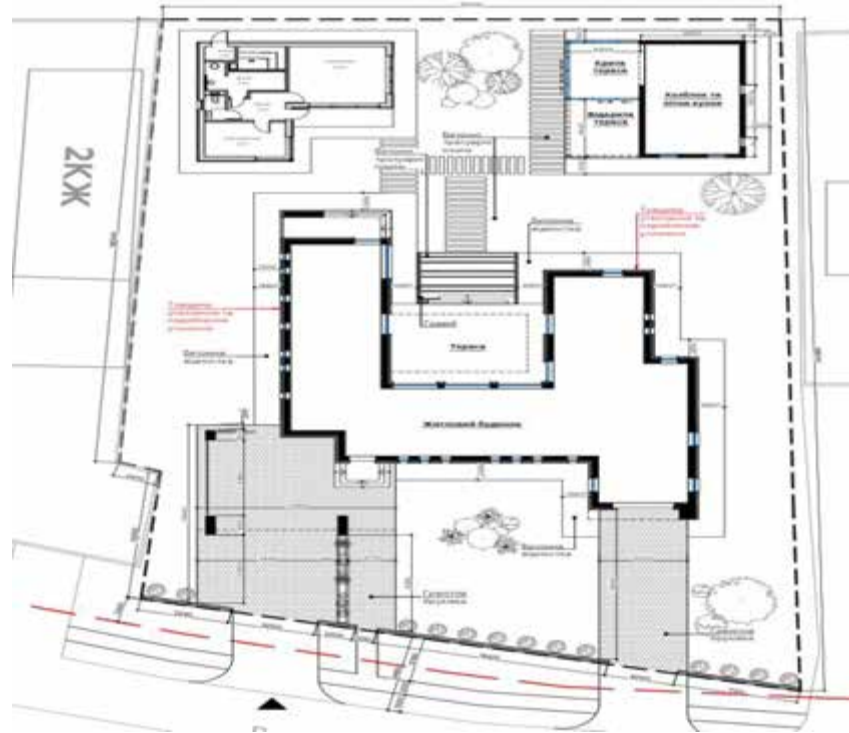
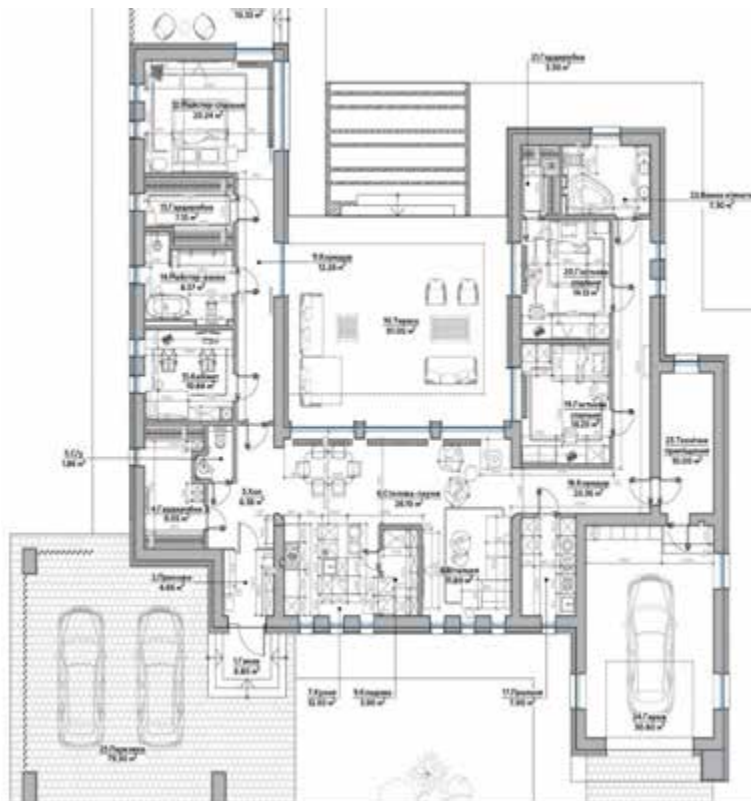


Рис. А.4. Архітектурний Проект прибудинкової території з ландшафтом

## План Приміщень.



№	Назва приміщення	Площа м <sup>2</sup>
1	Ганок	6,80(2,04)
2	Прихожа	4,06
3	Хол	8,38
4	Гардеробна	9,05
5	Гостьовий санузел	1,86
6	Столова - лаунж	26,10
7	Кухня	12,50
8	Вітальня	11,80
9	Кладова	3,90
10	Тераса	61,00(18,30)
11	Коридор	12,28
12	Майстер - спальня	20,24
13	Гардеробна	7,15
14	Майстер - ванна	8,57
15	Кабінет	10,66
16	Тераса	10,35(3,10)
17	Пральня	7,00
18	Коридор	20,36
19	Гостьова спальня	14,20
20	Гостьова спальня	14,12
21	Гардеробна	3,30
22	Ванна кімната	7,30
23	Технічне приміщення	10,00
24	Гараж	30,60
25	Парковка	79,50(23,85)
<b>Житлова площа</b>		<b>71,02</b>
<b>Загальна площа</b>		<b>393,66(283,30)</b>

Рис. А.5 план приміщень з розташуванням меблів

Загальні дані проекту керування освітленням.

Проект керування освітленням базується на базі Архітектурних планів Дизайн проекту.

План розташування освітлювальних приладів всередині будинку

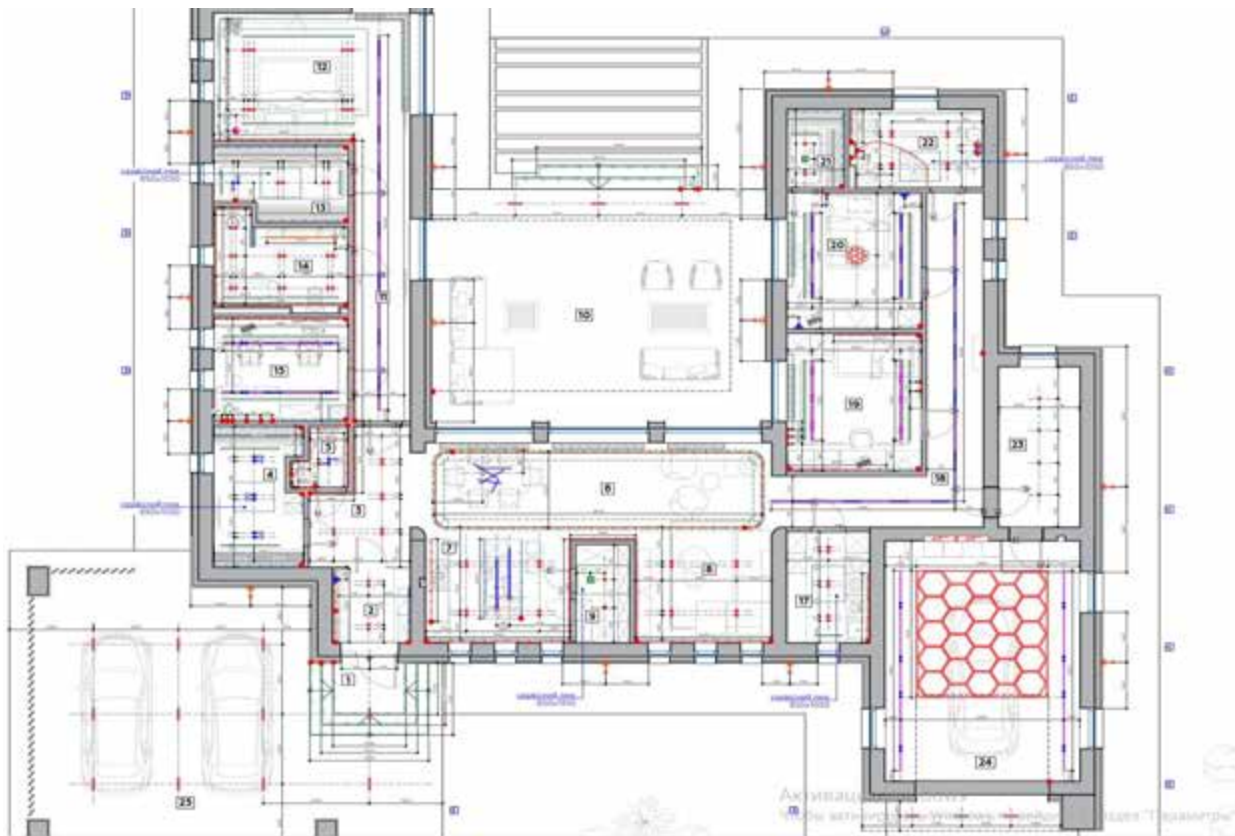


Рис. Б.1. Розташування освітлювальних приладів всередині будинку

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:











	<b>Тип 1</b> Точковий світильник втоплений у ГК стелю К-ть: 76 шт.		<b>Тип 9.1</b> Вбудований магнітна трекова сис-ма Кол-во: 00 м/п.		<b>Тип 12</b> Підвісний LED світильник "Соти" Кол-во: 1 шт.
	<b>Тип 2</b> Точковий світильник направленою світла К-ть: 10 шт.		<b>Тип 9.2</b> Трековий світильник прожектор Кол-во: 24 шт.		<b>Тип 13</b> Підсвітка LED у профілі К-ть: 000 м/п (без запасу)
	<b>Тип 3</b> Світильник настінний бра К-ть: 3 шт.		<b>Тип 9.3</b> Трековий світильник лінійний Кол-во: 27 шт.		<b>Тип 14</b> Меблева LED підсвітка К-ть: уточнити у виробника меблів
	<b>Тип 4</b> Світильник настінний підсвічування К-ть: 6 шт.		<b>Тип 9.4</b> Трековий світильник диск Кол-во: 12 шт.		<b>Тип 15</b> Точковий світильник вуличний К-ть: 20 шт.
	<b>Тип 5</b> Світильник підвісний К-ть: 1 шт.		<b>Тип 9.5</b> Підвісна магнітна трекова сис-ма Кол-во: 11,6 м/п.		<b>Тип 16</b> Світильник настінний вуличний К-ть: 14 шт.
	<b>Тип 6</b> Світильник підвісний К-ть: 2 шт.		<b>Тип 10</b> Підвісний світильник люстра Кол-во: 1 шт.		<b>Тип 17</b> Світильник наземний вуличний К-ть: 000 шт.
	<b>Тип 7</b> Світильник підвісний лінійний К-ть: 2 шт.		<b>Тип 11</b> Світильник підвісний люстра К-ть: 1 шт.		<b>Тип 18</b> Підсвітка LED у профілі вулична К-ть: 45 м/п (без запасу)
	<b>Тип 8</b> Світильник підвісний лінійний Неон К-ть: 1 шт.				Датчик присутності Кол-во: 2 шт.

Рис. Б.2. Умовні позначки

План розташування освітлювальних приладів зовні будинку



Рис. Б.3. План розташування освітлювальних приладів зовні будинку

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

-  - вуличні садові фонарі  
К-ть: 35 шт.
-  - вуличні садові прожектори для клубів з рівня землі  
К-сть: ~ 40 шт.
-  - вуличні прожектори з рівня підлоги  
К-сть: 3 шт.
-  - настінні світильники  
К-сть: 2 шт.
-  - настінні світильники  
К-сть: 31 шт.
-  - підсвітка LED у профілі вулична  
К-ть: 45 м/п (без запасу)
-  - вуличні розетки із захистом IP55



Lucide TATUM - Bollard light - LED - Anthracite  
Goccia Illuminazione CLOCK  
Cariboni group KORE



Flos CLIMBER UP&DOWN (?)

Рис. Б.4. Умовні позначки


Освітлення.

- Кількість зон з освітленням..... 24
- Загальна Кількість груп освітлювальних приладів.....75
- Постів керування освітленням.....39
- Спец пости керування освітленням .....3
- Кількість Датчиків руху.....4
- Кількість груп зовнішнього освітлення .....17
- Кількість груп зовнішніх Датчиків руху..... 3

Технічне завдання на проектування системи керування освітлення від замовника проекту:

- керування яскравістю таких груп освітлення: точки спальня майстер/треки кабінет, дитяча, гостьова/точки, вітальня/led, майстер спальня;

- керування світловою температурою всіх груп led стрічок (2800K-6000K);
- створення світових сцен, керування сценами з сенсорних кнопок локальних контролерів;
- можливість задання групових команд освітлення;
- запуск загальних команд для всіх груп освітлення як всередині так і зовні будинку;
- майстер вимикач в передпокою для запуску сценаріїв: ч вдома/ч пішов;
- керування вуличним освітленням з телефона та центрального сенсорного екрану, а також за датчиками сутінок по графіку;
- автоматичне керування освітленням за допомогою датчиків руху в передпокою та технічних зонах;
- можливість керування всією системою освітлення з телефона як в будинку так і видалено;
- спеціальні функції: запуск сценаріїв безпеки (режим ааніка) при спрацюванні охоронної системи (інтеграція з сторонньою системою охорони);
- включення м'якого світла в ванній кімнаті вночі.
- можливість створення та зміни сценаріїв керування освітлення з додатку для мобільних гаджетів.



- від 23.09.23

УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ:


- \* Загальні команди для всього освітлення в будинку та на вулиці
- Групові команди (наприклад, вкл/викл лише підсвічування фасаду та куців однією командою) і т.д.
- Віддалений контроль за станом світильників та керування

Тобто має бути можливість будь-якої миті, як віддалено так і перебуваючи вдома, керувати всім світлом як усередині будинку так і по вулиці

- Контролери з підсвічуванням та індикацією стану навантаження в одному дизайні з розетками в серії Living Now

Якщо у нас будуть різні контролери з серії Living Now, то і всі розетки з вимикачами повинні бути теж із серії Living Now, абсолютно все в чорному матовому кольорі  
<https://prnt.sc/ruGfbs8baXOo>

\* Майстер вимикач в передпокої для запуску сценарію "Я пішов/Я вдома"



### 1. УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

Функції

- Управління яскравістю освітлення (димування). Плавне включення та вимкнення груп світла.
- Управління діодним підсвічуванням, вибір кольору підсвічування.
- Створення світових сцен. Увімкнення однієї або кількох груп світла на задану яскравість однією кнопкою.
- Автоматичні сценарії керування освітленням, які запускаються датчиками, подіями, а також за розкладом. Управління освітленням за датчиками руху.
- Управління освітленням та його яскравістю за датчиками освітленості, наприклад, автоматичне включення та вимкнення нічного підсвічування.
- Можливість вимкнути весь світ однією кнопкою.
- Імітація присутності включення та вимкнення світла за заданою програмою. Застосовується як охорона будинку.
- Керування світлом віддалено за допомогою програми для мобільних пристроїв.
- Управління нічним освітленням. Наприклад, автоматичне включення і вимкнення легкого нічного підсвічування підлоги не травмуючи очі яскравим (основним) освітленням.
- Управління вуличним освітленням з центрального сенсорного екрану та мобільних пристроїв. Це дозволить уникнути великої кількості вимикачів при виході з дому та в місцях підвищеної вологості.

Рис. Б.5. Частковий лист технічного завдання від замовника

План та інструменти покрокової реалізації проектних завдань.

Згідно архітектурних та дизайнерських планів на базі технічного завдання від замовника була проведена така предпроектна діяльність:

1. Складений кабельний журнал силових ліній кабелів навантажень (Груп світильників) та слаботочних мереж Шини SCS

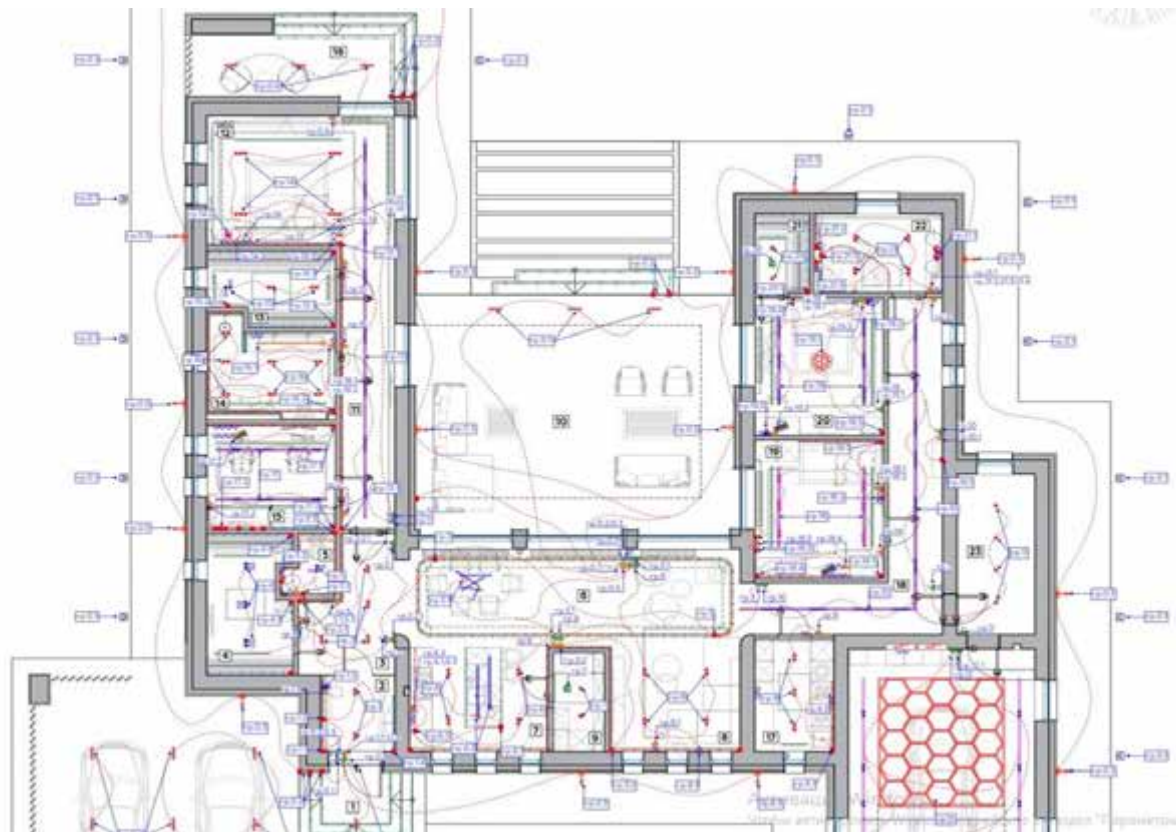


Рис. Б.6. Архітектурний план керування освітленням

Згідно з архітектурних планів керування освітлення було ідентифіковано кожний пост.



Рис. Б.7. Рендери лаунж столова

План розкладки постів керування з ідентифікаторами лаунж столова.

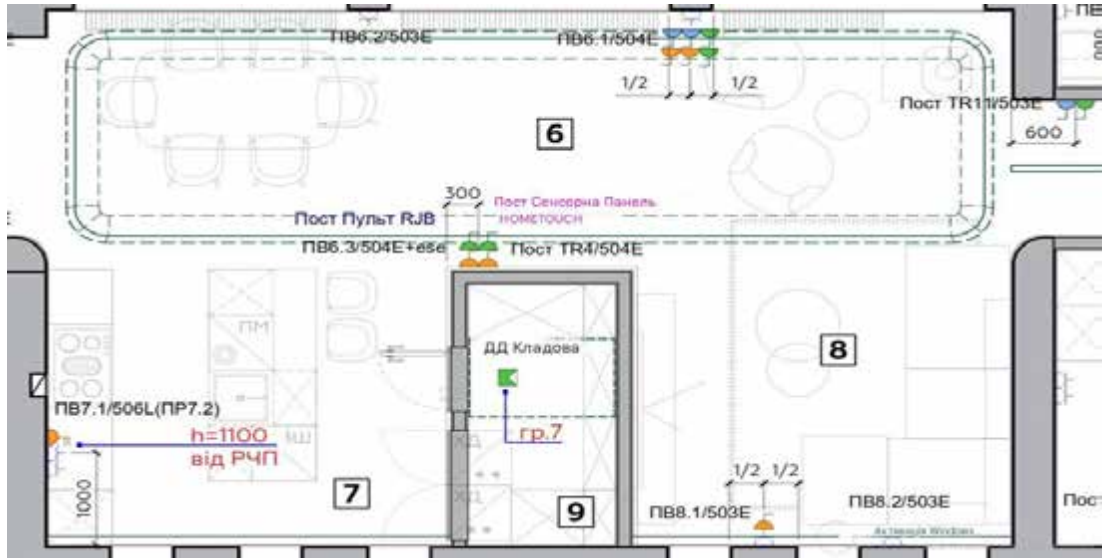


Рис. Б.8. План розкладки постів керування з ідентифікаторами лаунж столова

Зразок Кабельного журналу для прокладки силових ліній навантаження лаунж столової.

Таблиця Б.1.

### Кабельний журнал силових ліній

Проект:		Кабельний журнал (Дивитись спільно з листами проекту будинку)					
Лаундж Ідальня (Приміщення №6)							
Кіль-во ліній	Призначення лінії/Номер групи на плані	Адреси		Провідник		Маркування кабелю з боку	
		Початок лінії	Кінець лінії	Марка	Перетин	Маркування на кабелі з боку Щита/Початок лінії	Маркування кабелю з боку Світильника / Розетки / Виводу / Перемички
Трасування силових ліній Освітлення							
1	LED Ідальня Група №3 Високов №1	РЩ-автоматизації	LED Ідальня Група №3 Високов №1	ВВГ НГ Д	3*1.5мм2	LED Ідальня №3 Високов №1	LED Ідальня №3 Високов №1
2	LED Ідальня Група №3 Високов №2	РЩ-автоматизації	LED Ідальня Група №3 Високов №2	ВВГ НГ Д	3*1.5мм2	LED Ідальня №3 Високов №2	LED Ідальня №3 Високов №2
3	Люстра Столова Група №3.1 (На блоки живлення) (3 лінії)!!!	РЩ-автоматизації	Люк для кондиціонера в Приміщенні 9	ВВГ НГ Д	3*3*1.5мм2	Люстра Ідальня Група №3.1 (На блоки живлення №1/2/3)	Люстра Ідальня Група №3.1 (На блоки живлення №1/2/3)
4	С блоків живлення на люстру Група 3.1 (3 лінії)!!!	Люк для кондиціонера в Приміщенні 9	С блоків живлення на люстру Група 3.1	ВВГ НГ Д	3*2*1.5мм2	Люстра №3.1 Перша дуга/Друга дуга/Третя дуга	Блок живлення №1/2/3 для Люстри Група 3.1
5	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №1	РЩ-автоматизації	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №1	ВВГ НГ Д	5*1.5мм2	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №1	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №1
6	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №2	РЩ-автоматизації	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №2	ВВГ НГ Д	5*1.5мм2	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №2	LED Ідальня RGBW Група №3 Високов №2
7	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт	РЩ-автоматизації	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт	ВВГ НГ Д	5*1.5мм2	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт
8	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт UTP	РЩ-автоматизації	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт UTP	UTP SE	4*2*0.51	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт UTP	LED Ідальня RGBW Група №3 Пульт UTP

Зразок Кабельного журналу для прокладки Мережі інформаційної шини SCS лаунж столової

Таблиця Б.2.

