МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: **«ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ АКТИВНОГО БУДИНКУ»**

Виконав: магістрант 2 курсу, група 8.1923-мбг
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство»
Панкевич Ілля Юрійович

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук **О.М. Фостащенко**

Рецензент: професор кафедри промислового та цивільного будівництва, доктор техн. наук **А.В. Банах**

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Міське будівництво та господарство»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри *міського будівництва і архітектури*
доцент А.В. Банах
"02" 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Панкевичу Іллі Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Інтеграція технологій для створення активного будинку

Науковий керівник роботи доц., к.т.н., Фостащенко Олена Миколаївна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "30" 09 2024 року № 1486-с
2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи *грудень 2024 р.*
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи *Актуальність обраного напрямку досліджень, перспективи впровадження майбутніх теоретичних та практичних досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розвинення проблематики досліджень.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Проаналізувати стан активного будинку у світі. Дослідити енергоефективність та екологічність активних будинків. Проаналізувати систему розумний дім. Розібрати технологічні пристрої які взаємодіють з розумним будинком. Визначити як технологічні пристрої з системою активного будинку впливають на повсякденне життя людини. Проаналізувати способи захисту та майбутні можливості розумного будинку.*

5. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Фостащенко О. М., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Фостащенко О. М., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Фостащенко О. М., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 02.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Визначення проблеми та актуальність теми	1 жовтня	
2	Розділ 2. Переваги та виклики активних будинків	1 листопада	
3	Розділ 3. Перспективи розвитку та удосконалення подібних систем у майбутньому	1 грудня	
4	Попередній захист	10 грудня	

Студент _____ (підпис) Панкевич І. Ю. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проєкту) _____ (підпис) Фостащенко О. М. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) Гребенюк О.В. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Панкевич Ілля. Інтеграція технологій для створення активного будинку. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра вищої освіти за спеціальністю «Міське будівництво і господарство», науковий керівник - Фостащенко О. М.

Запорізький національний університет. Провідна установа - Інженерний навчально-науковий інститут ім.. М. Потебні, кафедра міського будівництва та архітектури, 2024.

Проаналізовано сучасні технології, що використовуються в системах розумного будинку. Визначені оптимальні варіанти інтеграції цих технологій в єдину систему управління. Розроблена модель інтелектуального житла, яка забезпечує максимальний комфорт, безпеку та енергоефективність. Досліджено взаємодія технологій з розумним будинком для поліпшення життя у активному будинку.

Ключові слова: активний будинок, розумний будинок, екологічність, енергоефективність, автоматизовані системи, інтеграція з різними гаджетами.

Список публікацій аспіранта:

1. Фостащенко О. М., Панкевич І. Ю. Інтеграція технологій для створення активного будинку – тези доповіді на XVII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2024». Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2024. Т.5. 569 с

ABSTRACT

Pankevych Ilya. Integrating Technologies to Create an Active Home.

Qualification work for the degree of Master of Higher Education in the specialty “Urban Construction and Management”, supervisor - Fostashchenko O. M.

Zaporizhzhia National University. Leading institution - M. Potebnya Engineering Education and Research Institute, Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

Modern technologies used in smart home systems are analyzed. The optimal options for integrating these technologies into a single management system are determined. A model of smart housing that provides maximum comfort, safety and energy efficiency is developed. The interaction of technologies with a smart home to improve life in an active home is investigated.Keywords: active house, smart house, environmental friendliness, energy efficiency, automated systems, integration with various gadgets.

List of publications of the graduate student:

1. Фостащенко О. М., Панкевич І. Ю. Інтеграція технологій для створення активного будинку – тези доповіді на XVII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2024». Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2024. – Т.5.

ЗМІСТ

ВСТУП 9
РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОБЛЕМИ ТА АКТУАЬНІСТЬ ТЕМИ 11
1.1 Визначення поняття "активний будинок" 11
1.1.1 Основні характеристики активного будинку 11
1.1.2 Різновиди активних будинків 12
1.2 Методологія дослідження та аналіз робіт 18
1.2.1 Ринок активних будівель 19
1.2.2 Класифікація робіт 21
1.2.3 Приклади робіт 22
1.3 Нормативна документація при проєктуванні активного будинку 24
1.3.1 Загальні вимоги 24
1.3.2 Енергоефективність 24
1.3.3 Екологічність 25
1.3.4 Інші нормативні документи 25
1.3.5 Міжнародні стандарти та програми сертифікації для енергоефективних та екологічних будівель 27
1.4 Значення і переваги інтеграції технологій у будівництві 28
1.4.1 Потенціал виробництва енергії у регіонах України завдяки геліоколектору 29
1.4.2 Вітрова електроенргія 32
РОЗДІЛ 2 ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ АКТИВНИХ БУДИНКІВ 36
2.1. Енергоефективність та виробництво електроенергії 37
2.1.1 Сонячна енергетика 37
2.1.2 Вітрова енергетика 42
2.1.3 Інші джерела відновлюваної енергії 45
2.1.4 Системи накопичення енергії 46
2.1.5 Інтеграція з енергомережею 48
2.1.6 Енергоефективні будівлі 49
2.2 Інтелектуальне освітлення 50