### Кабельний журнал Мережі інформаційної шини SCS

Трасування Шини SCS системи МуНОМЕ (Вита пара Розумного дому/Датчики Теплої Підлоги)							
1	SCS Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.1	РЩ-автоматизації	Пост вимикачів Ідальня №6 ПВ6.1	L4669	Шина SCS	SCS Ідальня №6 ПВ6.1	SCS Ідальня №6 ПВ6.1
2	УТР Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.1	РЩ-автоматизації	Пост вимикачів Ідальня №6 ПВ6.1	УТР 5Е	4*2*0.51	УТР Ідальня №6 ПВ6.1	УТР Ідальня №6 ПВ6.1
3	SCS Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.2	РЩ-автоматизації	SCS Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.2	L4669	Шина SCS	SCS Ідальня №6 ПВ6.2	SCS Ідальня №6 ПВ6.2
4	УТР Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.2	РЩ-автоматизації	УТР Ідальня №6 Пост викл. ПВ6.2	УТР 5Е	4*2*0.51	УТР Ідальня №6 ПВ6.2	УТР Ідальня №6 ПВ6.2
5	SCS у пост Термостату TR4	РЩ-автоматизації	Пост Термостату TR4	L4669	Шина SCS	Термостат TR4	Пост Термостату TR4
6	УТР у пост Термостату TR4	РЩ-автоматизації	Пост Термостату TR4	УТР 5Е	4*2*0.51	Термостат TR4	Пост Термостату TR4
7	Пеєрмичка SCS у пост викл. ПВ7.1	Пост Термостату TR4	Пост Вимк. Кухня ПВ7.1	L4669	Шина SCS	SCS Кухня ПВ7.1	Пост Термостату TR4
8	Перевірка УТР в пост викл. ПВ7.1	Пост Термостату TR4	Пост Вимк. Кухня ПВ7.1	УТР 5Е	4*2*0.51	УТР Кухня ПВ7.1	Пост Термостату TR4
9	Пеєрмичка SCS у пост викл. Лаунж ПВ6.3	Пост Термостату TR4	Пеєрмичка SCS у пост викл. Лаунж ПВ6.3 L4669		Шина SCS	Пеєрмичка SCS у пост викл. Лаунж ПВ6.3	Пост Термостату TR4
10	Перевірка УТР в пост викл. Лаунж ПВ6.3	Пост Термостату TR4	Перевірка УТР в пост викл. Лаунж ПВ6.3 UTP 5E		4*2*0.51	Перевірка УТР в пост викл. Лаунж ПВ6.3	Пост Термостату TR4
11	SCS У пост НОМЕТОУШ	РЩ-автоматизації	SCS У пост НОМЕТОУШ	L4669	Шина SCS	SCS У пост НОМЕТОУШ	SCS У пост НОМЕТОУШ
12	УТР У пост НОМЕТОУШ	РЩ-автоматизації	УТР У пост НОМЕТОУШ	УТР 5Е	4*2*0.51	УТР У пост НОМЕТОУШ	УТР У пост НОМЕТОУШ
13	ЗТВ У пост НОМЕТОУШ	РЩ-автоматизації	ЗТВ У пост НОМЕТОУШ	ВВП-2	2*1,5мм2	ЗТВ У пост НОМЕТОУШ	ЗТВ У пост НОМЕТОУШ
14	SCS Аудіо/Відео в пост НОМЕТОУШ	РЩ-автоматизації	SCS Аудіо/Відео в пост НОМЕТОУШ	336904	Шина SCS AV	SCS Аудіо/Відео в пост НОМЕТОУШ	SCS Аудіо/Відео в пост НОМЕТОУШ

2. Основою будь якого проекту електропостачання є таблиці навантажень.

Згідно кабельних журналів та архітектурних планів була zostавлена Таблиця навантажень мереж освітлення з вказівкою перетину кабелів навантаження та внесенням номерів груп освітлення.

Таблиця Б.3.

Таблиця навантажень мереж освітлення

Секція освітлення					
Передпокій 2.					
1	LED Передпокій Стеля Група 1.1	ВВГ НГ LS	3x1.5	B10	QF
2	LED дзеркало меблі Група 1.2	ВВГ НГ LS	3x1.5		
3	LED Передпокій Меблі Група 1.4	ВВГ НГ LS	3x1.5		
4	Крапки Передпокій Група 1	ВВГ НГ LS	3x1.5	B6	
5	Бра Передпокій Група 1.3	ВВГ НГ LS	3x1.5		
6	ДД Передпокій №1 (Модульний) (Керує/Запитує група 1.2/1.4)	ВВГ НГ LS	3x1.5		
7	ДД Передпокій №1/1 (Резервний на стелі) (Керує група 1.1/1.2/1.4)	ВВГ НГ LS	3x1.5		
Хол 3.					
8	Точки Холл Гр.2	ВВГ НГ LS	3x1.5	B6	QF
9	LED Хол Група №2.1	ВВГ НГ LS	3x1.5		
Лаундж Ідальня 6.					
10	LED Ідальня №3 Висновок №1	ВВГ НГ LS	3x1.5	B10	QF
	LED Ідальня №3 Висновок №2	ВВГ НГ LS	3x1.5		
11	Люстра Ідальня	ВВГ НГ LS	3x1.5	B6	
Кухня 7./					
12	LED Кухня Робоча поверхня Група 6.3	ВВГ НГ LS	3x1.5	B10	QF
13	LED Кухня Острів Група 6.1	ВВГ НГ LS	3x1.5		
14	Трек Кухня Група 6.2	ВВГ НГ LS	3x1.5	B6	QF
15	Точки Кухня Робоча Група 6	ВВГ НГ LS	3x1.5		
16	LED Закарнизний Кухня Група 3.2 виведення №1 підключення Ліворуч	ВВГ НГ LS	3x1.5	B16	QF
17	LED Кухня Група 3.2 висновок №2 підключення Ліворуч	ВВГ НГ LS	3x1.5		
Вітальня 8. / Кладова 9					
18	Крапки Вітальня №8 Група 8				
19	Торшер Вітальня №8 Група 8.1 (Керована розетка)	ВВГ НГ LS	3x1.5	B6	QF
20	Крапки Кладова №9 Група 7	ВВГ НГ LS	3x1.5		

3. Для внесення в проект однолінійної принципової схеми була розроблена так звана таблиця асоціацій.

Це так би мовити Технічна карта основних елементів «Розумного будинку», яка включає в себе такі параметри:

- найменування та порядковий номер груп освітлення згідно архітектурних планів;
- номер активатора та номер реле активатора керуючого кожної групою освітлення;
- ідентифікатор проміжного силового реле котрим керує активатор (для груп освітлення з великими пусковими токами);
- функцію керування для кожної групи освітлення (Наприклад On/Off або функція управління яскравістю);
- номер кнопки (Сенсора) та ідентифікатор поста до якого прив'язана кожна група освітлення;

- стовпчики з ID адресами активаторів та керуючих пристроїв (сенсорів/контролерів) системи.

Таблиця Б.4.

## Таблиця асоціацій

Таблиця Асоціацій секції автоматизації MyNote									
Таблиця Асоціацій секції Освітлення основного будинку									
Номер названт/аконв/Номер функції	Назва кімнати/навантаження	№ Активатора	Номер реле активатора	Номер проміжного про реле	Номер керуваної Групи на плані	Функції	ID Активатора	Управлялка-Пост/Кнопка номер	Опції (Зліва направо)
1	LED Передпокій Стела Група 1.1	RA1	1	PR1	1.1	ON/OFF		ПВ2.1/Кн.2 (Група 1)/Кн.1(Майстер вимк.)	ПВ2.1 Майстер Точки
2	LED дзеркало меблі Група 1.2		2	PR2/PR2.1(мо-на н.з PR2.1)	1.2	ON/OFF			
3	LED Передпокій Меблі Група 1.4		3	PR3	1.4	ON/OFF			
4	ДД Передпокій №1 (Модульний) (Керує група 1.2/1.4)		ні	PR2/PR2.2 (PR2.2-на хп1 управління)	ДД1	ON/OFF/Авто			
4	ДД Передпокій №1/1 (Резервний на стелі)(Керує група-1.2/1.4)		ДД1/1			ON/OFF/AVTO			
5	Кралки Передпокій Група 1		3	PR3	1	ON/OFF			
6	Бра Передпокій Група 1.3	4	PR4	1.3	ON/OFF		ПВ2.2/Кн.3=ПВ2.2/Кн.2	Бра Передпокій/Точки Передпокій	
7	Точки Холл Гр.2	RA2	1	PR5	2	ON/OFF		ПВ3.1/Кн.2/ПВ3.2/Кн.2-Група 1/№2(2/2.1)	ПВ3.1/Кн.1/ПВ3.2/Кн.3
8	LED Холл Група №2.1		2	PR6	2.1				
9	LED Ідальня Група №№3 Висновок №1 (Димована)		3	PR7/NC	3	ON/OFF+Дім нір (Канал №1)			
10	LED Ідальня Група №№3 Виведення №2 (Димована)		3	PR7.1/NC					
11	Люстра столова Група № 3.1		4	PR8	3.1	ON/OFF			
13	LED Кухня Робоча поверхня Група 6.3		1	PR9	6.3	ON/OFF			
14	LED Кухня Остріва Група 6.1	2	PR10	6.1	ON/OFF		ПВ6.1/Кн.2	Нижній Кн.2	
16	Підвіс Кухня Група 6.2	RA3	3	PR11	6.2	ON/OFF		ПВ7.1/Кн.2=ПВ6.2/Кн.5	ПВ6.2/Кн.7
15	Точки Кухня Робоча Група 6		4	PR12	6	ON/OFF			
17	Кралки Вітальня №№8 Група 8		1	PR13/NC	8	ON/OFF+DIM (Канал №2)			
18	LED Закарнизний Кухня Група 3.2 висновок № №1 підключення Пворуч			PR14					

Проектні рішення для підвищення комфорту та енергоефективності (Енергозбереження) житлового комплексу розділу Керування Освітленням

Особливості проекту.

Во всіх кімнатах згідно дизайн проекту були розташовані Контролери (Цифрові керуючі пристрої) інноваційної серії електро обладнання LivingNow.



Рис. Б.9. Цифровий керуючий пристрій (від 3-х до 6 функцій)

Основним інструментом досягнення енергозбереження є застосування простих та комфортних сценаріїв керування освітлення.

Так як проект з великою кількістю груп освітлення в кожній кімнаті, була запроєктована кнопка для запуску 2-х сценаріїв : я прийшов/я пішов.

Натискання на верхню частину "Сценарної кнопки" запускають сцени включення найбільш використовуваних груп освітлення за бажанням замовника. Натискання на нижню частину вимикають все освітлення в приміщенні з якої людина уходить. Запуск сценаріїв супроводжується сигналізацією світлодіодів статусу сцени.

Сценарні кнопки розташовані при виході з лівого (Хазяйського або правого Гостьового крила будинку) Та запускають сценарії "Я прийшов/Я пішов спати" з керуванням великої кількості груп освітлення.

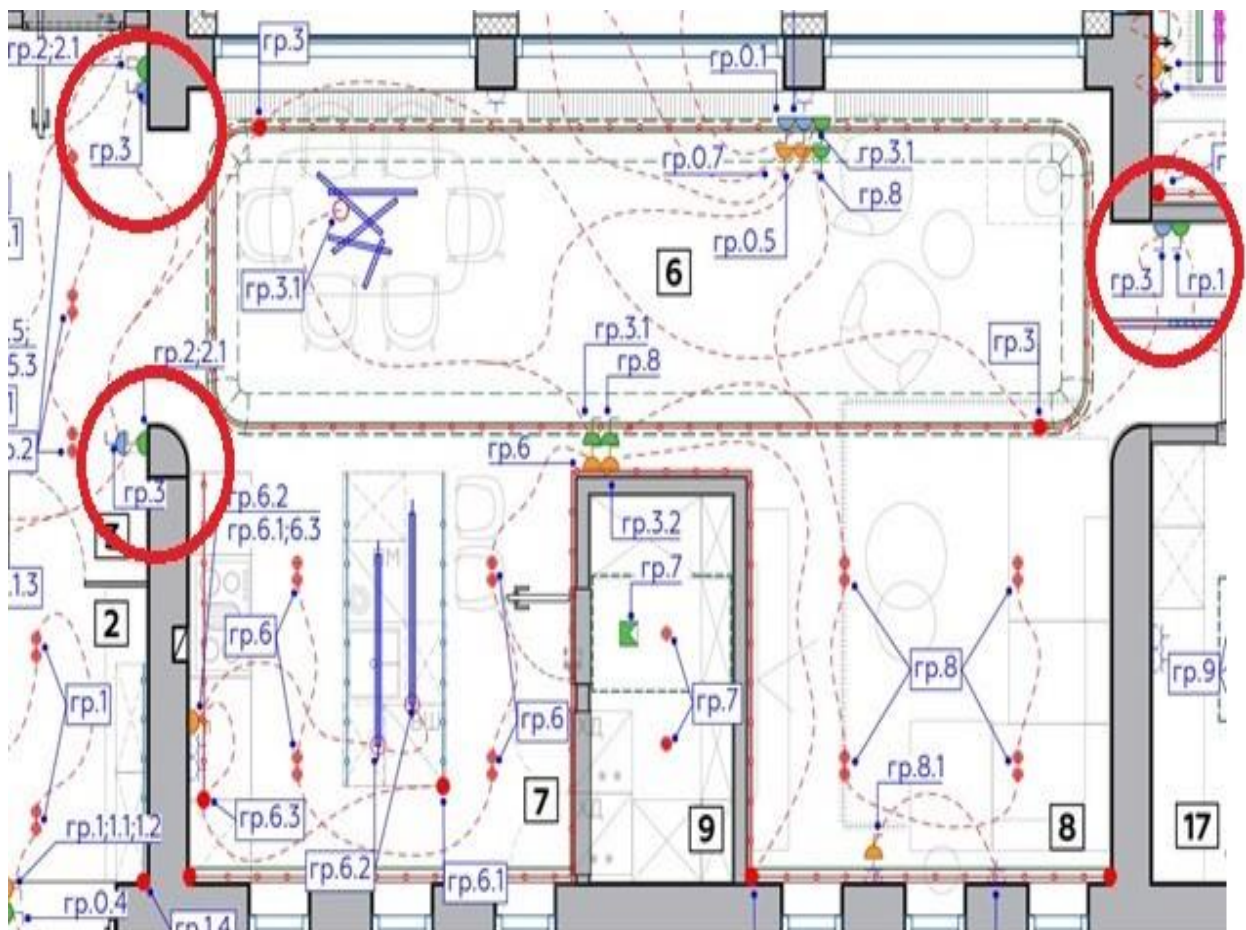


Рис. Б.10. Схема використання сценарних кнопок для великої зони кухня/лаунж, столовая/вітальня.



Рис. Б.11. Сценарні кнопки

Також для зони з великою кількістю керованих груп освітлення в проекті закладена інноваційна цифрова сенсорна панель з можливістю кастомізації за рахунок змінення символів.

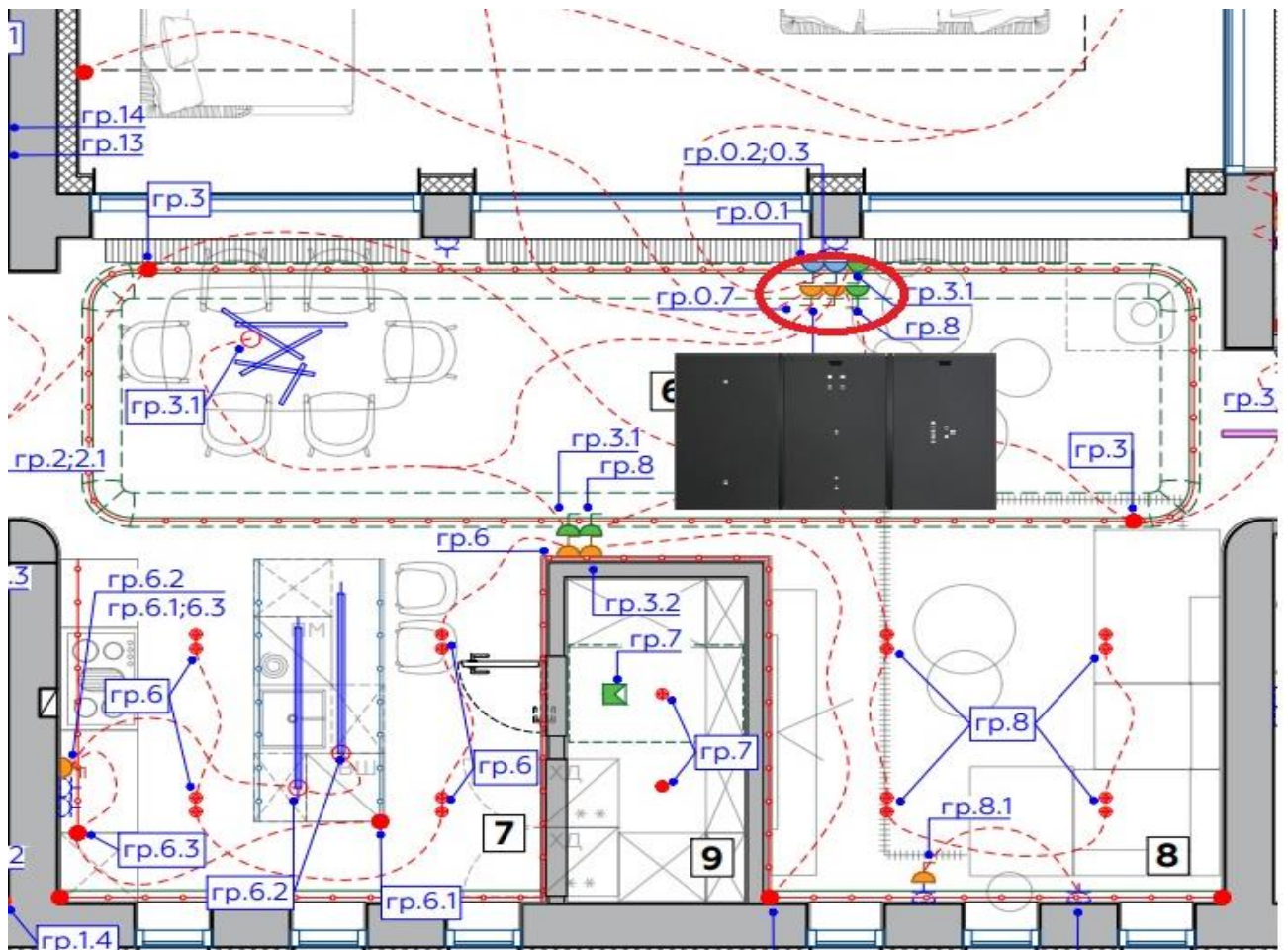


Рис. Б.12. Схема розташування цифрової сенсорної панелі з можливістю кастомізації за рахунок змінення символів.

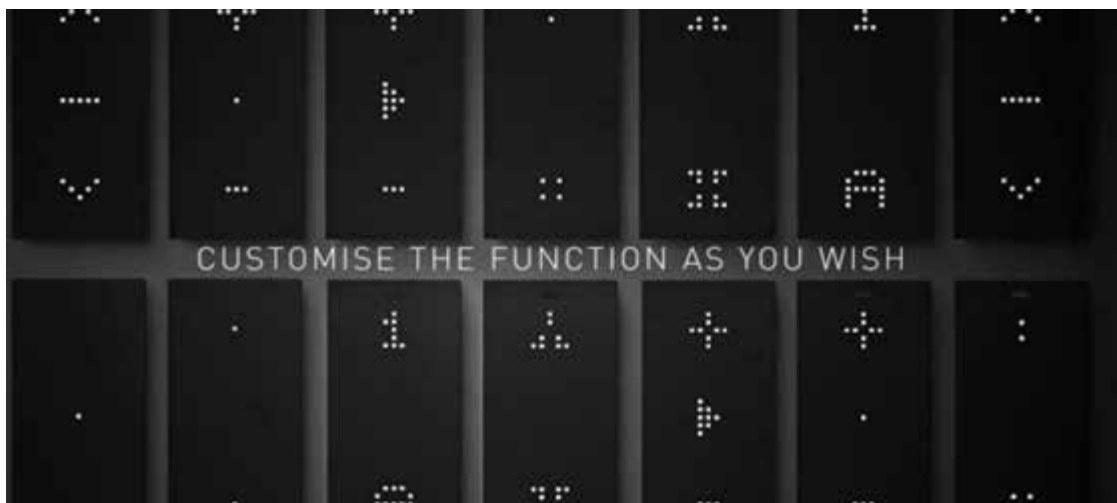


Рис. Б.13. Приклад символів цифрової сенсорної панелі

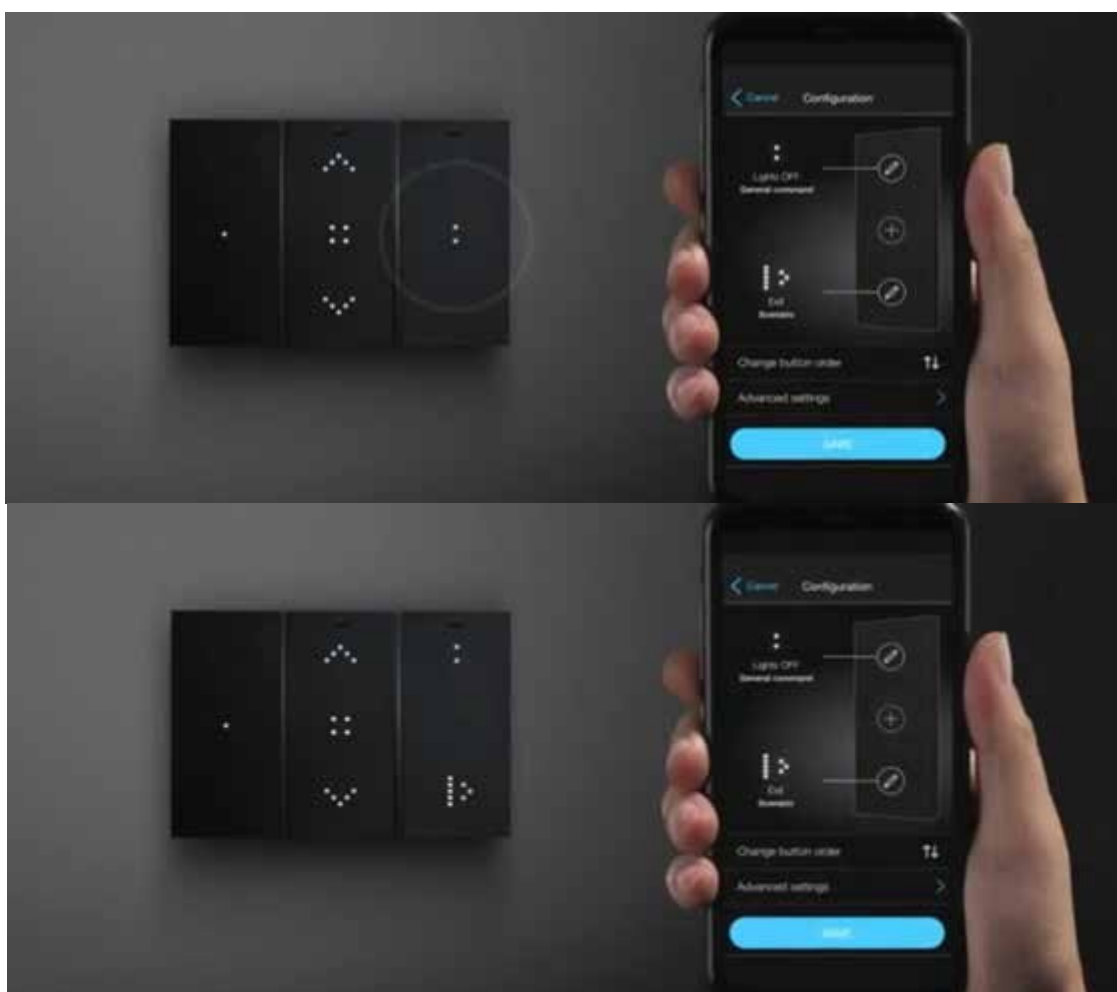


Рис. Б.14. Приклад програмування цифрової сенсорної панелі за допомогою мобільного застосунку.