2.2.1 Системи "розумного" освітлення 50
2.2.2 Автоматизація освітлення в залежності від присутності людей та освітлення на основі ритмів сонця 53
2.3 Контроль за споживанням води 54
2.3.1 Автоматизовані системи поливу та фільтрації води 54
2.3.2 Моніторинг та контроль за споживанням води у будинку 58
2.4 Системи відеоспостереження та віддаленого контролю 59
2.4.1 Автоматизовані системи безпеки, такі як димові детектори та системи виявлення протікань 59
2.4.2 Віддалений контроль 61
РОЗДІЛ 3 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДІБНИХ СИСТЕМ У МАЙБУТНЬОМУ 62
3.1 Збільшення комфорту та зручності для мешканців 62
3.1.1 Створення індивідуальних профілів користувачів для налаштування систем під конкретні потреби та вподобання 62
3.1.2 Проактивне обслуговування. Системи, які передбачають потреби . 63
3.1.3 Інтеграція з іншими гаджетами, розширення можливостей керування розумним будинком 64
3.2 Зменшення споживання енергії та витрат на комунальні послуги 66
3.2.1 Розробка більш складних алгоритмів для управління енергоспоживанням 66
3.2.2 Використання відновлюваних джерел енергії, інтеграція з новими технологіями виробництва енергії 68
3.2.3 Створення енергетичних спільнот. Об'єднання кількох будинків в енергетичну спільноту для більш ефективного використання енергії та зниження витрат 69
3.3 Питання приватності та кібербезпеки в контексті підключених пристроїв 70
3.3.1 Захист даних у розумних системах: Нові стандарти безпеки 70
3.3.2 Захист від кібератак, створення більш стійких до хакерських атак систем 72
3.3.3 Розробка чітких правових норм для розумних пристроїв 74
3.4 Інтеграція розумних пристроїв 75
3.4.1 Стандартизація протоколів для розумних пристроїв, ключ до єдиної системи 75

3.4.2 Розвиток голосових помічників. Шлях до природної та інтуїтивної взаємодії з розумним будинком 77
3.4.3 Інтеграція з IoT-платформами, розширення можливостей розумного будинку 78
3.5 Використання "розумних" термостатів, замків, розеток тощо 80
3.5.1 Енергоефективні рішення за допомогою розумних пристроїв 80
3.5.2 Зручність використання, інтуїтивно зрозумілі інтерфейси для керування розумними пристроями 81
3.5.3 Інтеграція в єдину систему, розробка єдиних платформ для управління всіма розумними пристроями в будинку 83
3.6 Керування всіма системами будинку через мобільний додаток або голосові помічники 85
3.6.1 Мобільні додатки. Ключ до управління розумним будинком з будь-якої точки світу 85
3.6.2 Голосові помічники, ключ до зручного управління розумним будинком 87
3.6.3 Візуалізація даних у розумному будинку, створення інтуїтивних інтерфейсів 88
ВИСНОВКИ 90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 92

ВСТУП

Актуальність теми: Постійне вдосконалення електроніки, програмного забезпечення та інтернету речей відкриває нові можливості для автоматизації та інтеграції систем в житлових приміщеннях. Світова тенденція до збереження енергоресурсів та боротьби зі зміною клімату стимулює пошук інноваційних рішень для оптимізації енергоспоживання в будівлях.

Розумний будинок є невід'ємною частиною концепції "розумного міста", яка передбачає створення міст, що ефективно використовують технології для покращення якості життя мешканців. Сучасний споживач прагне до створення комфортного та безпечного житлового середовища, яке відповідає його індивідуальним потребам.

Мета роботи: Проаналізувати сучасні технології, що використовуються в системах розумного будинку. Визначити оптимальні варіанти інтеграції цих технологій в єдину систему управління. Розробити модель інтелектуального житла, яка забезпечує максимальний комфорт, безпеку та енергоефективність.

Оцінити економічну доцільність впровадження таких систем. Визначити перспективи розвитку технологій розумного будинку.

Об'єкт дослідження: Інтеграція технологій для створення активного будинку.

Предмет дослідження: Впровадження інтелектуальних систем управління енергією, що включають використання відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, вітрові генератори, теплові насоси тощо). Автоматизації управління ресурсами (вода, газ, електрика). Мережі IoT (Інтернету речей) для моніторингу та управління елементами будинку.