У спальних приміщеннях біля кравати розташовані сценарні кнопки для запуску сцен «Добрий ранок/Я пішов спати»

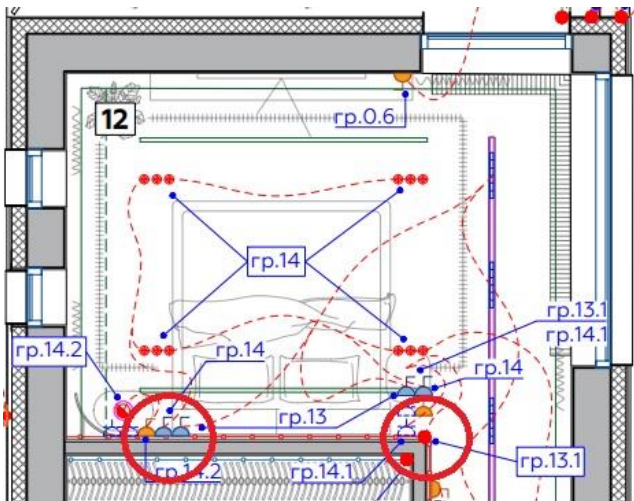


Рис. Б.15. План розташування сценарних кнопок



Рис. Б.16. Сценарні кнопки для запуску сцен «Добрий ранок/Я пішов спати» у спальні.

Майстер вимикач в передпокою запускає генеральні сценарії по всьому будинку: "Я поїхав на роботу/Я вдома"



Рис. Б.17. Майстер вимикач MyHome



Рис. Б.18. Майстер вимикач передпокій

Трекові світильники В Дитячій та Гостьовій та Кабінеті, а також Точкові світильники майстер Спальні та Вітальні димуються з використанням технології DALI.

Для даної функції використовується 8-Канальний інтерфейс SCS-DALI (Арт. F429) чим досягається максимальний рівень комфорту та додатковий ефект енергозбереження.



Рис. Б.19. Приклад керування  
яскравістю трека

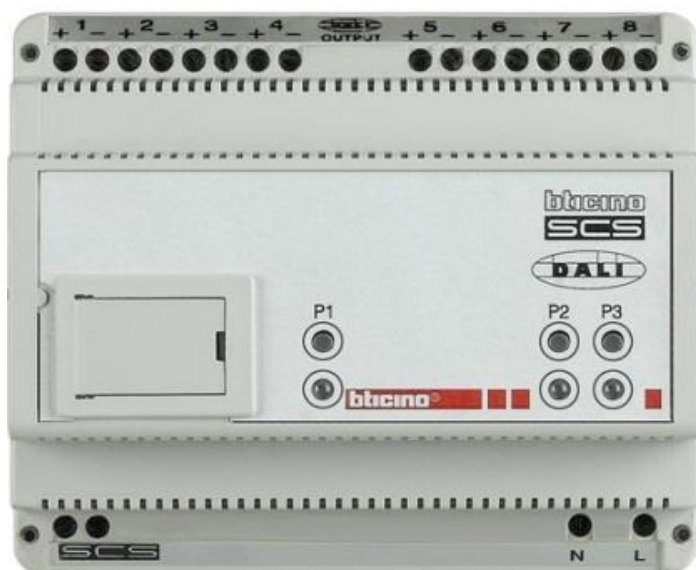


Рис. Б.20. Димер SCS/Dali Арт. F429

Передпокій та Технічні приміщення оснащені датчиками руху для автоматичного керування освітленням в даних зонах. Також реалізована функція ручного керування в незалежності роботи датчика руху.



Рис. Б.21. Датчик руху SCS ІК-Ультразвук  
(потолочний, настінний)



Рис. Б.22. Датчик руху  
технічне приміщення

Для керування зовнішніми групами освітлення та підвищення рівня енергозбереження та енергоефективності були впроваджені такі проектні рішення.



Рис. Б.23. Зовнішнє освітлення

Розділення на групи для енергоефективного керування з урахуванням функціонального призначення:

Групи освітлення для підсвітки під'їзду та проходу к будинку керуються за допомогою датчиків руху



Рис. Б.24. Схема розташування зовнішнього освітлення

Групи освітлення для підсвітки окремих зон користування керованих з постів цифрових вимикачів з середини будинку

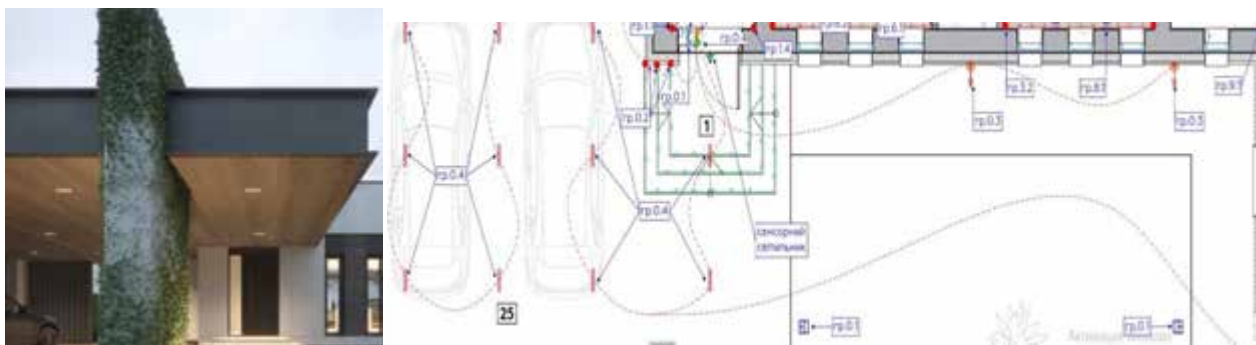


Рис. Б.25. Схема розташування груп освітлення для підсвітки окремих зон

Групи освітлення для підсвітки ландшафтного дизайну за допомогою сценаріїв освітлення що запускаються з телефону.



Рис. Б.26. Схема розташування освітлення для підсвітки ландшафтного дизайну

Групи освітлення для підсвітки фасадів керованих сутінковим реле.



Рис. Б.27. Схема розташування освітлення для підсвітки фасадів керованих сутінковим реле.

Спеціальне декоративне освітлення для локального використання.



Рис. Б.28. Спеціальне декоративне освітлення

Централізоване керування за допомогою Сенсорної консолі розташованою в центрі будинку та мобільного додатку.



Рис. Б.29. Приклад керування за допомогою сенсорної консолі

Сцени для кожного приміщення та керування зовнішніми групами освітлення замовник може налаштувати та змінити в будь який час з застосунку Home+Control. Також проектом передбачені групові та загальні команди керування.

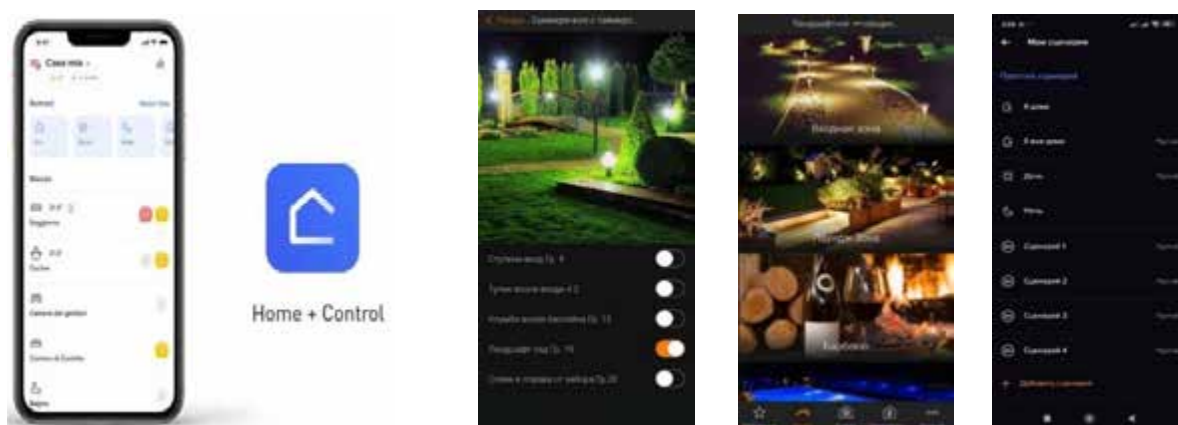


Рис. Б.30. Приклад керування за допомогою застосунку Home+Control

Неперевершений дизайн та інновації у всьому.



Рис. Б.31. Цифрові Клавіші які можна переставляти в любую частину проекту зі збереженням функцій.

## Модульність та ергономіка.



Рис. Б.32. Модульна конструкція

## Зручний монтаж



Рис. Б. 33. Система Флотікс яка дозволяє зрівняти нерівність стін



Рис. Б. 34. Монтажна кришка-Захист для оздоблювальних робіт

Приклад електричної принципової схеми автоматизації.

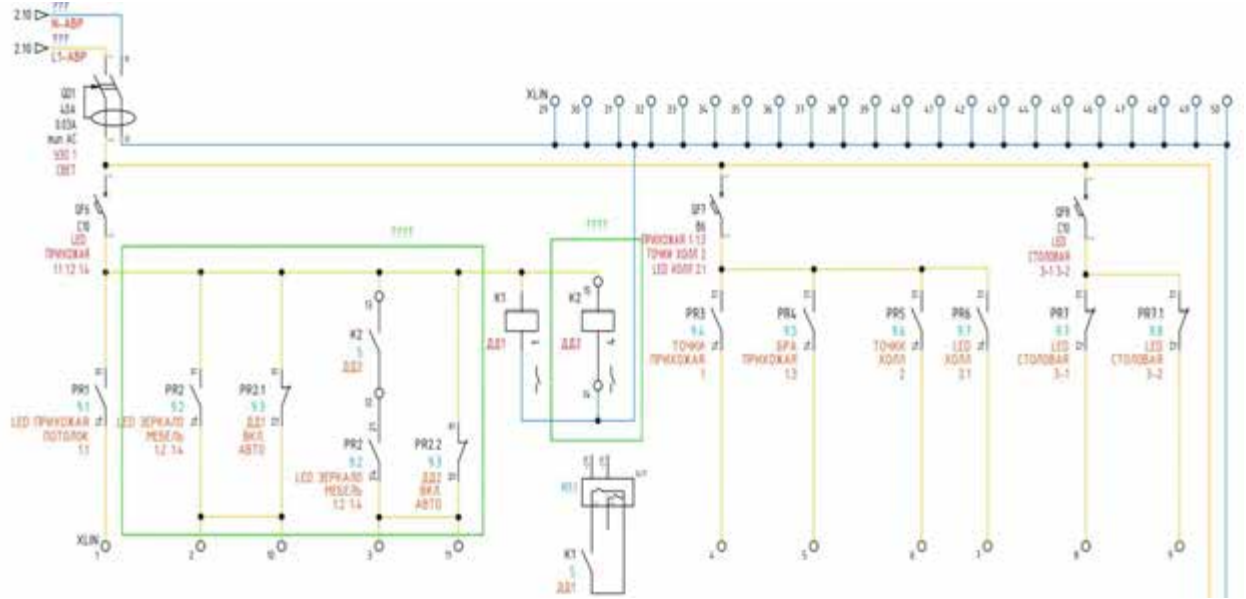


Рис. Б.35. Електрична принципової схема автоматизації

Шафа автоматизації освітлення в роботі (Проект + монтажна частина)



Рис. Б.36. Шафа автоматизації освітлення (Проект + монтажна частина)

## Додаток В

Давайте розглянемо на реальному проекті особливості та переваги системи керування температурою з технологією «Розумна Будівля» на базі обладнання системи MyHome.

Температурний контроль критерії вибору.

Традиційні системи опалення в більшості випадків не передбачають покімнатне регулювання температурою.



Рис. В.1. Приклад не контрольована температура в Спальній кімнаті призводить до перегріву приміщення що порушує медичні норми та веде к перевитрати енергоресурсів.

Наявність в проектах традиційних термостатів не вирішує проблему ефективного керування всією системою опалення особливо в приватних будинках або житлових комплексах.



Рис. В.2. Приклад традиційних термостатів в приміщенні: дизайнерські та звичайні.

## Керування температурою з системою «Розумна Будівля»

Серце системи термоконтроля – «Web Сервер» котрий конфігурує та контролює роботу всієї системи.



Рис. В.3. Web Сервер

Покімнатно розташовуються датчики (Температурні сенсори) з можливістю локального керування або ні.



Рис. В.4. Розумний термостат з виносним датчиком температури



Рис. В.5. Термостат з вбудованим датчиком температури (Серія LivingNow)

За рахунок такої схеми з'являється можливість задавати температурні сценарії для кожного часу і дня тижня для кожної контролюючої кімнати чим досягається:

- автоматичне відключення зон котрі не використовуються;
- ефективне зниження температури для нічного часу або часу коли вдома нікого нема;
- ефективний контроль за температурою коли сім'я від'їжджає у відпустку;
- віддалений контроль за системою за допомогою мобільних додатків та мережі інтернет;

- ефективно керування насосами циркуляції;
- за рахунок застосування в проекті рішень з шинною організацією є можливість інтеграції системи опалення з іншими підсистемами проекту.

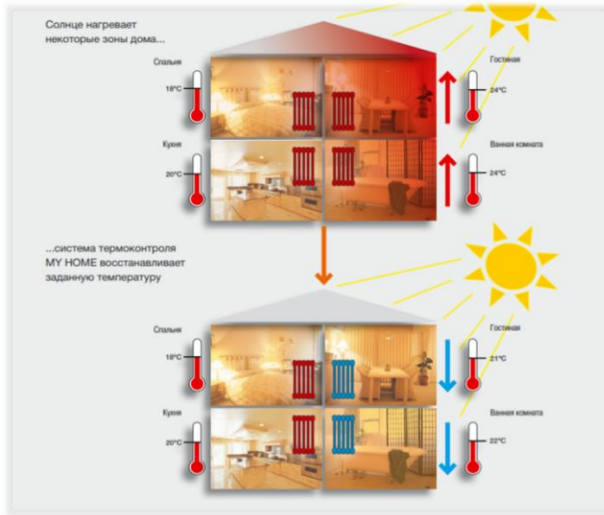


Рис. В.6. Сонце нагріває деякі зони будинку.. Система MyHome відновлює задану температуру

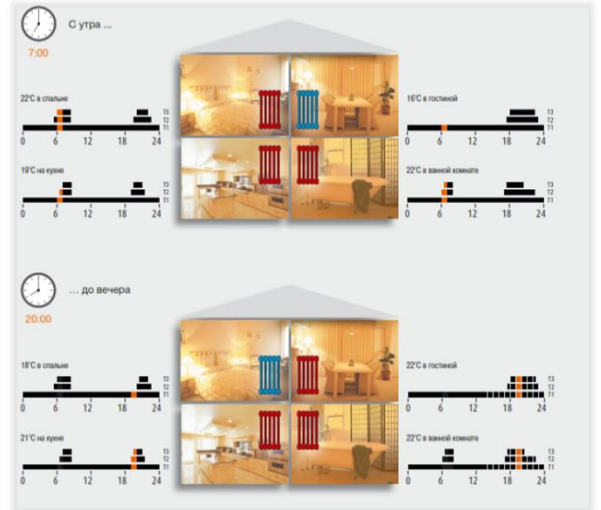


Рис. В.7. Робота системи тільки в задані часи і с заданою температурою

Структурна схема керування Температурою на базі інформаційної шини SCS

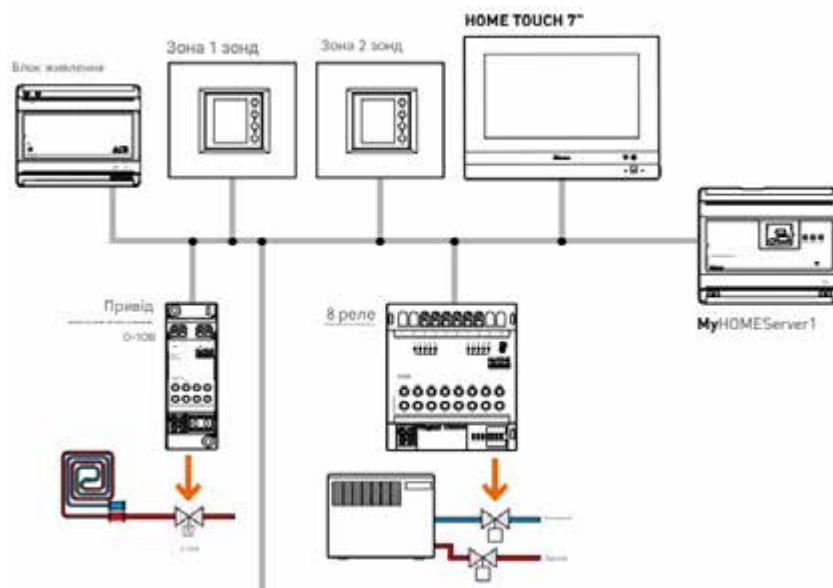


Рис. В.8. Структурна схема керування Температурою на базі інформаційної шини SCS

Система завоювала прихильників по всьому світу за рахунок простоти в використанні надійності та функціональності.

Термоконтроль MyHome працює з усіма видами опалювальних систем:

Радіаторною гідравлічною системою, системою тепла підлога як електрична так і гідравлічна, електричні радіатори або фанкойли, бойлери та інше.

ТИПИ СИСТЕМ, ЯКИМИ МОЖНА КЕРУВАТИ



Рис. Б.9. Приклад опалювальних систем

Принципова схема керування опалювальними приладами з радіаторами

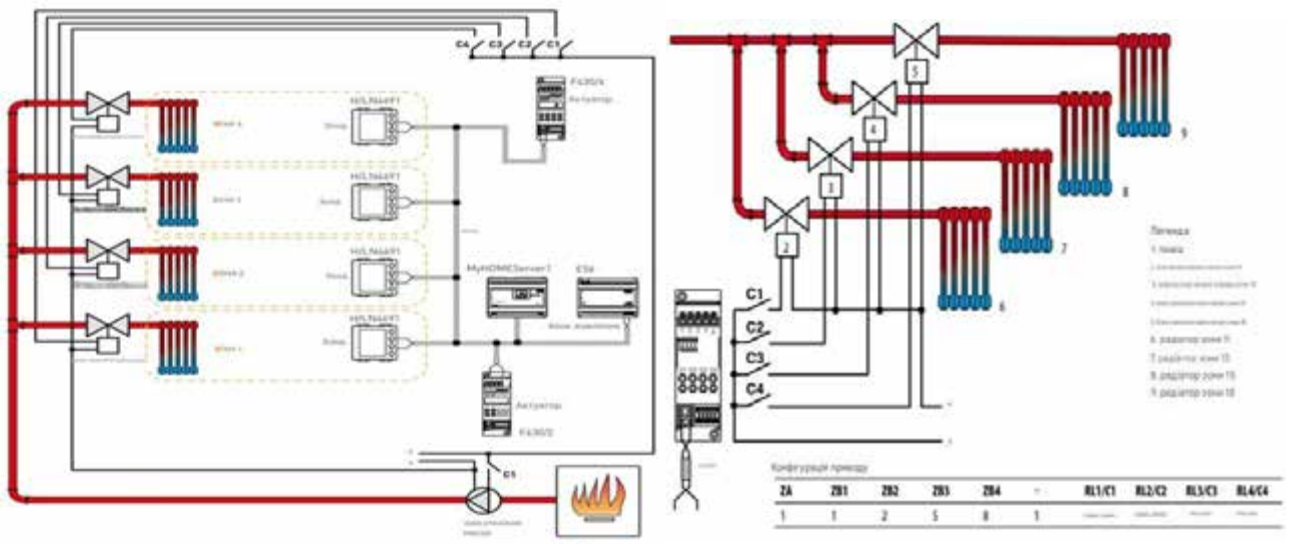


Рис. В.10. Принципова схема керування опалювальними приладами з радіаторами

Принципова Схема роботи з теплою підлогою

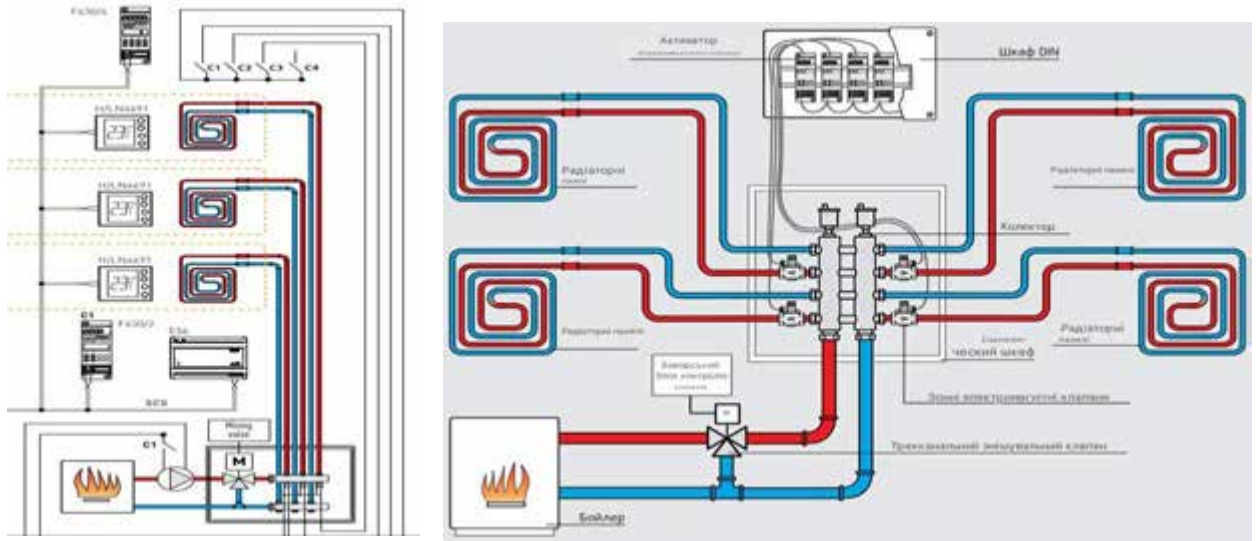


Рис. В.11. Принципова схема роботи з теплою підлогою

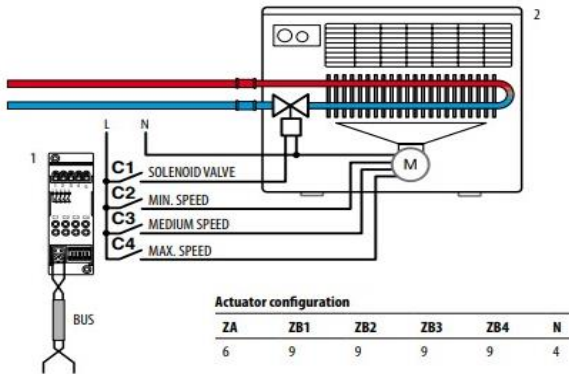


Рис. В.12. Схема керування фанкойлом або радіатором з високошвидкісним вентилятором

Проектні рішення базуються з урахуванням архітектурних планів та проекту опалення:

- загальна кількість зон з опаленням через поверхню підлоги.....7
- загальна кількість зон з опаленням через поверхню підлоги і внутрішньо підлоговими конвекторами.....4
- кількість зон з опаленням конвекторами.....1
- загальна кількість зон керування з датчиками повітря.....10
- загальна кількість зон керування з датчиками в підлозі.....2
- кількість насосних груп.....3
- кількість зон з електричними теплими стінами.....2

План розташування системи тепла підлога.

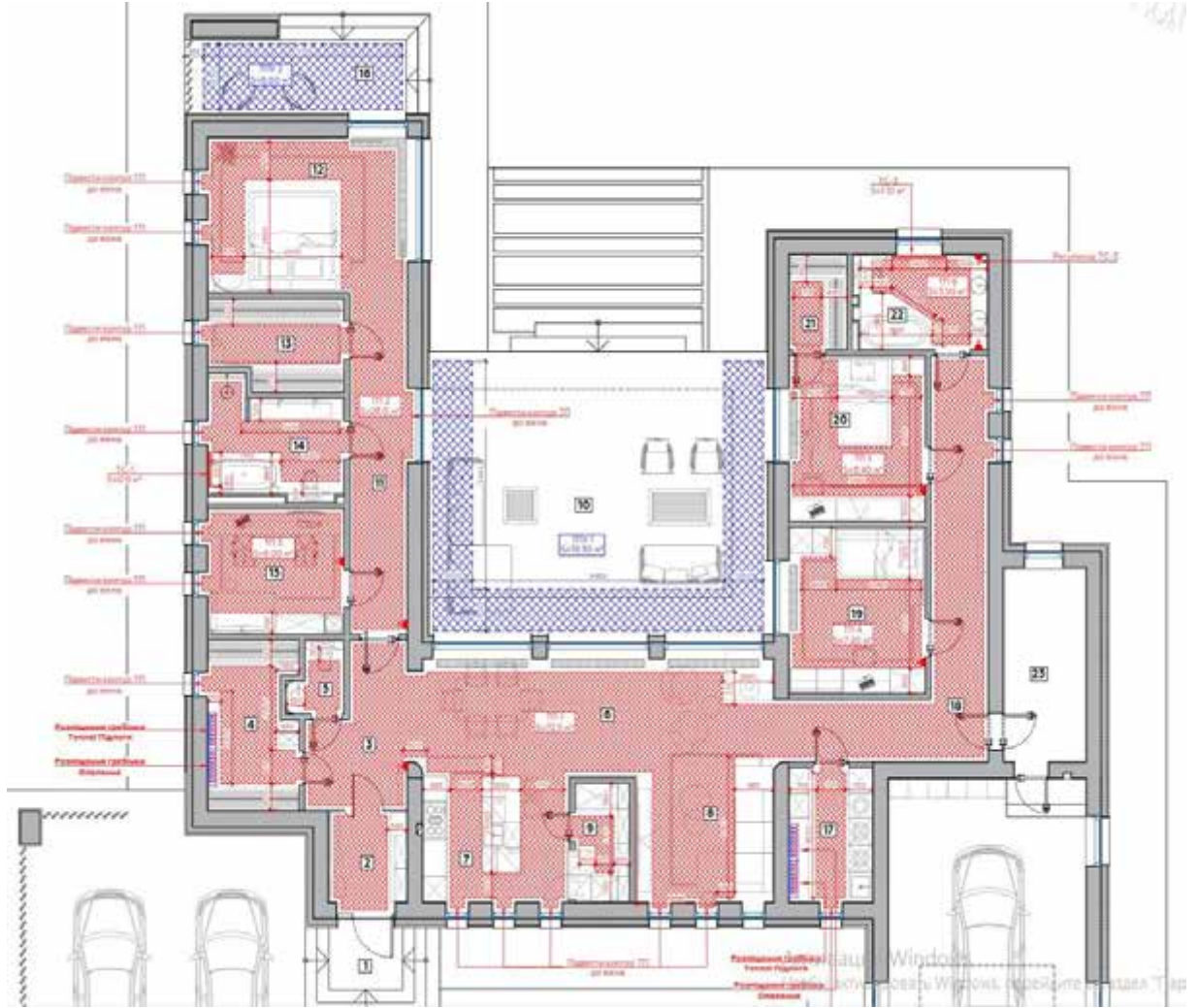


Рис. В.13. Розташування системи тепла підлога

План розташування внутрішньо підлогових конвекторів



Рис. В.14. розташування внутрішньо підлогових конвекторів

Принципова схема об'язки топочної.

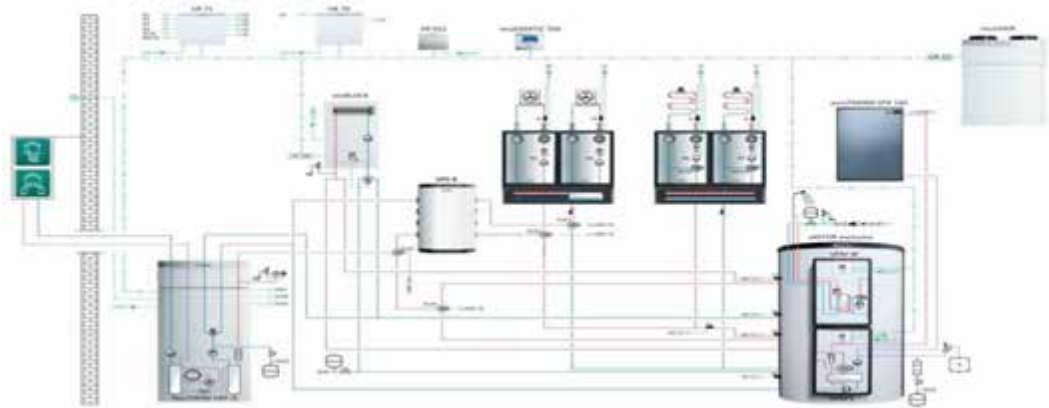


Рис. В.15. Принципова схема об'язки топочної

Структура розподілення опалення від теплоносія до розподільчої колекторної шафи з контурами теплої підлоги/або контурів конвекторів

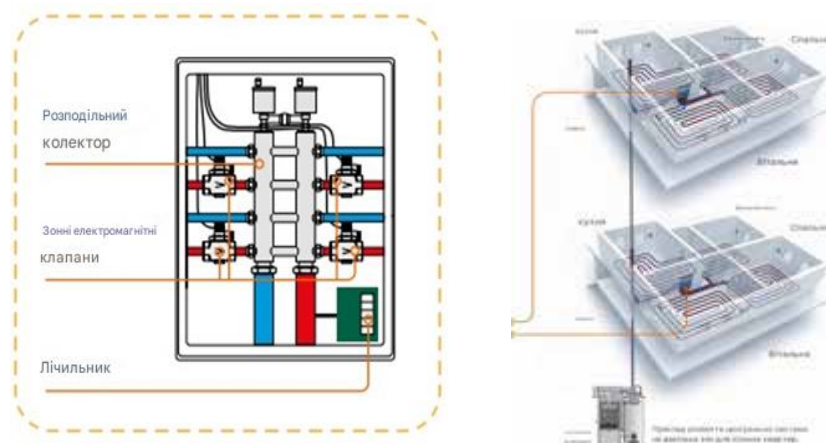


Рис. В.16. Приклад структури розподілення опалення від теплоносія до розподільчої колекторної шафи з контурами теплої підлоги/або контурів конвекторів.

Технічне завдання на проектування системи зонного термоконтроля:

- побудувати контроль температури загальних та жилих зон з керуванням температури повітря;
- побудувати контроль температури в ванних кімнатах з контролем температури підлоги для досягнення максимально комфортної температури підлоги;

- контролювати вимкнення та вмикання теплих стін в ванних кімнатах (сучасне рішення для рушникосушарок);

- Можливість керування системою з мобільних гаджетів.

Проектні рішення.

З урахуванням побажань замовника був складений план розташування елементів системи з пояснювальною запискою.

План розташування датчиків та термостатів з пояснювальною запискою

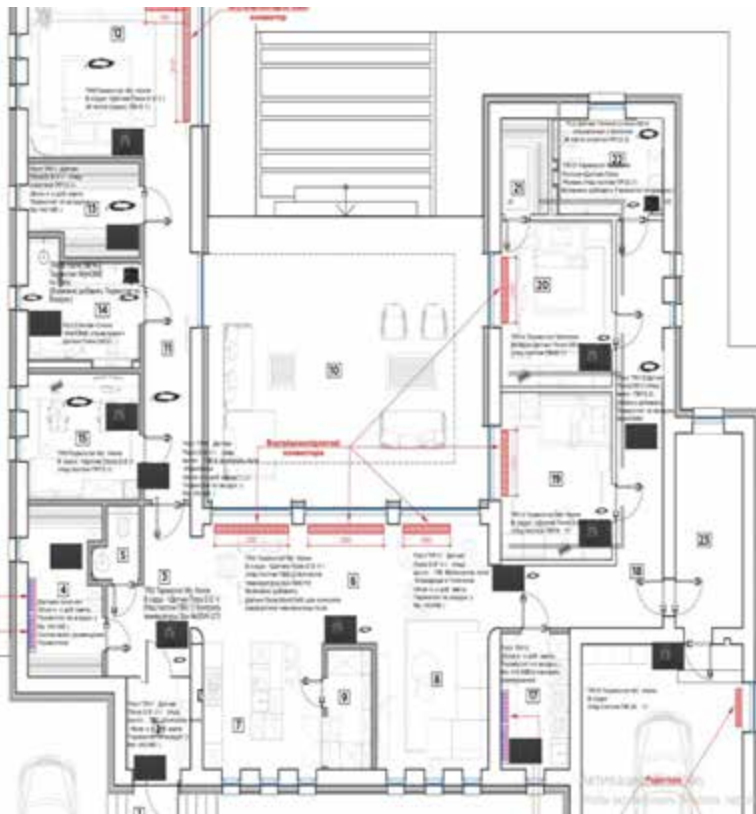


Рис. В.17. План рзташування датчиків та термостатів

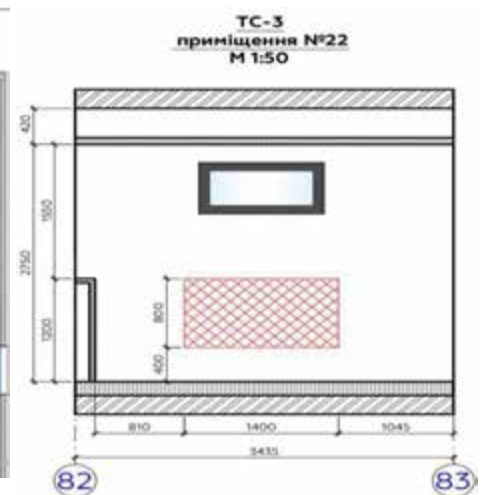


Рис. В.18. Приклад розташування електричної Теплої Підлоги для рушник сушарки

Спеціальні технічні рішення та особливості схеми керування.

Кімнати у яких є тепла підлога та конвектори була розроблена схема з двоступінчастим ввімкненням системи опалення. При запиті на обігрів першою ступеню вмикається тепла підлога. При неспроможності теплої підлоги покрити тепловтрати до вмикається друга ступень нагріву приміщення -

внутрішньо підлогові конвектори. Така схема дозволяє коректно керувати двома опалювальними приладами одночасно не перегріваючи приміщення.

Настінний термостат та мобільний додаток дозволяє примусово увімкнути/вимкнути конвектори за бажанням замовника.



Рис. В.19. Тепла підлога та Конвектори

Принципова схема керування двоступінчатого нагріву приміщень.

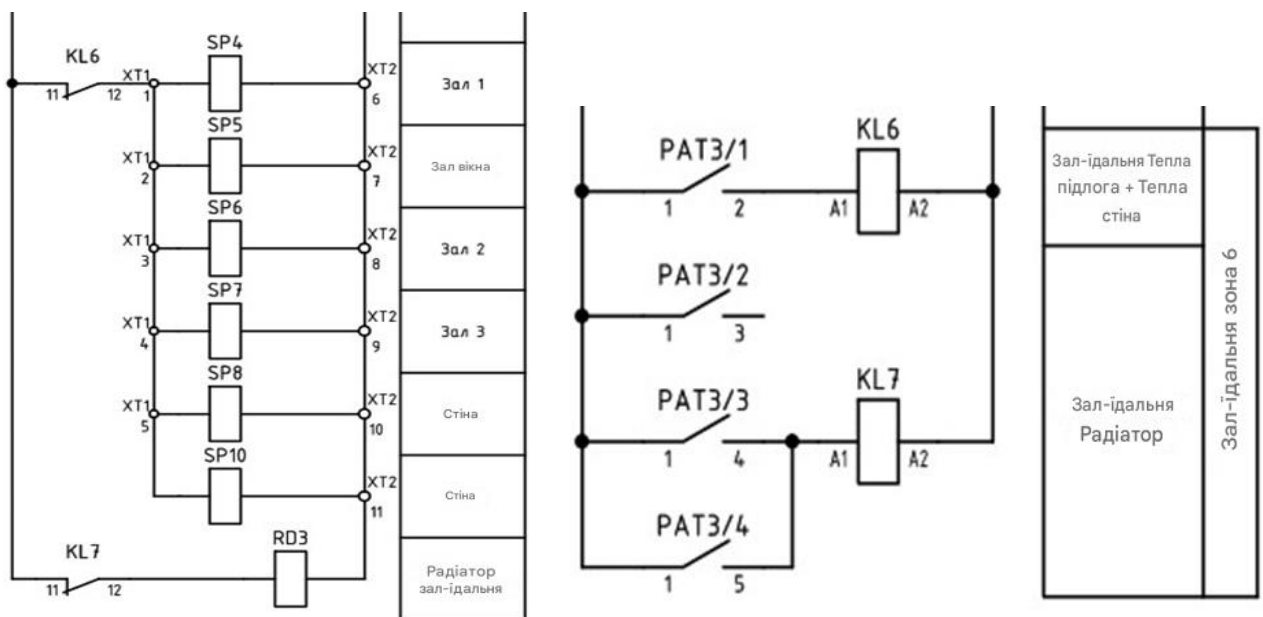


Рис. В.20. Приклад принципової схеми керування двоступінчатого нагріву приміщень

Керування насосами циркуляції.

Для підвищення рівня енергозбереження насоси циркуляції вмикаються по запиту на нагрів хочаб однієї зони та вимикаються при досягненні заданої температури в приміщеннях.

Схема з керування циркуляційним насосом.

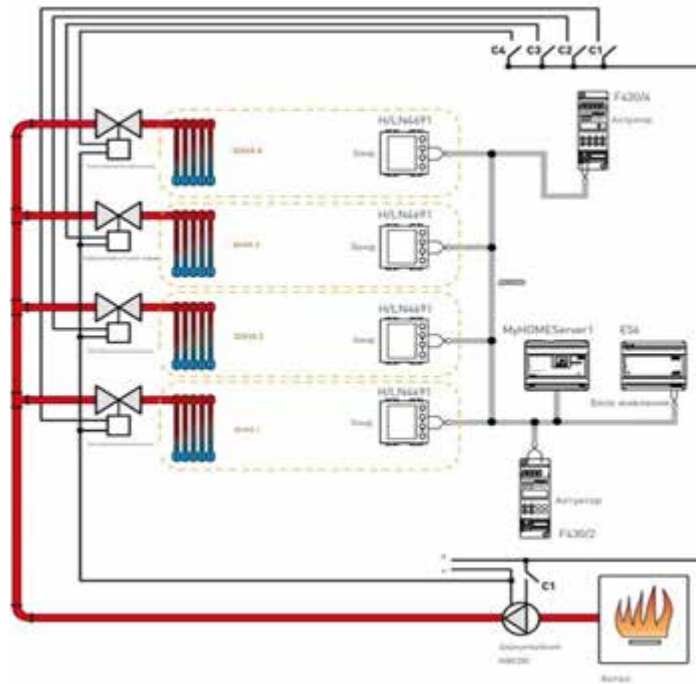


Рис. В.21. Приклад схеми з керування циркуляційним насосом

Організації схеми керування сервоприводами та циркуляційним насосом

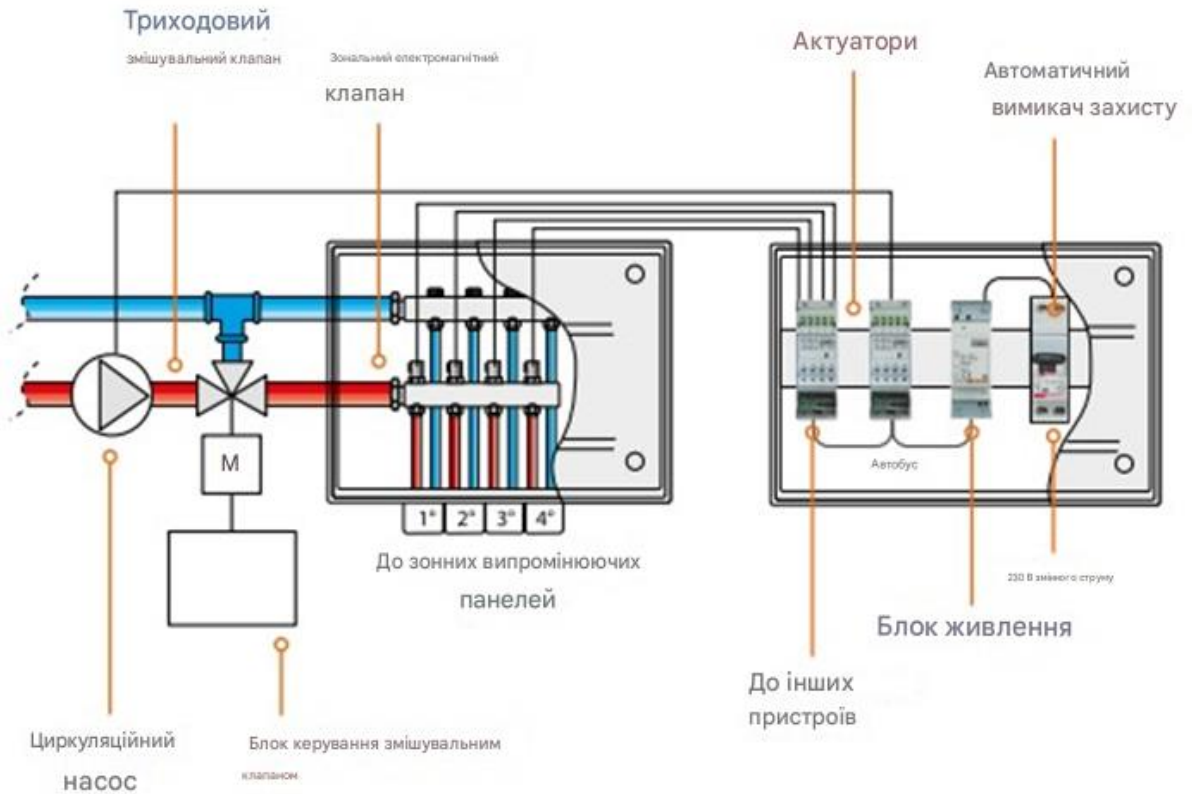


Рис. В.22. Приклад організації схеми керування сервоприводами та Циркуляційним насосом

Схема керування сервоприводами контурів Теплої підлоги.

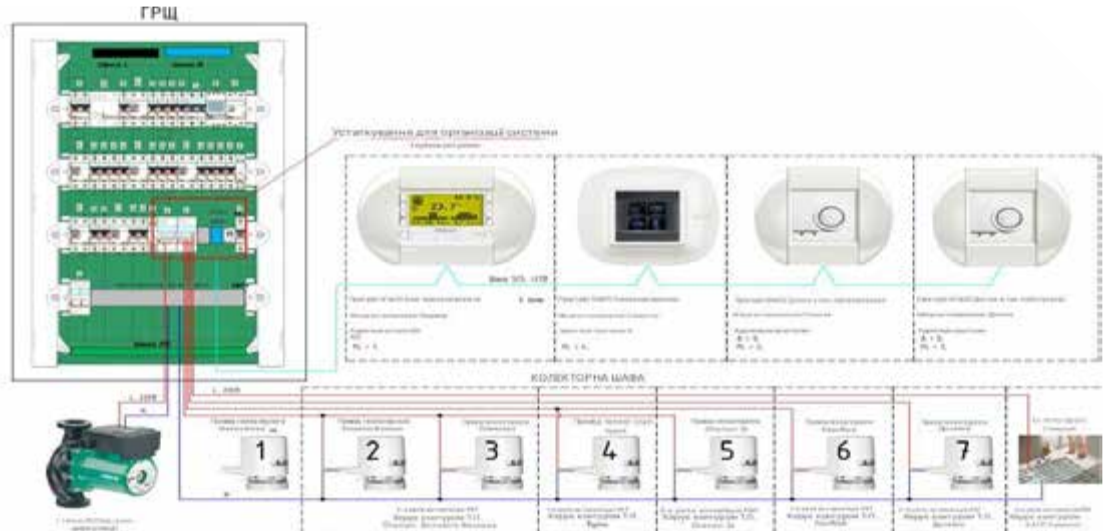


Рис. В.23. Приклад схеми керування сервоприводами контурів Теплої підлоги

Проект розкладки контурів Теплої підлоги.

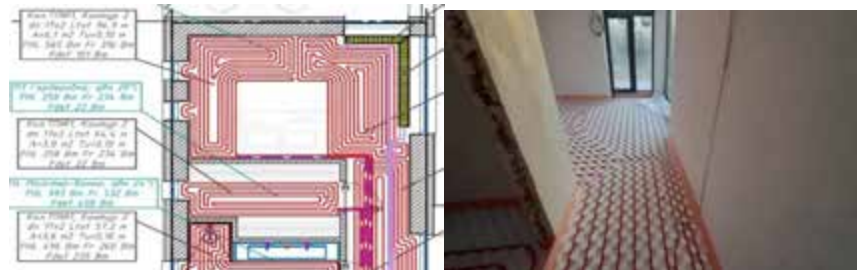


Рис. В.24. Проект та фото розкладки контурів Теплої підлоги з проекту

Зовнішній вигляд колекторної шафи з гребінкою, насосних груп Теплої підлоги та Конвекторів



Рис. В.25. Зовнішній вигляд колекторної шафи з гребінкою теплої підлоги



Рис. В.26. Зовнішній вигляд насосних груп теплої підлоги та конвекторів

### Інтеграція з енергоносієм.

В сучасних системах керування опаленням енергоефективність реалізована за рахунок погодо залежної автоматики від виробників систем опалювання. На базі даних від датчика повітря (розташовується на зовні будинку) та налаштувань пульт автоматики буде графіки керування температурою теплоносія.