Методи дослідження: Систематичний огляд наукових статей, книг, патентів та інших джерел інформації для збору даних про сучасні технології, тенденції розвитку та кращі практики в галузі розумних будинків. Розгляд системи розумного будинку як цілісного комплексу, виявлення взаємозв'язків

між її компонентами та визначення ключових факторів, що впливають на її ефективність.

Практичне значення одержаних результатів: Розумні будинки забезпечать автоматизацію багатьох побутових процесів, створять більш комфортні умови проживання та зроблять будинок більш адаптованим до індивідуальних потреб користувачів. За рахунок оптимізації енергоспоживання, розумні будинки допоможуть знизити витрати на комунальні послуги. Системи безпеки, інтегровані в розумний будинок, забезпечать захист майна та здоров'я мешканців.

Особистий внесок автора: Досліджено взаємодія технологій з розумним будинком для поліпшення життя у активному будинку.

Відомості про публікації здобувача: Тези доповіді на XVII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2024». Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2024. – Т.5.

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел,. Робота викладена на 100 сторінках, 3 таблиць, 21 рисунків. Для написання даної роботи використано 73 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОБЛЕМИ ТА АКТУАЬНІСТЬ ТЕМИ

1.1 Визначення поняття "активний будинок"

Активний будинок, або будинок з позитивним енергобалансом, – це будівля з нульовим або позитивним енергобалансом, яка не лише не завдає шкоди довкіллю, але й сприяє його збереженню. Це принципово новий підхід до проектування та будівництва, що ґрунтується на принципах енергоефективності, використання відновлюваних джерел енергії та інтелектуальних систем управління.

1.1.1 Основні характеристики активного будинку

Низьке споживання енергії: досягається за рахунок комплексного підходу, що включає використання енергоефективних будівельних матеріалів таких як стін, вікон, дахів з високим опором теплопередачі, що мінімізують втрати тепла. Застосування енергозберігаючих технологій, теплові насоси, рекуперація тепла, системи розумного керування освітленням та опаленням. Оптимізація планування, орієнтація вікон на південь, використання природного освітлення та вентиляції. Власне виробництво енергії, активний будинок сам генерує енергію, необхідну для опалення, гарячого водопостачання та електропостачання.

Використовуються сонячні панелі перетворюють сонячне світло на електроенергію. Вітряні турбіни генерують електроенергію за рахунок вітру. Геотермальні системи використовують тепло земних надр для обігріву та охолодження будинку. Біогазові установки перетворюють органічні відходи

на біогаз, який можна використовувати для опалення та приготування їжі. Інтелектуальні системи управління, активний будинок оснащений розумними системами, які оптимізують споживання енергії, збирають дані про температуру, освітленість, вологість та інші параметри, автоматично регулюючи роботу систем опалення, освітлення та вентиляції. Забезпечують комфорт, підтримують заданий мікроклімат у приміщенні, незалежно від зовнішніх умов. Дозволяють власнику будинку відстежувати виробництво та споживання енергії, контролювати роботу всіх систем.

Переваги активних будинків полягають у зниженні витрат на енергоносії, економія коштів на рахунках за електроенергію, газ та інші джерела енергії. Можливість отримувати дохід, продаж надлишків електроенергії в енергомережу. Зростання вартості нерухомості, активні будинки стають все більш затребуваними, що може призвести до зростання їхньої ринкової вартості. Зменшення викидів парникових газів, активні будинки не сприяють глобальному потеплінню та зміні клімату. Збереження природних ресурсів, зниження використання викопного палива та інших невідновлюваних джерел енергії. Покращення якості повітря, активні будинки з системами природної вентиляції та очищення повітря забезпечують здоровий мікроклімат. Активні будинки менш залежні від традиційних джерел енергії, що робить їх стійкими до коливань цін на енергоносії. Підвищення комфорту, покращений мікроклімат, чисте повітря, індивідуальне регулювання температури та освітлення. Проживання в активному будинку свідчить про турботу про довкілля та прагнення до екологічного способу життя.

1.1.2 Різновиди активних будинків

За рівнем енергоефективності: Низько енергетичні – це тип активних будинків, які споживають мінімальну кількість енергії з зовнішніх джерел,

завдяки впровадженню енергоефективних технологій та принципів проектування. Їх ключова характеристика полягає в тому, що вони генерують більше енергії, ніж споживають, але рівень їх енергоефективності вищий, ніж у стандартних активних будинків.

Високий рівень теплоізоляції. Стіни, дах та підлога ретельно утеплюють, щоб мінімізувати втрати тепла. Використовуються вікна та двері з подвійним або потрійним склом, а також спеціальні ущільнення, щоб запобігти протягам. Відпрацьоване повітря з будинку використовується для підігріву свіжого повітря, що надходить. Використовуються лише побутові прилади з високим класом енергоефективності. Сонячні панелі, вітрові турбіни або інші джерела відновлюваної енергії можуть використовуватися для генерації електроенергії та опалення.

Пасивні будинки. Високоефективні зводяться до мінімуму втрати тепла через стіни, дах, вікна та підлогу. Використовуються енергоефективні вікна та двері. Застосовується система рекуперації тепла з відпрацьованого повітря. Будинок орієнтований на сонце для максимального використання сонячного тепла. Можуть потребувати додаткового джерела тепла взимку.

Низькоенергетичні: Менш суворі вимоги до енергоефективності, ніж у високоенергетичних пасивних будинків. Все ще значно економніші, ніж звичайні будинки. Можуть використовувати додаткові джерела тепла, такі як сонячні панелі або теплові насоси.

Нульові – це будинки, які виробляють стільки ж енергії, скільки вони споживають протягом року. Це досягається за допомогою комбінації енергоефективних будівельних методів, поновлюваних джерел енергії та інтелектуальних технологій керування енергією.

З позитивним енергобалансом – це тип активних будинків, які генерують більше енергії, ніж споживають протягом року. Це досягається за рахунок використання енергоефективних технологій та поновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни, геотермальна енергія та біогаз.

Загальні переваги активних будинків:

Економія енергії та коштів, активні будинки суттєво знижують споживання енергії, що призводить до зменшення витрат на комунальні платежі. Екологічність: завдяки використанню енергоефективних технологій та поновлюваних джерел енергії активні будинки роблять мінімальний вплив на навколишнє середовище. Комфорт: Активні будинки забезпечують комфортний мікроклімат протягом року завдяки оптимальній теплоізоляції, вентиляції та системам опалення/кондиціонування. Здорове середовище: Активні будинки з якісним мікрокліматом та екологічно чистими матеріалами сприятливо впливають на здоров'я та самопочуття мешканців. Підвищення вартості нерухомості: Активні будинки, як правило, мають вищу вартість, але й з часом вони стають більш ліквідними на ринку нерухомості.

Загальні недоліки активних будинків:

Будівництво активного будинку, як правило, обходиться дорожче, ніж будівництво звичайного будинку. Для будівництва активного будинку потрібні знання та досвід в сфері енергоефективності та поновлюваних джерел енергії. Не всі матеріали та технології, необхідні для будівництва активного будинку, широко доступні та доступні за ціною. Важливо ретельно спланувати розташування будинку, його орієнтацію, а також підібрати відповідні енергоефективні матеріали та технології.

За джерелами відновлюваної енергії:

1. Сонячні: *Сонячні панелі* – це пристрої, які перетворюють сонячне світло на електрику. Вони складаються з фотоелектричних елементів, які виготовлені з матеріалу, наприклад кремнію, який при поглинанні сонячного світла створює електричний струм.

Існує три основних типи сонячних панелей, які використовуються сьогодні:

1) Монокристалічні сонячні панелі:

Цей тип панелі виготовляється з одного кристала кремнію. Вони є найефективнішими та найдорожчими типом сонячних панелей. Монокристалічні панелі зазвичай мають чорний колір і мають однорідну

зовнішність. Вони ефективно працюють навіть при слабкому освітленні, тому вони є хорошим вибором для районів з обмеженою кількістю сонячного світла.

2) Полікристалічні сонячні панелі:

Цей тип панелі виготовляється з багатьох дрібних кристалів кремнію. Вони менш ефективні, ніж монокристалічні панелі, але й дешевші. Полікристалічні панелі зазвичай мають синюватий колір і мають кристалічну зовнішність. Вони менш ефективні при слабкому освітленні, ніж монокристалічні панелі, тому вони краще підходять для районів з рясним сонячним світлом.

3) Тонкоплівкові сонячні панелі:

Цей тип панелі виготовляється з тонкого шару фотоелектричного матеріалу, наприклад аморфного кремнію або CdTe. Вони є найдешевшим типом сонячних панелей, але й найменш ефективним. Тонкоплівкові панелі зазвичай мають гнучкий корпус і можуть бути різного кольору. Вони ефективно працюють при слабкому освітленні, тому вони є хорошим вибором для районів з обмеженою кількістю сонячного світла.

2. Сонячні теплові колектори:

Сонячні теплові колектори – це пристрої, які збирають сонячну енергію та перетворюють її на тепло. Це тепло можна використовувати для нагрівання гарячої води, опалення будинку або навіть басейну.

Існує два основних типи сонячних колекторів. Плоскі колектори: Цей тип колектора складається з одного або двох шару скла, що покривають темний абсорбуючий матеріал. Сонячне світло проходить через скло та нагріває абсорбер. Тепло потім переноситься теплоносієм, наприклад, водою або гліколем, який циркулює трубами в колекторі.