Рис. В.27. Зовнішній вигляд Теплового насосу



Рис. В.28. Зовнішній вигляд пульта погодо залежної автоматики

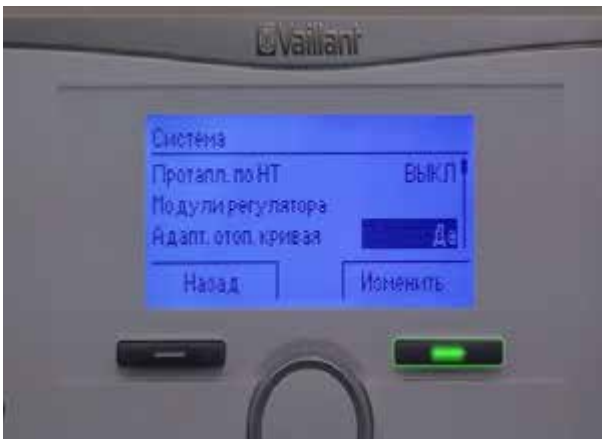


Рис. В.29. Зовнішній вигляд Теплового насосу

Подана схема є спрощеною і містить всіх елементів, необхідні правильної роботи системи.

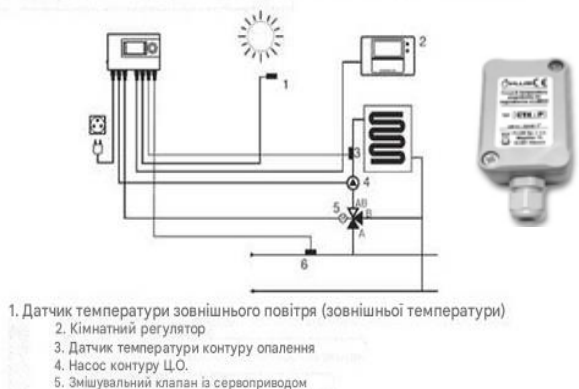


Рис. В.30. Приклад схеми підключення зовнішнього датчика повітря

В існуючому проекті реалізована функція часткової інтеграції з керуванням теплоносія (Теплового насосу), зокрема реалізована функція вимкнення та вмикання Теплового насоса в схемі переключення на резервне

джерело теплоносія та електроживлення при відключеннях світла. Також реалізована функція технічної сигналізації за допомогою Push повідомлень в мобільний додаток при відключенні напруги на Тепловому насосі в результаті аварії.

Технічна сигналізація та індикація режимів роботи системи.

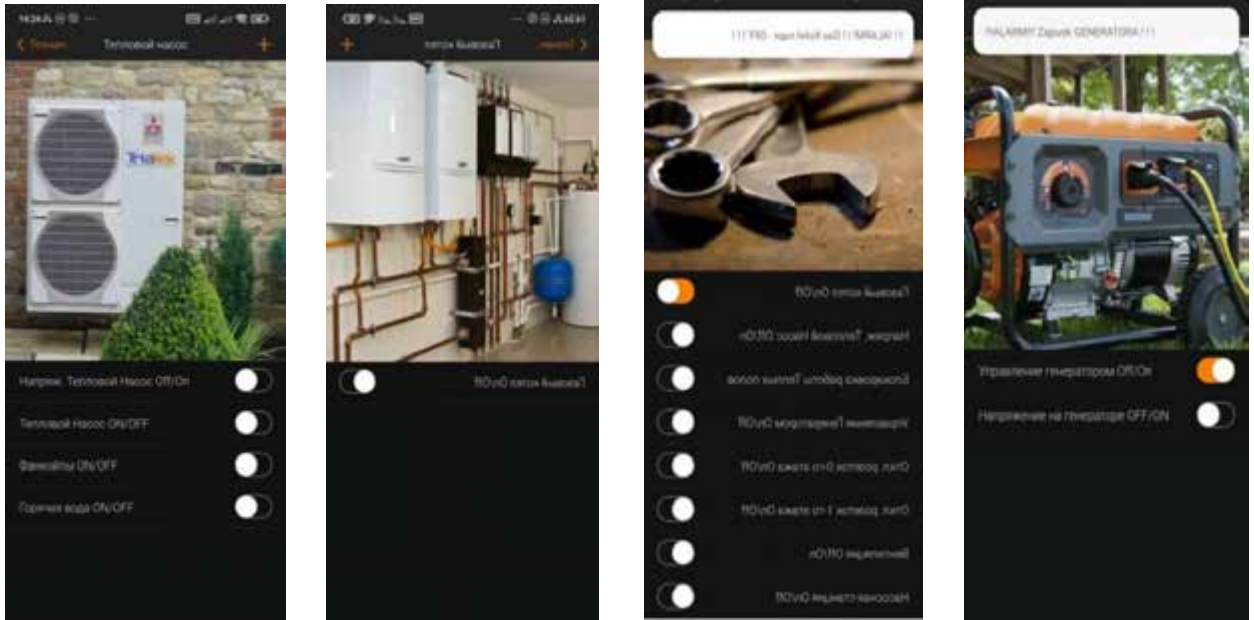


Рис. В.31. Приклад Технічної сигналізації та індикації режимів роботи системи  
Інтерфейс користувача

Система дозволяє повне керування системою з мобільного додатку та настінної сенсорної консолі Home touch.



Рис. В.32. НОМЕТОUCH – 7 дюймовий сенсорний екран для управління всіма функціями MyHOME

## Керування системою з мобільного додатку Home+Control.

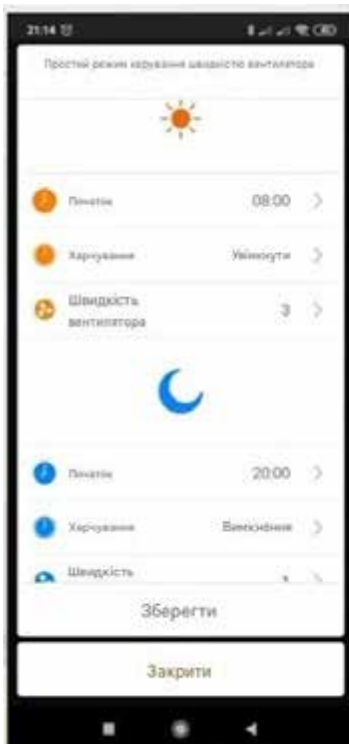


Рис. В.33. Простий режим керування

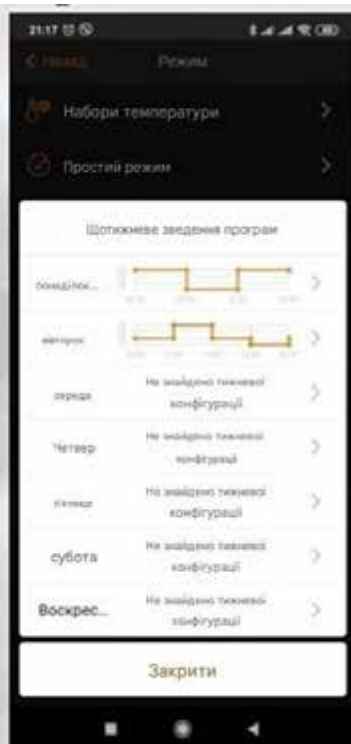


Рис. В.34. Створення графіків керування

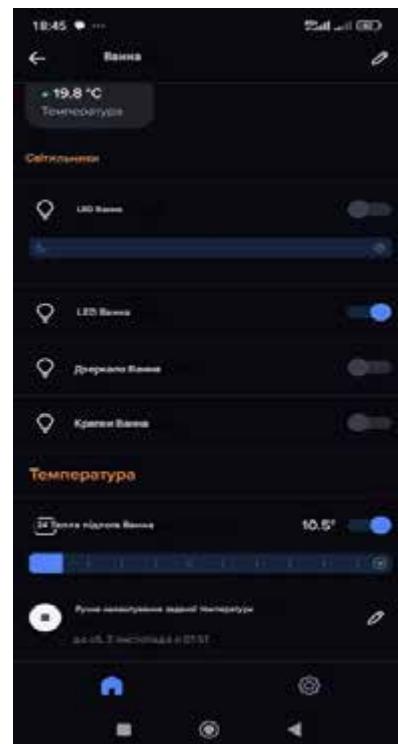


Рис. В.35. Розташування Датчика температури в кімнаті в мобільному додатку Home+Control

Інтерфейс керування інтуїтивно зрозумілий та функціональний та дозволяє як створення індивідуальних тижневих програм так і створення сценаріїв керування термоконтролем.



## Розрахунок навантажень системи відтавання снігу та льоду

Таблиця Д.1.

## Таблиця розрахунку навантажень Системи відтавання снігу та льоду

Таблиця навантажень Стаівання снігу та льоду на ґрунті						
№п/п	Номер зони	Призначення зони	Потужність зони/230В/Вт	Ток/А	Загальна потужність/ВТ	Загальний ток/380/А
1	1	Під'їзд до Гарана	6592	28,66	56,29	85,62
2	2	Під'їзд до Кригого паркування	7360	31,45		
3	3/4	Доріжка до входу в будинок/Ганок	4480	19,47		
4	5	Ганок Тераси Спальні	3296	14,31		
5	6	Краса зона Великої Тераси	6592	28,66		
6	7.1/7.2	Майданчик Будинку Барбекю та Саун	2460	10,69		
7	9.1/9.2	Центральна зона великої тераси	11184	57,32		
8	10	Додаткова зона Кригого паркування	12310	53,6		

Як ми бачимо з таблиці маємо велику потужність для роботи системи.

Проектні рішення для зниження споживання електроенергії та методи досягнення енергоефективності.

Проектом була розроблена ефективна гібридна схема управління з інтеграцією мікропроцесорних терморегуляторів у систему «Розумного будинку».

## Основні Компоненти системи

Нагрівальний кабель для монтажу в шар бетонної підкладки на ґрунті забезпечує нагрівання ґрунту та відтавання снігу та льоду. Мікропроцесорний терморегулятор та датчики температури/вологості забезпечує ефективне керування контурами та зонами відтавання снігу при нульових та мінусових температурах. Даний пристрій спрацьовує тільки при досягненні заданої температури та наявності опадів чим і досягається оптимізована робота системи знижуючи час використання системи.



Рис. Д.2. Мікропроцесорний Терморегулятор та датчики температури/вологості



Рис. Д.3. Нагрівальний кабель для монтажу в шар бетонної підкладки на ґрунті

Проектні рішення.

Особливості використаної в проекті схеми за допомогою Терморегуляторів припускають одночасно спрацювання та роботи тільки потрібних ділянок (зон). Так наприклад при запиті на роботу ділянок з сумісним призначенням система організує відтавання снігу однієї зони а через деякий час вимкне роботу іншої сумісної зони, чим досягнеться лише часткове використання загальної потужності системи.

Приклад роботи поперемінної роботи зони під'їзду к гаражу та під'їзду до критого паркування - тільки одна з зон буде працювати одночасно.

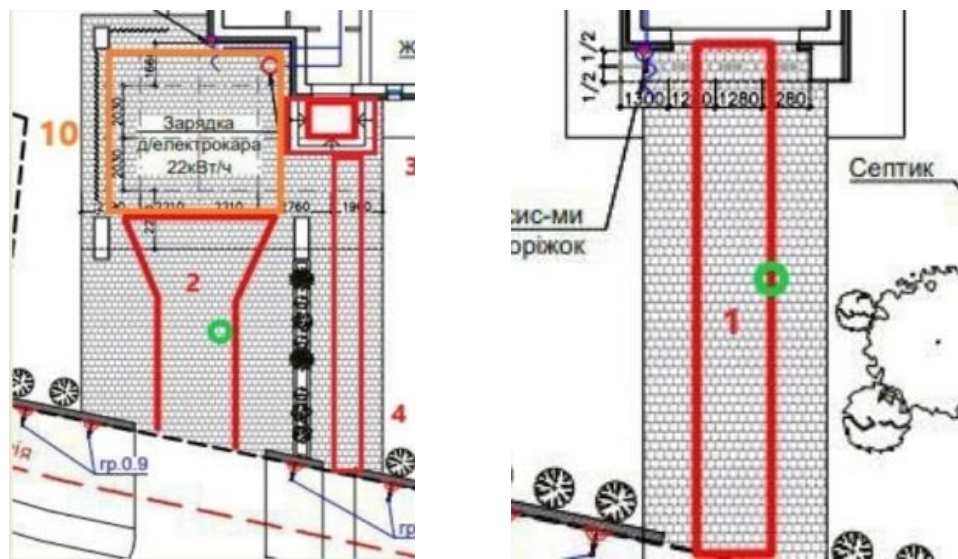


Рис. Д.4. Приклад роботи поперемінної роботи зони під'їзду к гаражу та під'їзду до критого паркування

Інтеграція з системою «Розумна будівля» (Пошук шляхів для додаткового обмеження споживання електроенергії).

Додатково проектом розроблена схема керування по котрій замовник може дозволити чи заборонити роботу ділянок особливо таких, які мають велику потужність або можуть не використовуватися. Це досягається за рахунок використання цифрових активаторів системи MyHome та інтегрованої в електричну схему схем керування зонами відтавання. Керування досягається з мобільного додатку Home+Control та центральної сенсорної консолі Hometouch.

Також реалізована функція сповіщення при спрацюванні кожної ділянки системи з використанням Push повідомлень на телефон.

Центральна зона тераси з великою розрахунковою потужністю.



Рис. Д.5. Центральна зона тераси



Рис. Д.6. Активатор (арт. F411/4) та контактний інтерфейс для інтеграції з «Розумним будинком»

Принципові схеми відтавання та схеми керування з інтеграцією в «Розумний будинок».

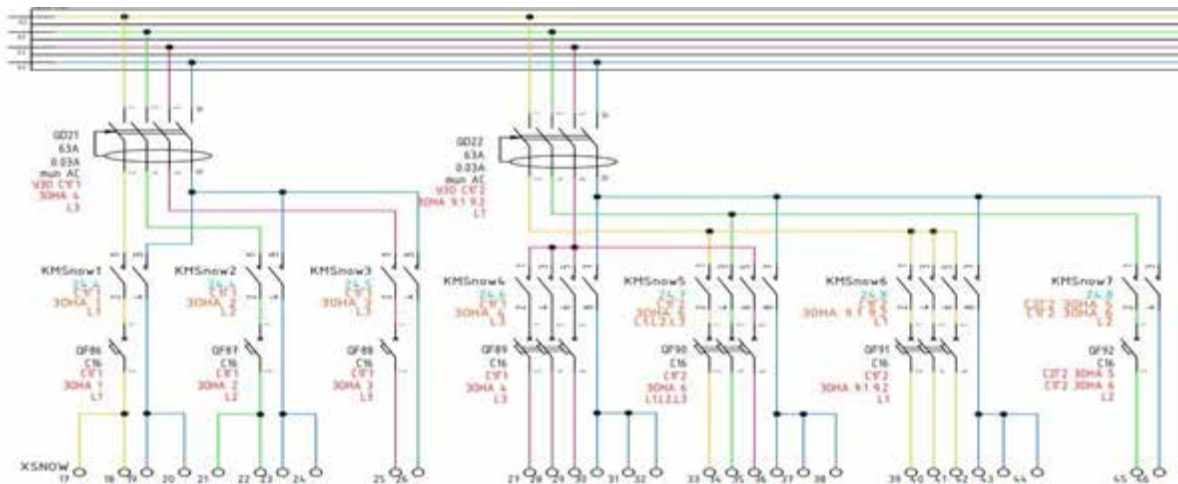


Рис. Д.7. Приклад принципової схеми відтавання снігу та схеми керування з інтеграцією в «Розумний будинок»

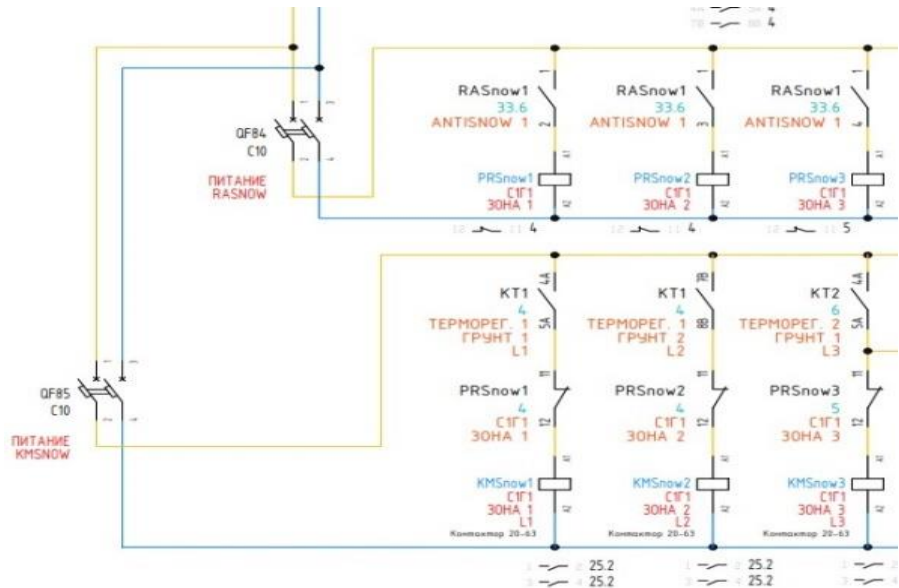


Рис. Д.8. Приклад принципової схеми відтавання снігу та схеми керування з інтеграцією в «Розумний будинок»



Рис. Д.9. Підключені в шафі Мікропроцесорні терморегулятори та активатори інтеграції системи відтавання снігу та льоду в шафі.

Проект містить такі навантаження:

- електропобутове обладнання кухні;
- сонцезахисну систему (електрокарнізи та електрожалюзі);
- зарядні пристрої для електромобілів великої потужності;
- розгалужену систему розеток;
- систему кондиціонування;
- систему вентиляції.

Проектні рішення:

Розроблена електрична принципова схема дозволяє відключати не використані розетки через сценарії «Розумного будинку» з мобільного додатку.

Майстер вимикач розташований в прихожій (передпокою) також запускає сценарії відключення всіх не використаних розеток коли замовник уходить з будинку.

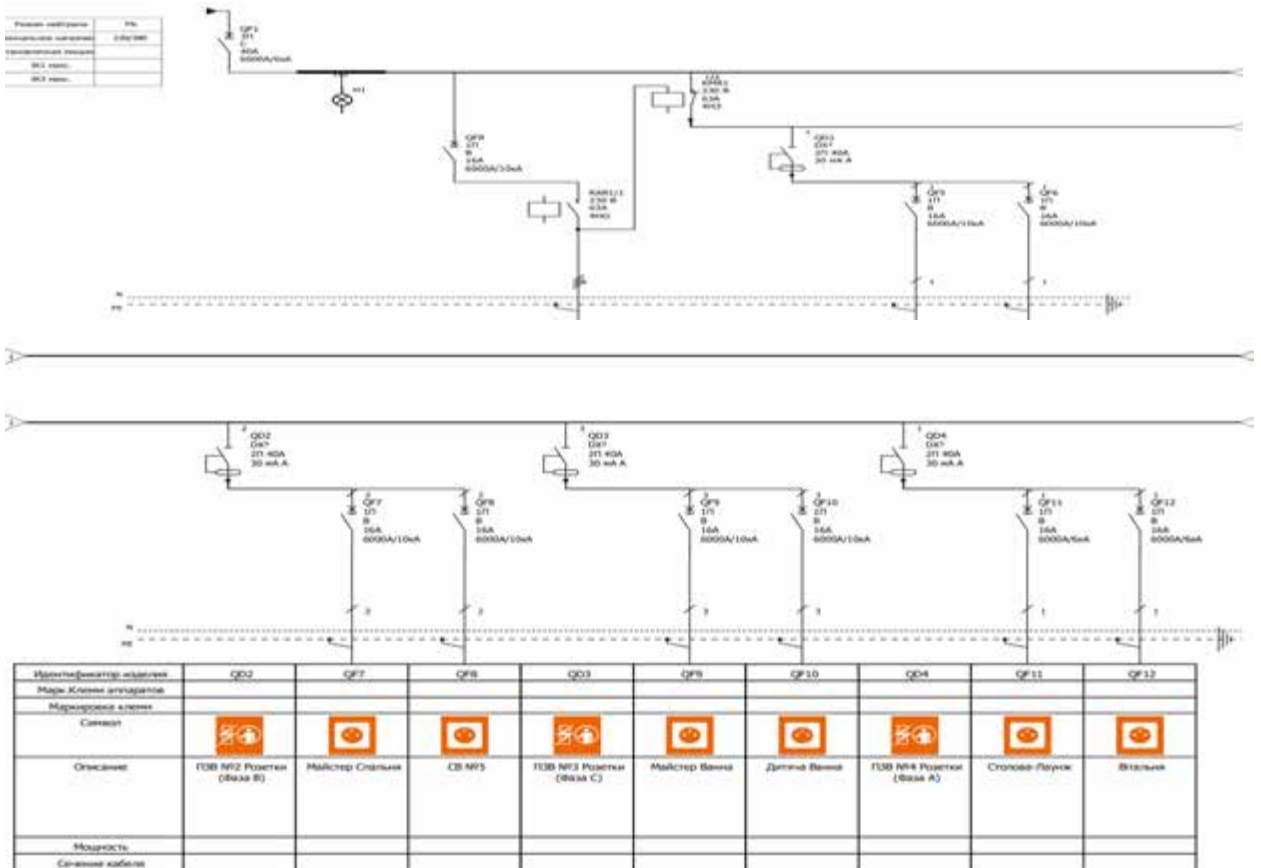


Рис. Ж.1. Схема керування розетками група №1 за допомогою силового контактору та Активатору системи MyHome

Також проектом передбачено відключення енергоємних розеток кухні та постірочной при переключенні на резервні джерела живлення (Гібридну сонячну електростанцію та Газовий електрогенератор), чим досягається зниження навантаження на Резервні джерела живлення.