Вакуумні колектори: Цей тип колектора є більш ефективним, ніж плоскі колектори, оскільки вони використовують вакуум для зменшення втрат тепла. Вакуумні колектори складаються з двох трубок, одна з яких містить абсорбер. Простір між трубками вакуумується, що допомагає зберегти тепло, що поглинається абсорбером.

3. Сонячні каміни: сонячні каміни, також відомі як каміни Trombe, - це екологічно чисті та енергоефективні пристрої, які використовують природну тягу для циркуляції гарячого повітря з сонячно освітленої сторони будинку на холодну.

4. Вітрові: *вітрові турбіни* - це пристрої, які перетворюють кінетичну енергію вітру на електричну. Їх використовують у всьому світі для генерування чистої та відновлюваної енергії.

5. Геотермальні: *геотермальні теплові насоси (ГТН)* – це екологічно чисті та енергоефективні системи опалення та охолодження, які використовують тепло землі для обігріву та охолодження будинків. На відміну від традиційних систем, які ґрунтуються на викопному паливі або електриці, ГТН не виробляють шкідливих викидів та не впливають на навколишнє середовище.

6. Гідроенергетика: *мікрогідротурбіни* – це невеликі гідроелектростанції, які використовують кінетичну енергію текучої води для виробництва електроенергії. Їх можна використовувати вдома, в невеликих громадах або на підприємствах для забезпечення електроенергією.

7. Біомаса: *піч на біомасі* – це опалювальний пристрій, який використовує біологічні матеріали, такі як дрова, пелети, тріска або інші органічні відходи, для спалювання та виробництва тепла. Це екологічно чистий та відновлюваний спосіб опалення будинків, підприємств та інших приміщень.

За конструктивними особливостями:

1) Класичні активні будинки Це найпоширеніший тип активних будинків, який використовує комбінацію енергоефективних будівельних методів, поновлюваних джерел енергії та інтелектуальних систем керування будівлею.

Переваги: Класичні активні будинки пропонують значну економію енергії, комфортне проживання та екологічність.

Приклади: Низкоенергетичні будинки, будинки з сонячними панелями, будинки з геотермальною енергією.

2) *Модульні активні будинки* – це тип активних будинків, які збираються з окремих модулів, що виготовляються на заводі. Ці модулі можуть бути різного розміру та форми, що дає можливість гнучко проектувати та будувати будинки з різними функціональними й естетичними характеристиками.

Переваги модульних активних будинків:

Модулі виготовляються на заводі за короткий час, що дозволяє швидко звести будинок. Заводське виробництво гарантує високу якість та надійність конструкції. Модулі можуть бути різного розміру та форми, що дає можливість гнучко проектувати та будувати будинки з різними функціональними й естетичними характеристиками. Модульні активні будинки проектуються з урахуванням принципи в енергоефективності, що дозволяє значно економити енергію. При будівництві модульних активних будинків використовуються екологічно чисті матеріали та технології.

Недоліки модульних активних будинків:

Модульні активні будинки можуть бути дорожчими, ніж традиційні будинки. Існує певна обмеженість у дизайні модульних активних будинків через те, що вони збираються з готових модулів. Транспортування модулів до місця будівництва може бути дорогим.

Приклади модульних активних будинків:

Solar Decathlon House: Цей будинок був побудований командою студентів з Університету Іллінойсу в Урбана-Шампейн для конкурсу Solar Decathlon 2013 року. Будинок складається з 11 модулів, які були виготовлені на заводі та зібрані на місці за 10 днів.

KODA House: Це компактний модульний будинок, розроблений естонською компанією KODA. Будинок складається з одного модуля, який може бути встановлений за один день.

LifePod: Це модульний будинок, розроблений американською компанією LifePod. Будинок складається з одного модуля, який може бути встановлений за один день.

3) Інтегровані з природним середовищем:

Сонячні будинки, ці будинки орієнтовані на сонце і використовують його енергію для опалення, освітлення та гарячого водопостачання. Вони можуть мати сонячні панелі на даху або інтегровані в стіни, а також великі вікна для максимального використання сонячного світла.

Геотермальні будинки, ці будинки використовують тепло землі для опалення та охолодження. Вони мають систему труб, закопаних під землею, які збирають тепло землі і переносять його в будинок.

1.2 Методологія дослідження та аналіз робіт

Для дослідження теми "Інтеграція технологій для створення активного будинку" було використано комплекс методів, що включають:

Аналіз літератури: Вивчення наукових публікацій, монографій, статей, патентів та інших джерел інформації, що стосуються технологій активного будинку, їх інтеграції та практичного застосування.

Систематичний аналіз: Виявлення та класифікація ключових елементів та технологій активного будинку, їх функціональних можливостей та взаємозв'язків.