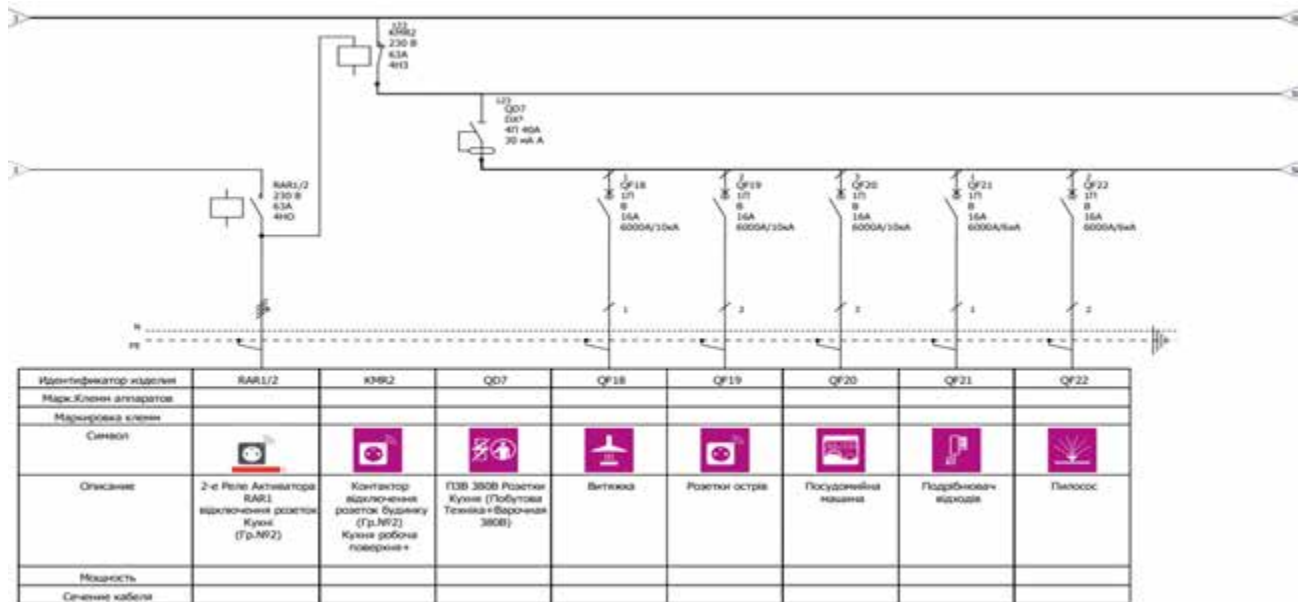


Рис. Ж.2. Схема відключення розеток Кухні при переключенні на резервні джерела живлення

Додатково для безпеки Розетки для праски також керуються з «Розумного будинку».

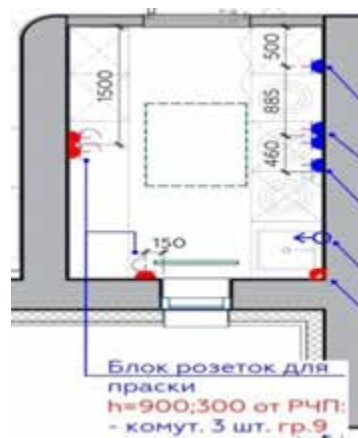


Рис. Ж.3. Схема розташування розеток для праски котрі керуються за допомогою «Розумного будинку».

Розетки для підзарядки електромобілів розташовані на критому паркуванні та в Гаражі містять велику потужність (22кВт/год). Електрична схема керування побудована таким чином, що забороняє використання обох приладів одночасно. Чим досягається пріоритетність для запобігання перевищення загальної потужності електромережі будинку та спрацювання ввідного автомата по перевантаженню.

Приклад заборони одночасного використання зарядки авто Гаража та зони паркування.

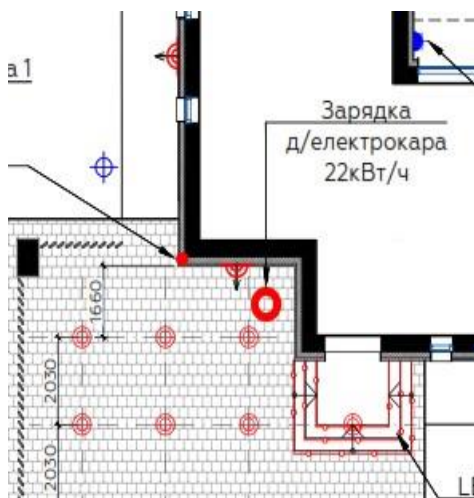


Рис. Ж.4. Розташування Зарядки авто критого паркування

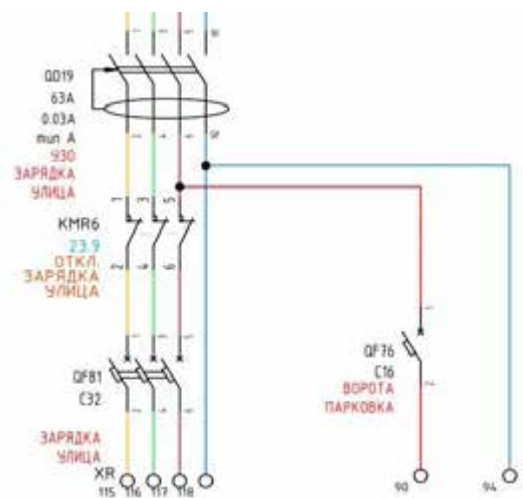


Рис. Ж.5. Електрична принципова схема живлення розетки електромобіля

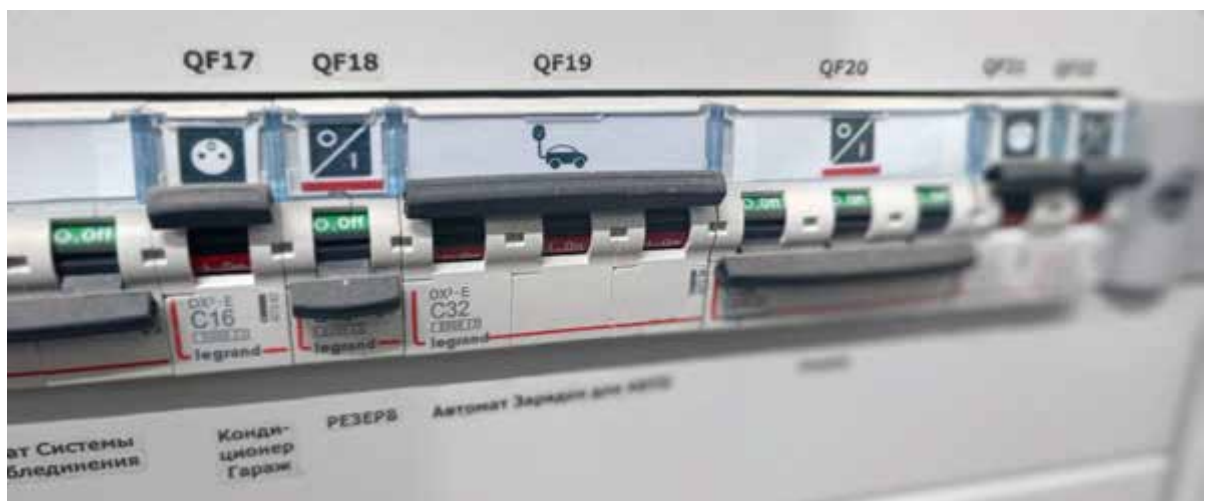


Рис. Ж.6. Розташування приладів захисту та живлення розетки зарядки авто в шафі

Енергоєфективність систем Вентиляції та Кондиціонування досягається за рахунок простої схеми інтеграції для керування цими системами незалежно від їх штатної роботи. В проекті закладена система кондиціонування з використанням Мультизональної системи з каналними кондиціонерами. Інтеграція з «Розумним будинком» MyHome досягається за рахунок керування перемичкою на платах каналних кондиціонерів. Розімкнення перемичок за допомогою реле активаторів призводить до вимкнення системи кондиціонування в потребуємій зоні і навпаки.

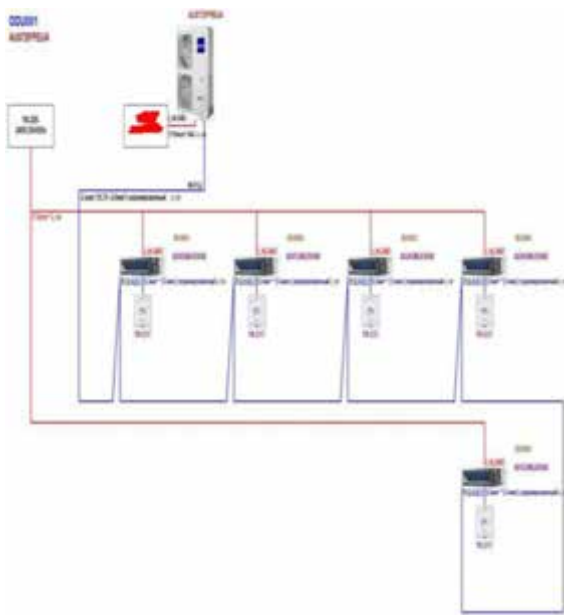


Рис. Ж.7. Блок схема системи кондиціонування

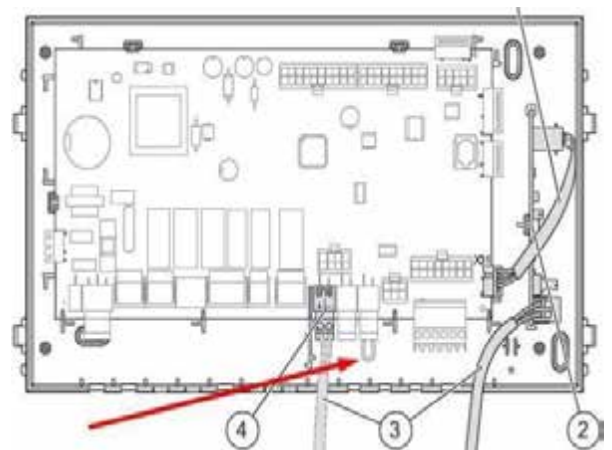


Рис. Ж.8. Керування перемичкою на платі вентиляційної установки

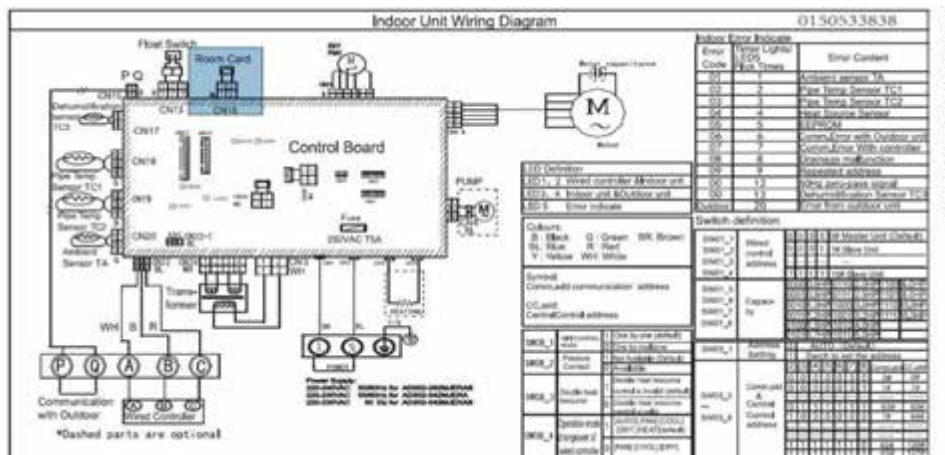


Рис. Ж.9. Керування перемичкою "Room Card" на платі кондиціонера

Керування відбувається за рахунок ручного керування на пряму з мобільного додатку (Ручний режим) або автоматично по сценаріях запущених з кімнатних термостатів системи термоконтролю або інших сценаріїв автоматизації наприклад, вимкнути всі кондиціонери в сценарії "я пішов з дому" з майстер вимикача в прихожій.

#### Інтерфейс керування користувача



Рис. Ж.10. Майстер вимикач в Прихожій



Рис Ж.11. Приклад керування Вент Установкою з мобільного додатку чи за допомогою Термостата MyHome

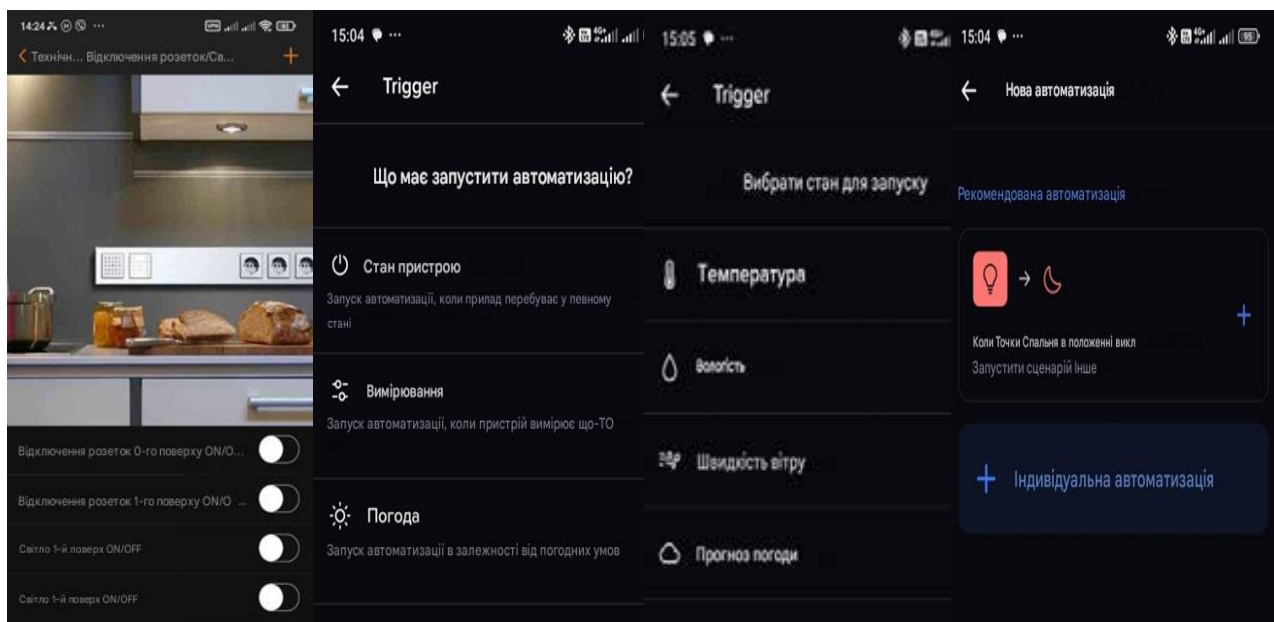


Рис Ж.12. "Ручне" керування розетками та системами з можливістю створення користувачем індивідуальних сцен автоматизації

### Висновок

Система «Розумний будинок» досить проста та ефективна в використанні. А її функціональність дозволяє з легкістю підвищити не тільки енерго-ефективність а й безпеку та якість життя.

## Додаток З

Робоча документація електрообладнання та електроосвітлення розроблена на підставі архітектурно-будівельної, сантехнічної, технологічної частин проекту, завдання замовника та дизайн-проекту.

- В споруді прийнята система заземлення TN-C-S.
- У відношенні надійності електропостачання електроспоживачі споруди належать до I особливої категорії (через UPS), до I категорії (через генератор та АВР) та до II категорії (решта споживачів).
- Заземленню (зануленню) підлягають усі металеві частини електрообладнання, які нормально не знаходяться під напругою, але які можуть виявитися під такою в результаті аварії.
- Монтаж електротехнічного обладнання виконувати в ув'язці з монтажем інженерного обладнання, передбаченого іншими розділами проекту.
- Монтаж електротехнічного обладнання виконувати згідно до ПБЕЕ.7. Передбачається відключення вентиляції при пожежі.
- Робочі креслення розроблені відповідно до чинних норм, правил та стандартів.
- Передбачається відключення вентиляції при пожежі.

Основні технічні показники:

- категорія надійності електропостачання кат I, III;
- напруга живильної мережі кВ 0,38/0,22;
- нозрахункова потужність (максимальна - зимовий режим) кВт 41,9 кВт;
- живлення через Генератор кВт 9,6 кВт;
- коефіцієнт потужності  $\cos\phi$  0,92;
- річне споживання електроенергії тис.кВт×год на рік 143,5.

Для розробки проекту електропостачання та складання однолінійних принципових електричних схем, була розроблена таблиця навантажень.

Таблиця 3.1.

## Розрахунок навантажень

Таблиця розрахунку навантажень										
Проект: Приватний житловий комплекс в м. Київ										
№	Наименование группы	Потужність/ 220В/38 0В/Вт	Ток/А	Коеф. Викор истанн я	Розрах ункова потуж ність	Розра хунко вий ток/А	Ітого по секції/ Вт	Ітого по секції/ А		
<b>Секція освітлення</b>										
1	Освітлення внутрі основного будинку	3200	14,54	1	3200	14,54	4400	19,99		
2	Зовнішні мережі освітлення	1200	5,45	1	1200	5,45				
<b>Секція Термоконтроля</b>										
1	Сервопривода гребінок Теплої підлоги та Конвекторів	62	0,29	1	62	0,29	9527	30,13		
2	Насоси циркуляції	145	0,66	0,8	116	0,53				
5	Тепловий насос (380В)	6000	9,12	1	6000	9,12				
6	Система зворотнього осмосу	1000	4,54	1	100	4,54				
7	Глибинний насос	2540	12,3	1	2540	12,3				
8	Насосна установка Scala	550	2,5	1	550	2,5				
9	Ультрафіолетовий деззаражувач	100	0,45	1	100	0,45				
10	Насос Циркуляції Grundfoss UPS 25-40/180	45	0,2	1	45	0,2				
11	Датчики Теплої підлоги DEVI (14 штук)	14	0,2	1	14	0,2				
<b>Секція стаівання снігу та льоду на ґрунті</b>										
1	Секція стаівання снігу та льоду на ґрунті/380	56000	85	0,3	16800				16800	25,55
<b>Секція електрообутового обладнання та розеток</b>										
1	Розетки Кухня Робоча поверхня ПР7.2	2200	10	0,3	660	3	3660	11,27		
2	Індукційна плита (380В)	5800	8,82	0,3	1740	2,65				
3	Роз. Кухня Винний шкаф ПР7.5	120	0,54	1	120	0,54				
4	Роз. Кладовая №9 ПР9.1/1 Холодильник	120	0,6	1	120	0,54				
5	Роз. Кладовая №9 Група ПР9.1/2 Холодильник	120	0,6	1	120	0,54				
6	Розетки по будинку	3000	13,64	0,3	900	4				
<b>Секція електроприводів</b>										
1	Ворота Гаража	200	1	0,3	1744	7,93	1744	7,93		
2	Орткатні ворота (2шт)	350	1,6							
3	Калитка (Система домофони)	55	0,25							
4	Пергола Терасса дома	2200	10							
5	Пергола Терасса Барбекю	2200	10							
6	Електрожалюзі (16 шт)	560	2,54							
7	Електрокарнизи (12 шт)	250	1,13							
<b>Секція слаботочного обладнання</b>										
1	Шафа мереж інтернет/Wi-Fi	200	1	1	918	4,2	918	4,2		
2	Шафа охоронної системи	100	0,5							
3	Шафа відеоспостереження	200	1							
4	Секція Розумного будинку МунОМЕ	374	1,5							
5	Домофонія МунОМЕ	44	0,2							
<b>Зовнішні мережі</b>										
1	Будиночок Сауни	6000	27,27	0,3	1800	8,18	3120	14,18		
2	Будиночок Барбекю	4400	20	0,3	1320	6				
<b>Всього по житловому комплексу</b>							<b>40169</b>	<b>61,1</b>		

На базі таблиці навантажень була розроблена структура електропостачання з секціюванням обладнання розподільчих шаф на такі сегменти:

### 1. ГРЩ Головна розподільча шафа

Состав секції:

- головний вступний автомат комплексу;
- головні селективні ПЗВ для захищення від пожежу електромережі;
- захист від перенапруги зі сторони живлення електромережі та зі сторони живлення генератора напруги;
- розподільча система яка складається з крос-модулів для розв'язки з стабілізаторами напруги, Гібридною сонячною електростанцією;
- система відтавання снігу з інтеграцією з «Розумним будинком»;
- головні гілки та WEB-Server системи MyHome;
- особливі функції автоматизації;
- технічна сигналізація - повідомлення про стан напруги на основних вузлах електричної схеми зокрема аварійні повідомлення про відключення живлення від теплового насосу.

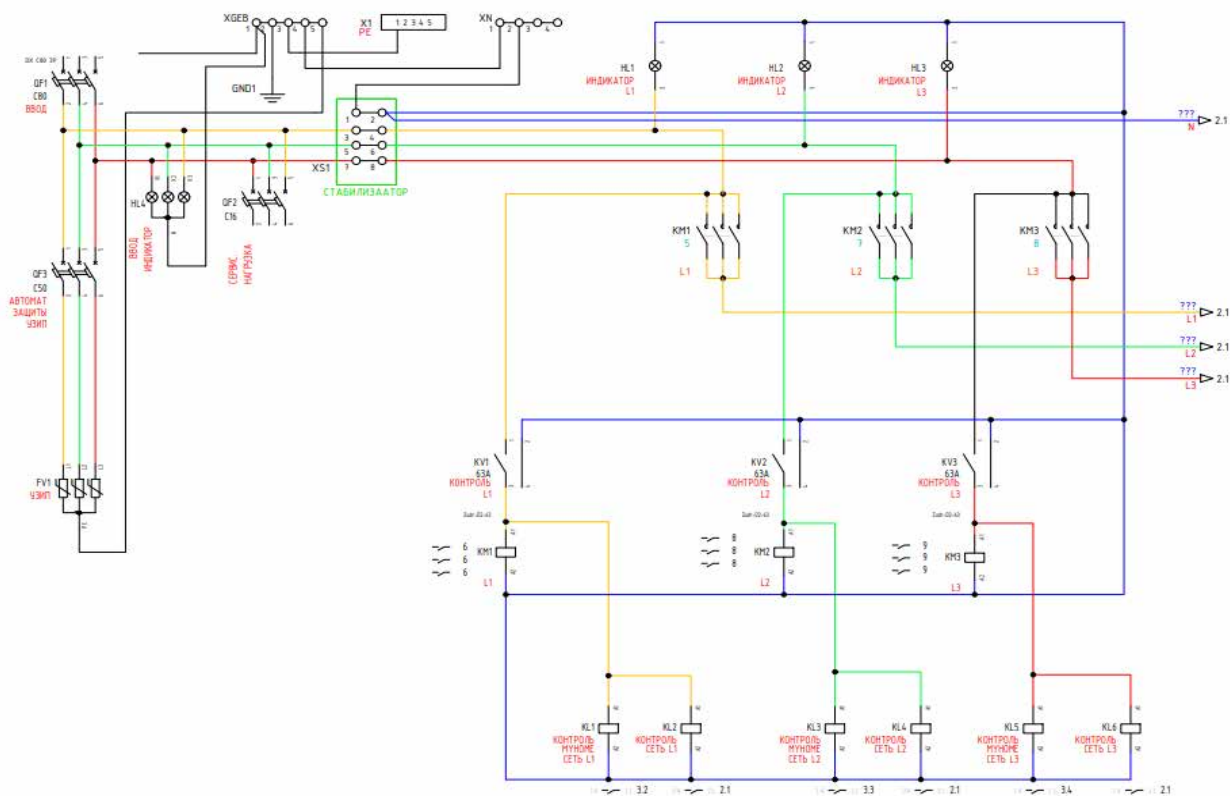


Рис 3.1. Схема ГРЩ захисту від імпульсних та мережевих перенапруг

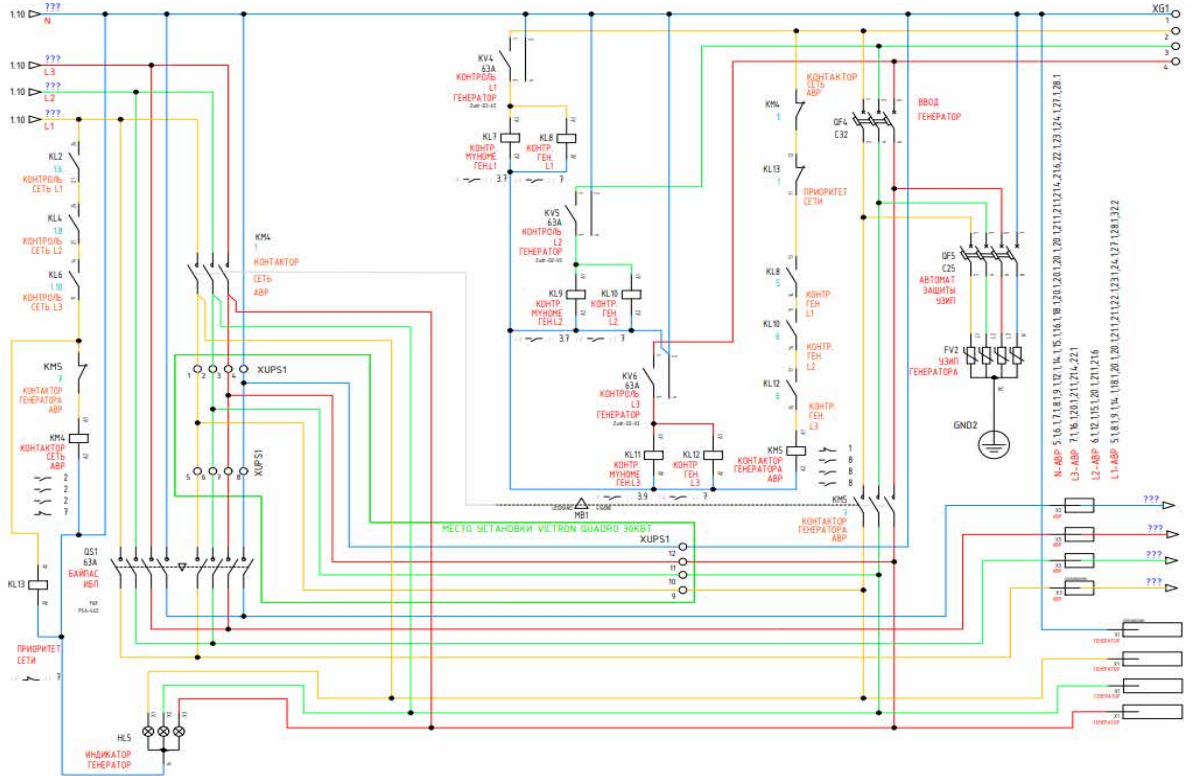


Рис 3.2. Схема переключення на резервне живлення з гібридною сонячною системою та газогенератором

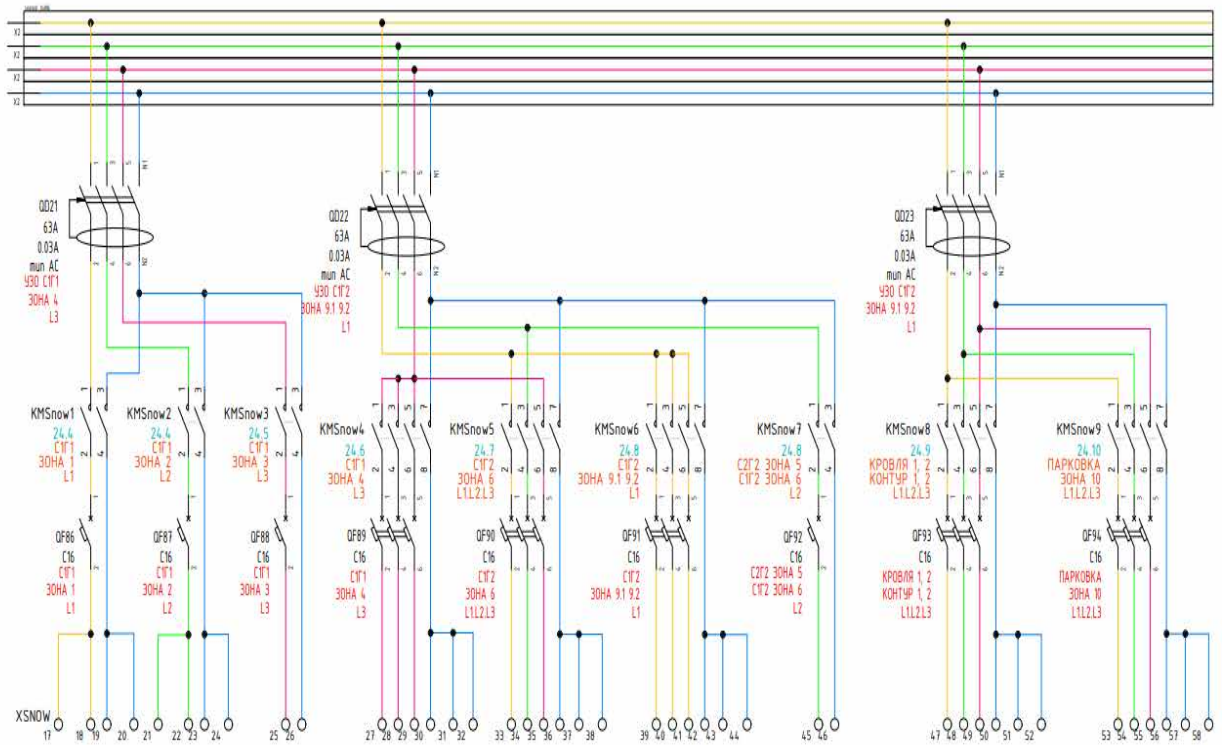


Рис 3.3. Силова схема розподілення та живлення системи відтавання снігу та льоду на ґрунті.

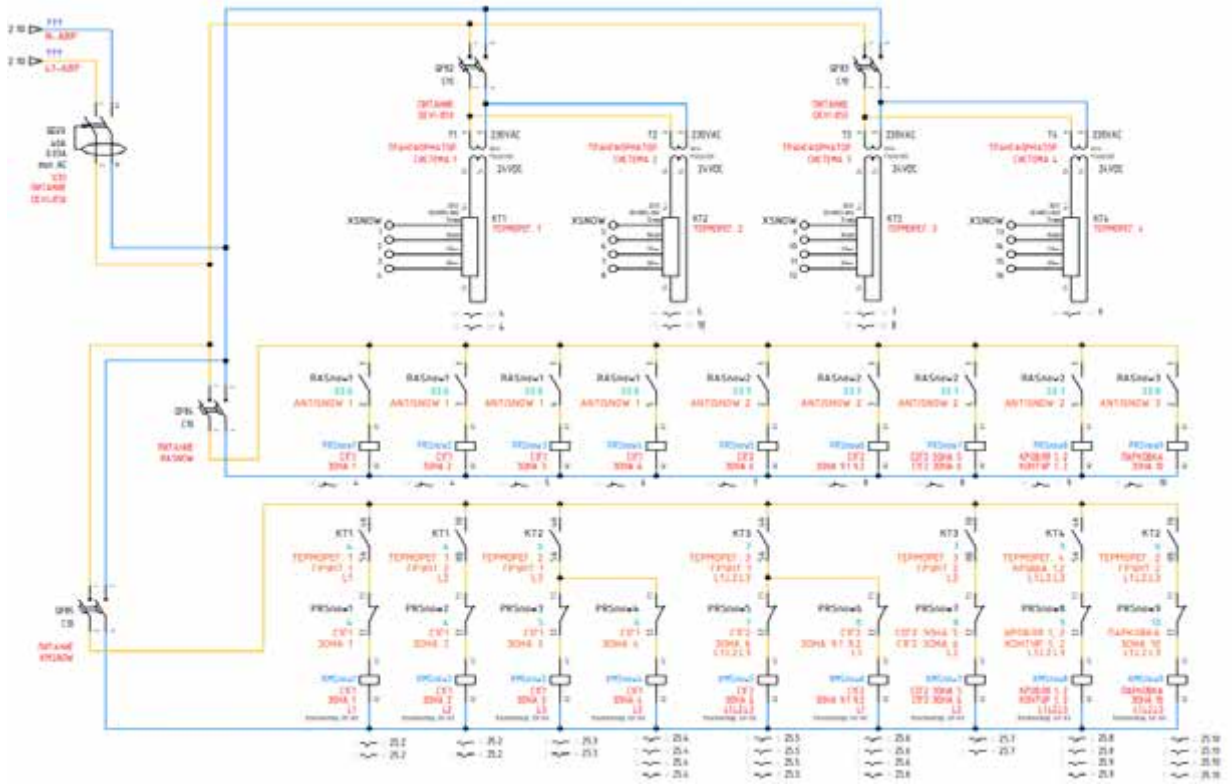


Рис.3.4. Схема керування системою відтавання снігу та льоду на ґрунті інтеграцією «Розумній Будинок» MuHome

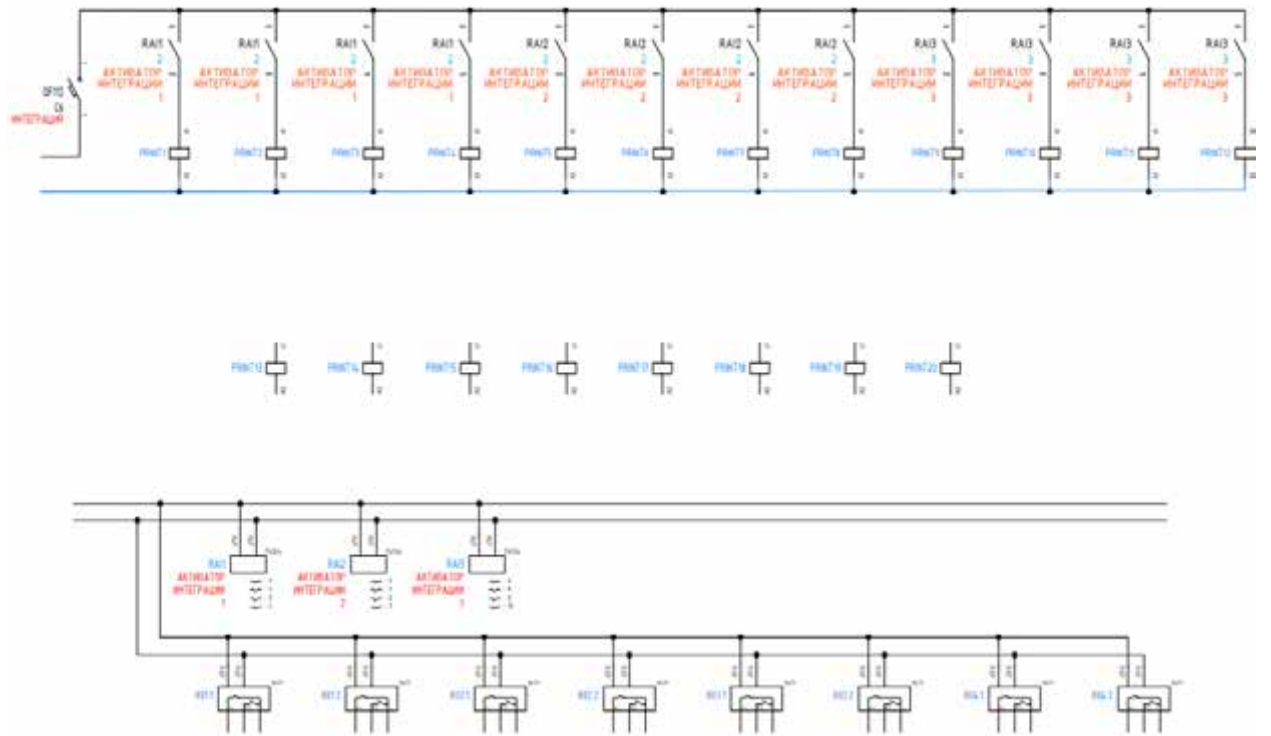


Рис 3.5. Схема керування технічною сигналізацією системи відтавання снігу та льоду

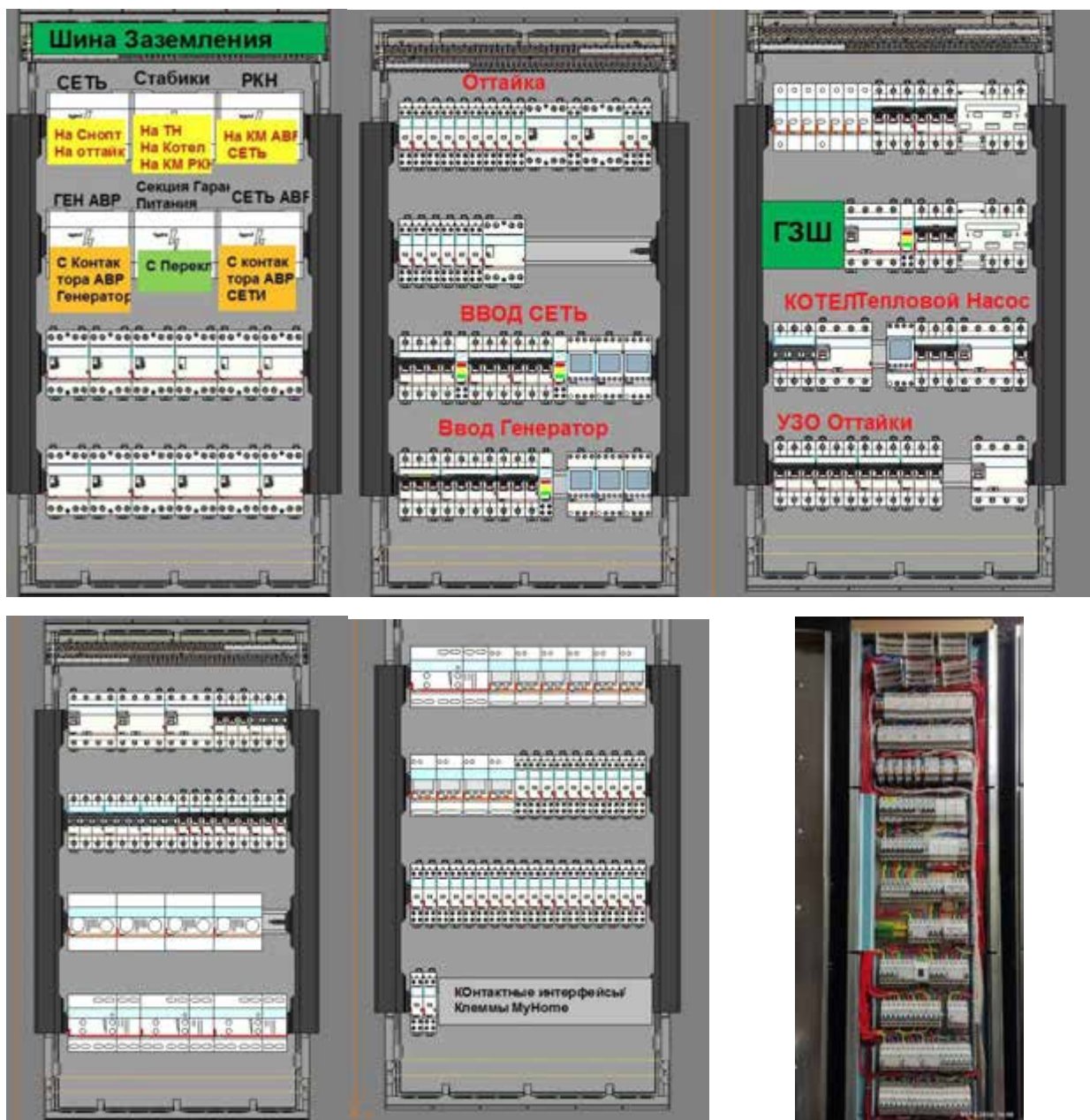


Рис 3.6. Монтажна-компонувальна схема ГРЩ та зовнішній вигляд шафи

## 2. Шафа керування освітленням

Состав секції:

- ввідний автомат шафи;
- групові ПЗВ тип А з током утікання 30мА;
- автомати та проміжні реле для керування групами освітлення;
- активатори системи MuHome пристрої інтеграції.

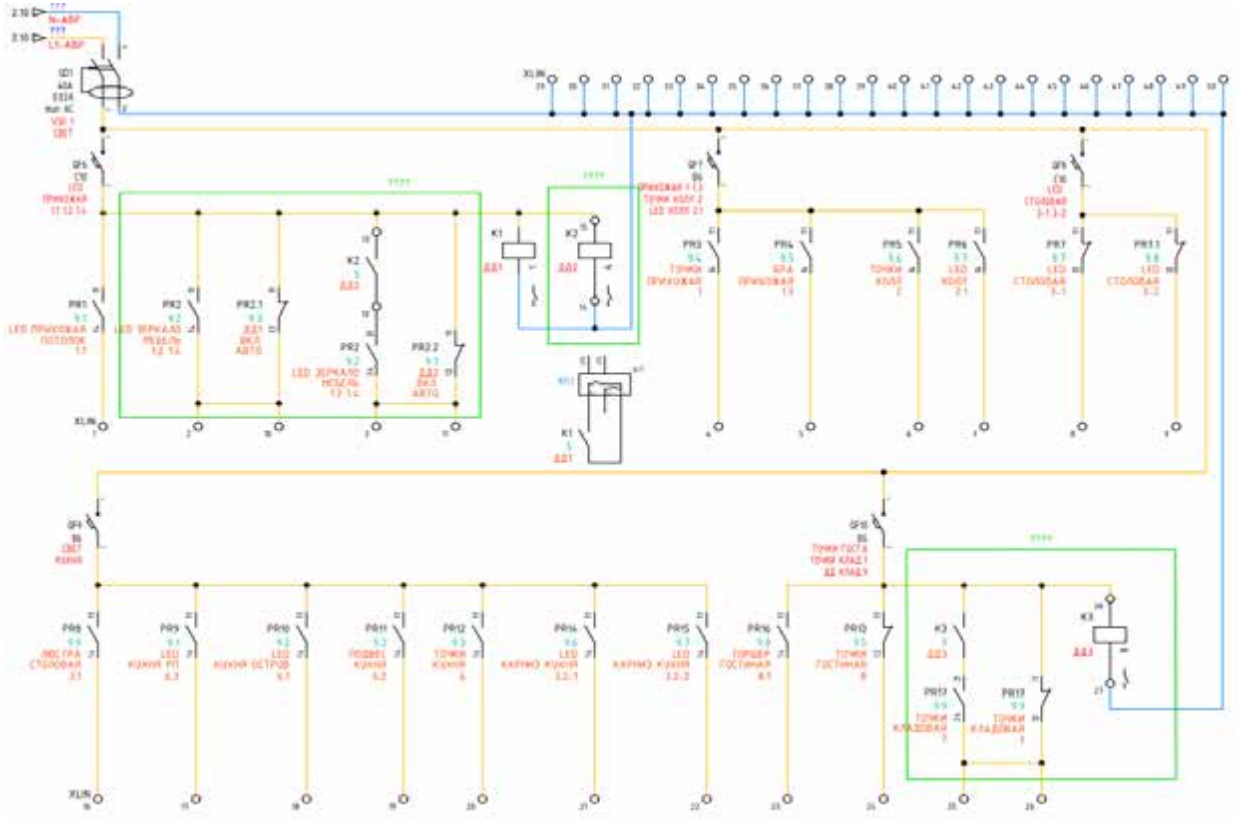


Рис 3.7. Однолінійна принципова схема керування освітленням (секція групових ПЗВ та автоматів)

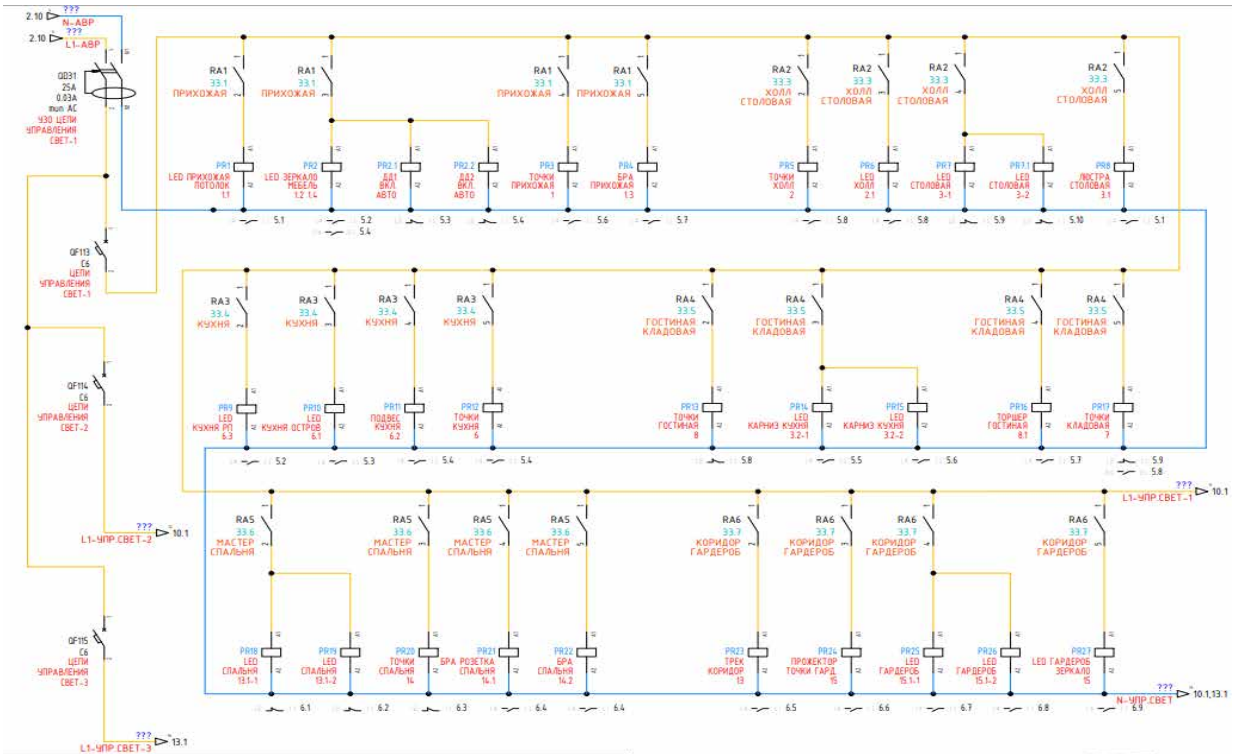


Рис 3.8. Однолінійна принципова схема керування освітленням (секція інтеграції з активаторами MuHome та проміжними реле)