Порівняльний аналіз: Порівняння різних методів та технологій інтеграції, їх переваг та недоліків, а також сфер застосування.

Математичне моделювання: Використання математичних моделей для дослідження енергоефективності активних будинків, їх впливу на навколишнє середовище та економічну вигоду.

Експертний аналіз: Залучення фахівців у галузі будівництва, енергетики, інформаційних технологій та інших сферах, пов'язаних з активними будинками, для отримання консультацій та рецензування результатів дослідження.

1.2.1 Ринок активних будівель

Обсяг: У 2023 році світовий ринок активних будівель оцінювався в $112,4 мільярда. Очікується, що до 2028 року він зросте до $202,6 мільярда, зі щорічним темпом зростання (CAGR) 9,2% протягом прогнозного періоду.

Географічний розподіл: Північна Америка: 35%, Європа: 28%, Азіатсько-Тихоокеанський регіон: 22%, Близький Схід та Африка: 8%, Латинська Америка: 7%.

Тип нерухомості: Комерційна: 60%, Житлова: 40%

Фактори зростання:

Зростання попиту на енергоефективні будівлі: У міру посилення занепокоєння щодо зміни клімату та енергоефективності зростає попит на активні будівлі, які можуть значно скоротити споживання енергії та викиди парникових газів.

Зростання інвестицій у інтелектуальні будівлі: Зростає інвестування в

інтелектуальні будівлі, які використовують датчики та технології Інтернету речей (IoT) для збору даних про свою роботу та оптимізації їхньої роботи.

Підтримка з боку урядів: Уряди багатьох країн пропонують стимули та пільги для розвитку активних будівель.

Статистика за типами будівель: Офісні будівлі: 40%, Торгові центри: 25%, Школи: 15%, Лікарні: 10%, Інші: 10%.

Фактори, що впливають на проникнення:

Вартість: Висока вартість активних будівель є одним з основних факторів, що стримують їхнє проникнення.

Складність: Складність проектування, будівництва та експлуатації активних будівель може відлякувати деяких потенційних власників.

Відсутність обізнаності: Багато людей не знають про переваги та можливості активних будівель.

Основні гравці:

Системні інтегратори: Siemens, Johnson Controls, Honeywell, Schneider Electric, ABB

Виробники обладнання: Daikin, Carrier, Trane, Lennox, Emerson

Консалтингові компанії: AECOM, Atkins, CBRE, Arup, Jacobs

Девелопери: Hines, Brookfield Property Partners, Lend Lease, Vornado Realty Trust, Equity Residential

Ціни: структура витрат: Обладнання: 50%, Проектування: 25%, Будівництво: 25%.

Фактори, що впливають на ціну:

Розмір та складність будівлі: Більші та складніші будівлі зазвичай дорожчі.

Рівень технологічної оснащеності: Більш технологічно оснащені будівлі зазвичай дорожчі.

Місце розташування: Будівлі, розташовані в дорогих містах, зазвичай дорожчі.

Тенденції: персоналізація: активні будівлі стають все більш персоналізованими,

пропонуючи користувачам можливість налаштувати їх відповідно до своїх потреб та уподобань.

Штучний інтелект: Штучний інтелект (ШІ) використовується для розробки більш інтелектуальних та автономних активних будівель.

Інтеграція з IoT: Активні будівлі стають все більш інтегрованими з IoT, що дозволяє їм збирати більше даних про свою роботу та оптимізувати її.

Кібербезпека стає все більш важливою проблемою для активних будівель, оскільки вони збирають та зберігають більше даних.

Зростання попиту на здорові та екологічні будівлі: Зростає попит на здорові та екологічні будівлі, які пропонують кращу якість повітря, природне освітлення та інші зручності для своїх мешканців.

Виклики: висока вартість: Висока вартість активних будівель є одним з основних факторів, що стримують їхнє проникнення.

Складність: Складність проектування, будівництва та експлуатації активних будівель може відлякувати деяких потенційних власників.

Відсутність обізнаності: Багато людей не знають про переваги та можливості активних будівель.

Кібербезпека є серйозною проблемою для активних будівель, оскільки вони збирають та зберігають більше даних.

Сумісність: Різні технології активних будівель можуть бути несумісні один з одним, що може ускладнити їх інтеграцію.

1.2.2 Класифікація робіт

Наукові роботи, присвячені інтеграції технологій для створення активного будинку, можна класифікувати за декількома ознаками:

За напрямком дослідження:

Енергоефективність: дослідження, спрямовані на зниження енергоспоживання активних будинків за допомогою інтеграції технологій.

Експлуатаційні характеристики: дослідження, спрямовані на покращення експлуатаційних характеристик активних будинків, таких як комфортність проживання, безпека та надійність.

Економічна ефективність: дослідження, спрямовані на оцінку економічної доцільності інтеграції технологій в активні будинки.

Вплив на навколишнє середовище: дослідження, спрямовані на оцінку впливу активних будинків на навколишнє середовище.

За типом технологій:

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ): дослідження систем та протоколів ІКТ, які використовуються в активних будинках для керування енергоспоживанням, освітленням, вентиляцією, безпекою та іншими системами.

Інтелектуальні системи керування енергоспоживанням (ІСКЕ): дослідження алгоритмів та методів роботи ІСКЕ, а також їх ефективності в активних будинках.

Відновлювані джерела енергії: дослідження інтеграції сонячних панелей, вітрогенераторів та інших джерел відновлюваної енергії в активні будинки.

Системи автоматизації будівель (САБ): дослідження САБ, які використовуються в активних будинках для автоматичного керування всіма системами та підсистемами.

За методом дослідження:

Аналітичні дослідження: дослідження, які ґрунтуються на математичних моделях та аналітичних розрахунках.

Експериментальні дослідження: дослідження, які проводяться на лабораторних моделях або на реальних об'єктах.

Чисельні дослідження: дослідження, які проводяться за допомогою комп'ютерного моделювання.

1.2.3 Приклади робіт

У [1] цій роботі описується алгоритм управління енергоспоживанням для розумного будинку, спрямований на економне використання

енергоресурсів. Автори пропонують алгоритм, який враховує різні фактори, такі як час доби, погодні умови, потреби мешканців та доступні енергоресурси. Алгоритм оптимізує енергоспоживання, забезпечуючи комфорт мешканців та мінімізуючи витрати на енергоносії.

У [2] цій статті автори досліджують ринок технологій "розумного будинку" в Україні, аналізуючи його можливості та переваги.

У [3] цій статті розглядається класифікація різних типів житлових будівель. Також детально описуються пасивні та активні енергозберігаючі заходи. Важливими моментами є те, що реконструкція існуючих будівель є складнішою, ніж будівництво нових, і що поєднання цих заходів є необхідним.

У [4] цій статті обговорюються Активні Будинки та їх зв'язок з Пасивними Будинками та Розумними Будинками. Активні Будинки використовують теплоізоляцію, поновлювані джерела енергії, теплові насоси, клімат-контроль та системи керування опаленням для зменшення споживання енергії.

Ця стаття [5] охоплює різні методи оптимізації, що використовуються при проектуванні енергоефективних будівель, з особливим акцентом на геометричні конфігурації та огороджувальні конструкції.

Ця стаття [6] описує сталий проект будинку для вирішення проблеми дефіциту енергії Лівану. Будинок буде оснащений системою відновлюваної енергії, яка може його забезпечити, а також прилеглими будівлями, електрикою, гарячою водою і сезонним опаленням і охолодженням.

У [7] цій статті розглядається вплив будинків, розроблених як стійкі на поведінку своїх жителів. У статті досліджено поняття «активні будинки», які покликані стимулювати мешканців споживати менше енергії. Дослідження показало, що жителі «активних будинків» частіше поводяться екологічно.

1.3 Нормативна документація при проєктуванні активного будинку

1.3.1 Загальні вимоги

Проєктування активного будинку повинне ґрунтуватися на загальних будівельних нормах та правилах, а також на спеціальних нормах, які стосуються енергоефективності та екологічності будівель.

1.3.2 Енергоефективність

Цей документ [8] встановлює мінімальні вимоги до теплоізоляції огороджувальних конструкцій активних будинків.

Цей документ [9] встановлює вимоги до проектування, будівництва та експлуатації систем внутрішнього водопостачання та каналізації житлових, громадських та промислових будівель.

Цей документ [10] встановлює основні положення проектування зовнішніх мереж та споруд систем водопостачання населених пунктів та промислових підприємств.

Цей документ [11] встановлює вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціювання, які повинні використовуватися в активних будинках, з метою економії енергії та забезпечення комфортного мікроклімату.

Цей документ [12] містить вимоги до природного освітлення та інсоляції активних будинків, що сприяє економії електроенергії на освітлення.

Цей документ [13] цей документ описує метод розрахунку енергоефективності будівель. Документ також містить інформацію про те, як

відображати енергоефективність будівлі, наприклад, за допомогою сертифікатів енергоефективності.

Цей документ [14] встановлює порядок формування та оприлюднення енергетичних паспортів будівель, визначає зміст та структуру енергетичного паспорта будівлі.

1.3.3 Екологічність

Цей документ [15] встановлює вимоги до ізоляції та енергоефективності будівель.

Цей документ [16] встановлює санітарно-гігієнічні та екологічні вимоги до будівель та споруд.

Цей документ [17] встановлює вимоги до шуму та вібрації, які можуть генеруватися активними будинками, з метою мінімізації їх впливу на навколишнє середовище.