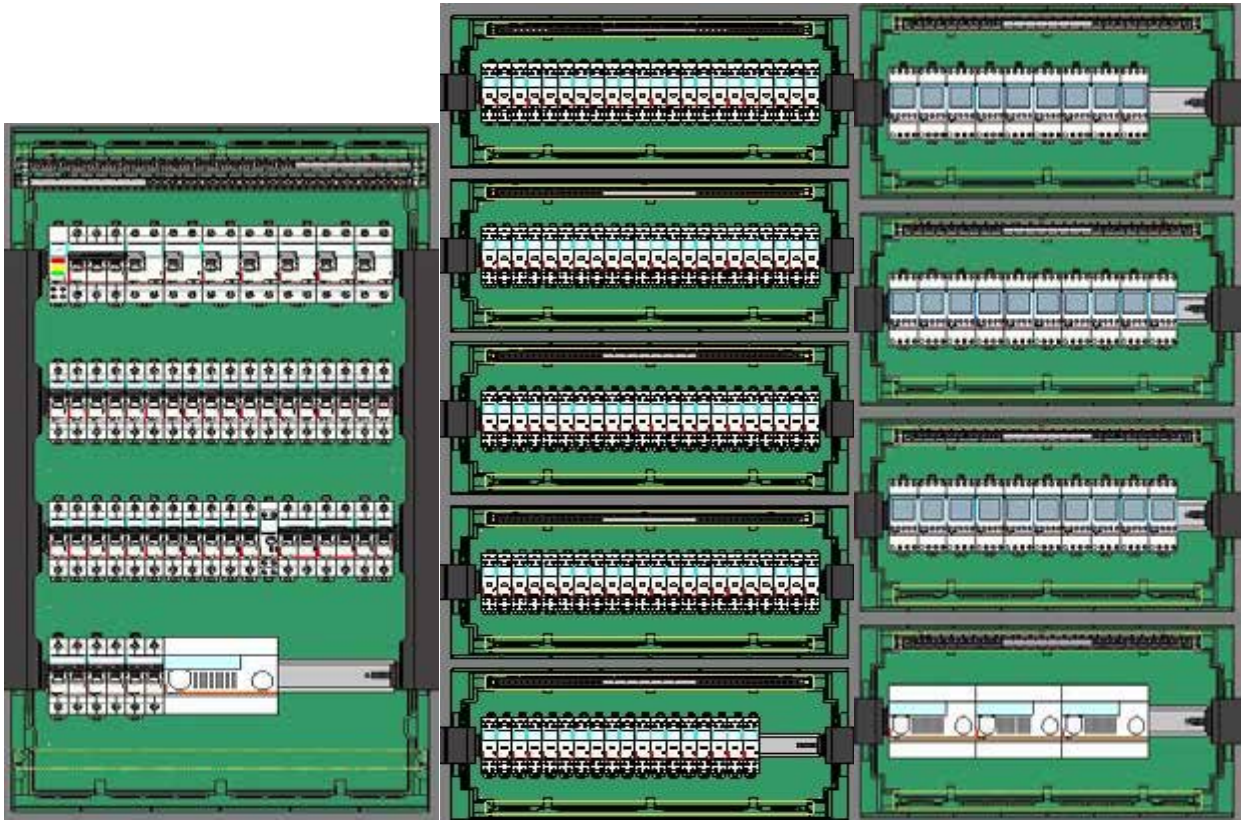


Рис 3.9. Монтажна-компонувальна схема шафи керування освітленням

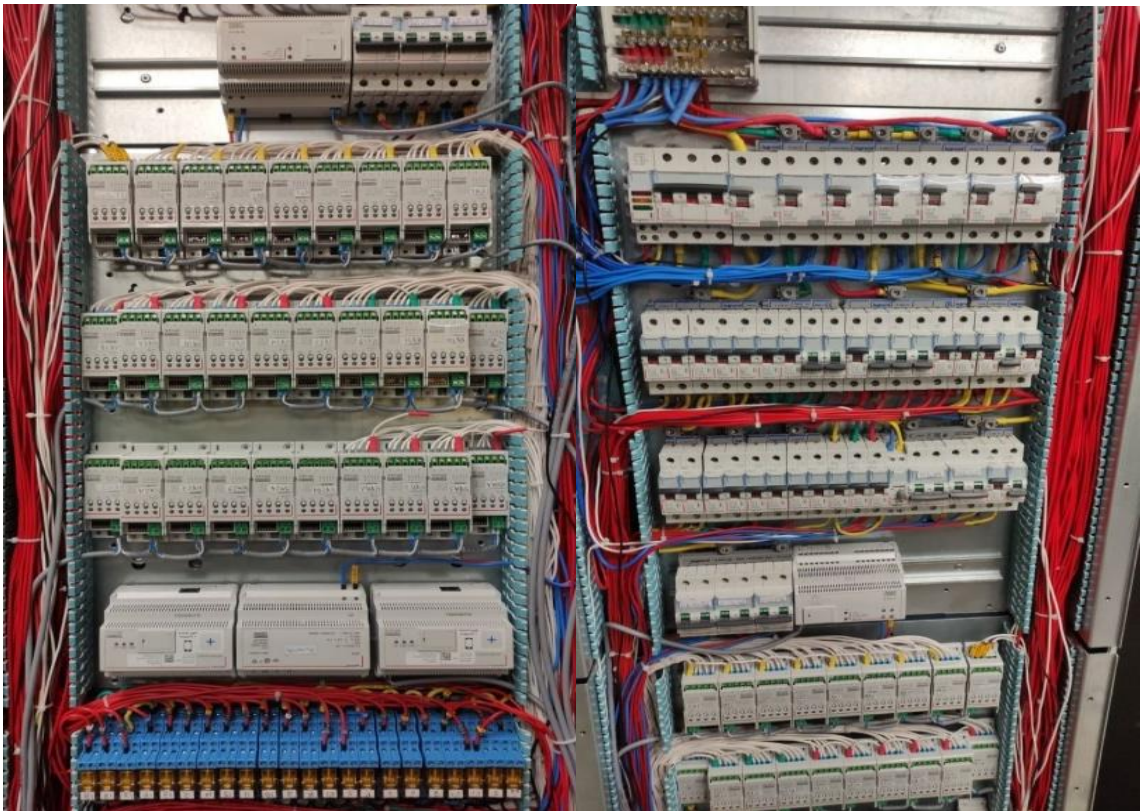


Рис 3.10. Зовнішній вигляд шафи керування освітленням (апарати захисту та компоненти «Розумного Будинку» MuHome



Рис 3.11. Зовнішній вигляд шафи керування освітленням (блоки живлення та контактні інтерфейси MuHome)

### 3. Шафа інженерних систем

#### Состав секції:

- розподільча секція розеток та побутового обладнання с захисними автоматами та груповими ПЗВ;
- секція термоконтролю;
- секція розподілення та керування електроприводами (електрожалюзі, сонцезахисні системи, автоматичні ворота);
- секція розподілення живлення на систему кондиціювання та вентиляції з схемами керування;
- секція шини SCS MuHome (Блоки живлення: Розширення системи).

#### Особливості схем секції

При переключенні на резервні джерела живлення (сонячна електростанція та/або генератор напруги) сценарії «Розумного будинку» відключають енергоємні побутові прилади такі як кухонне обладнання та інше. Схема розроблена з урахуванням комфортної схеми електропостачання. При переключенні від резервних джерел живиться більша частина обладнання, а зниження навантаження відбувається за рахунок сценаріїв автоматизації та відключення енергоємних побутових приладів.

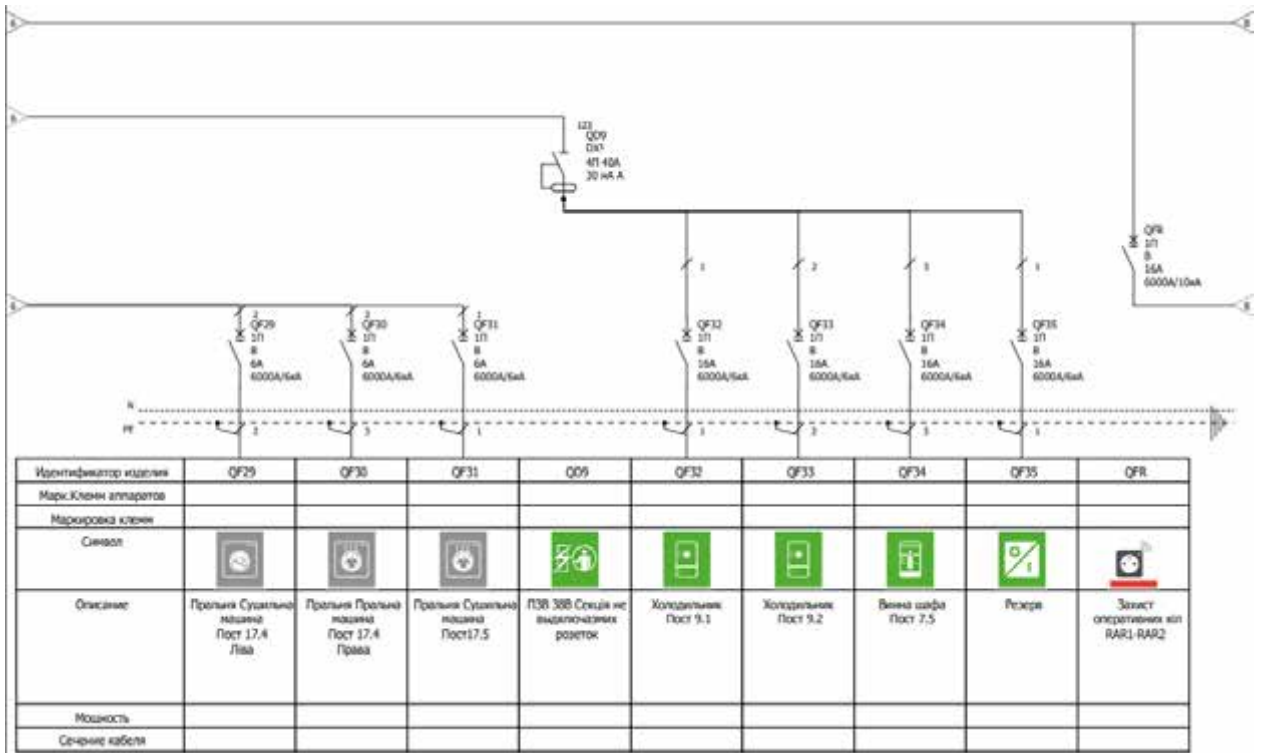


Рис 3.12. Однолінійна принципова схема шафи інженерних систем (секція розеток та побутового електрообладнання)

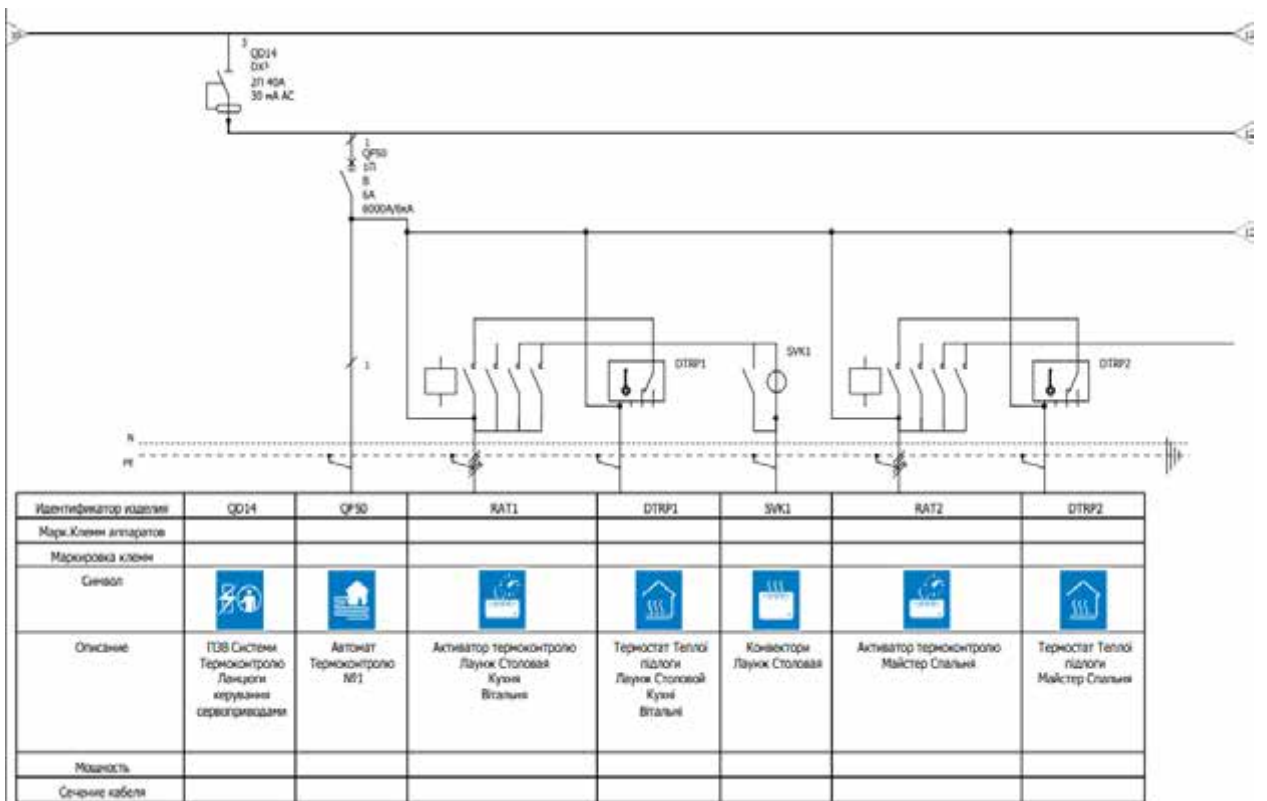


Рис 3.13. Однолінійна принципова схема шафи інженерних систем (секція розподілення та керування теплою підлогою)

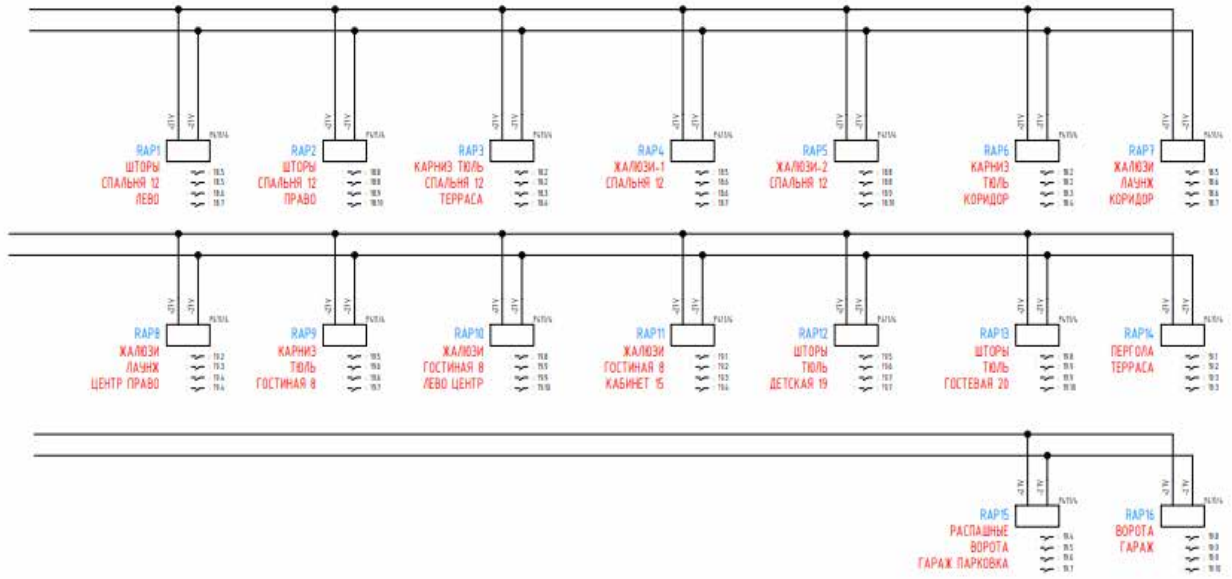


Рис 3.14. Однолінійна принципова схема шафи інженерних систем (секція керування електроприводами жалюзі та активаторів MyHome)

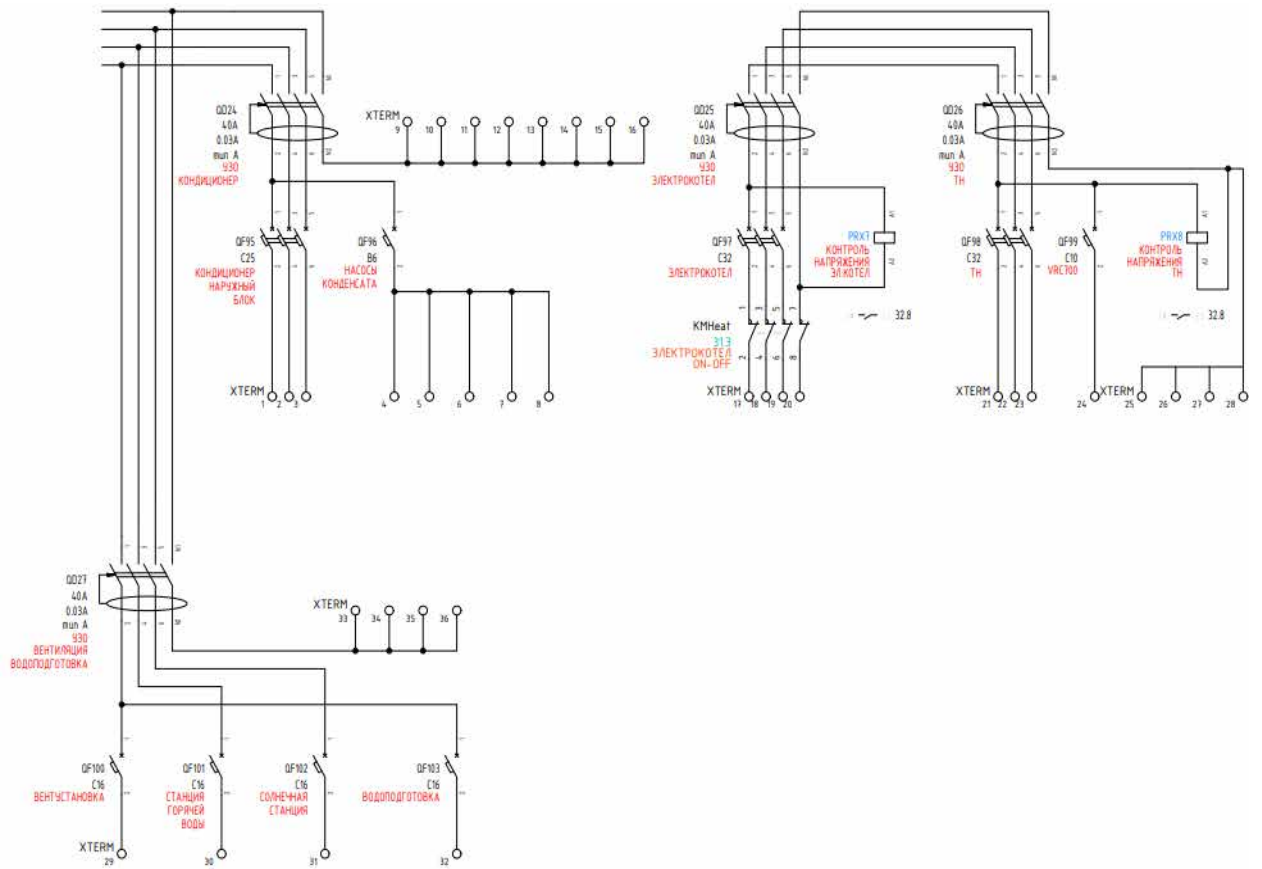


Рис 3.15. Однолінійна принципова схема шафи інженерних систем (секція електричного розподілення систем опалення, вентиляції та кондиціонування)

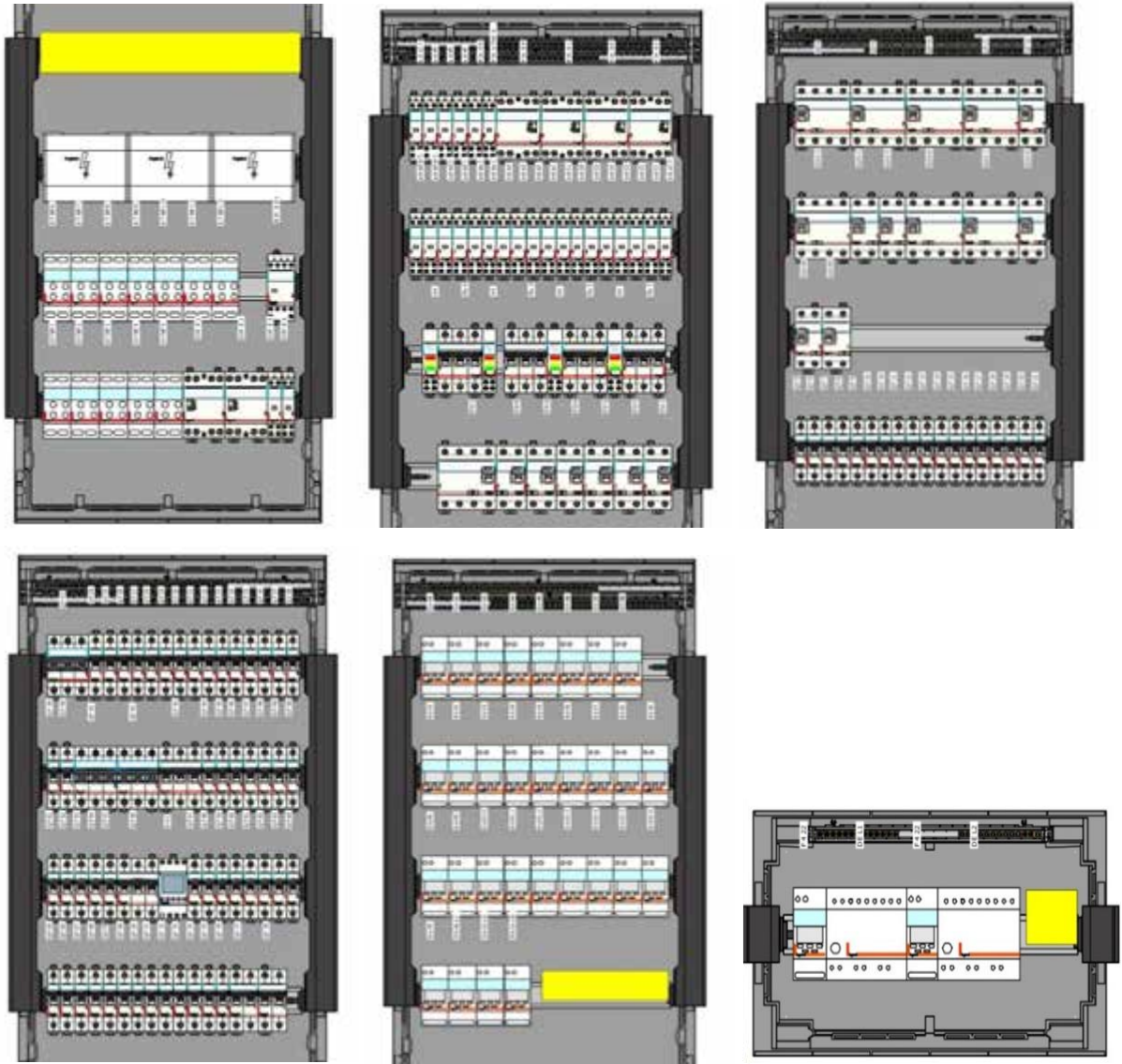


Рис 3.16. Монтажна-компонувальна схема шафи інженерних систем