1.3.4 Інші нормативні документи

Окрім вищезазначених, при проєктуванні активного будинку також слід враховувати вимоги інших нормативних документів, таких як:

Цей документ [18] встановлює методи вимірювання звукоізоляційних характеристик будівельних оболонок в лабораторних умовах. Ці методи використовуються для декларування характеристик звукоізоляції будівельних виробів та елементів.

Цей документ [19] встановлює вимоги до систем газопостачання, які можуть використовуватися в активних будинках, з урахуванням вимог безпеки та енергоефективності.

Цей документ [20] містить вимоги до систем електропостачання, які повинні використовуватися в активних будинках, з забезпеченням надійності, безпеки та енергоефективності.

Цей документ [21] Встановлює вимоги до захисту активних будинків від блискавки.

Цей документ [22] описує вимоги до захисту вітрових турбін від блискавки для вітрових турбін всіх типів.

Цей документ [23] визначає методи випробувань на міцність при стисненні будівельних матеріалів, які використовуються при будівництві активних будинків.

Цей документ [24] визначення снігових навантажень на конструкції будівель та інженерних споруд.

Цей документ [25] визначення вітрових навантажень на конструкції будівель та інженерних споруд.

Цей документ [26] встановлює класи міцності на стиск та твердість бетону, який використовується при будівництві активних будинків.

Цей документ [27] визначає методи випробування властивостей свіжого мулярного розчину, який використовується при будівництві активних будинків.

Цей документ [28] встановлює методи випробування міцності при стисненні цегли та штучного каменю, які використовуються при будівництві активних будинків.

Цей документ [29] визначає загальні правила та правила для будівель на ґрунті, які застосовуються, в тому числі, до активних будинків.

1.3.5 Міжнародні стандарти та програми сертифікації для енергоефективних та екологічних будівель

У цьому документі [30] Німецький стандарт, що визначає чіткі критерії для енергоефективності будівель, включаючи максимальні значення для річного споживання енергії на опалення, вентиляцію, охолодження та гарячу воду.

У цьому документі [31] міжнародна організація, що просуває концепцію активних будинків, які не лише економно витрачають енергію, але й генерують її з поновлюваних джерел. Їхні стандарти охоплюють аспекти енергоефективності, виробництва енергії, комфорту в приміщенні та екологічності.

У цьому документі [32] Британська організація, що пропонує стандарти BREEAM для оцінки екологічності будівель. Ці стандарти охоплюють широкий спектр аспектів, включаючи енергоефективність, використання води, матеріалів та відходів, а також комфорт в приміщенні та благоустрій території.

У цьому документі [33] програма сертифікації, яка визнає енергоефективні новобудови та реконструйовані будинки.

У цьому документі [34] система сертифікації зелених будівель, яка оцінює будівлі за п'ятьма ключовими категоріями: стійке будівництво, ефективне використання ресурсів, якість внутрішнього середовища, інновації та дизайн, регіональні особливості.

У цьому документі [35] система оцінювання зелених будівель, яка охоплює аспекти енергоефективності, використання води, матеріалів та відходів, а також внутрішнього середовища та благоустрою території.

1.4 Значення і переваги інтеграції технологій у будівництві

Інтеграція технологій у будівництво стає все більш важливою з кількох причин:

1. Підвищення ефективності: Технології можуть допомогти оптимізувати використання енергії, води та інших ресурсів, що призводить до значної економії коштів та зменшення впливу на навколишнє середовище. Наприклад, "розумні" будинки з датчиками та системами автоматизації можуть регулювати освітлення, опалення та інші функції для економії енергії, коли вони не використовуються.

2. Покращення комфорту та безпеки: Технології можуть зробити будівлі більш комфортними та безпечними для мешканців. Наприклад, системи безпеки можуть допомогти запобігти злочинам, а системи моніторингу здоров'я можуть допомогти виявити проблеми зі здоров'ям на ранній стадії.

3. Збільшення продуктивності: Технології можуть допомогти підвищити продуктивність мешканців та працівників. Наприклад, швидкісний інтернет та доступ до інформації можуть допомогти людям бути більш ефективними у роботі, а зручні та ергономічні робочі місця можуть допомогти зменшити втому та підвищити рівень концентрації.

4. Створення нових можливостей: Технології відкривають нові можливості для дизайну та будівництва будівель. Наприклад, 3D-друк може використовуватися для створення складних та індивідуальних будівельних елементів, а віртуальна реальність може використовуватися для візуалізації дизайнів будівель до їх будівництва.

5. Зменшення витрат: Інтеграція технологій може призвести до зниження витрат на будівництво та експлуатацію будівель. Наприклад, модульне будівництво може призвести до скорочення часу будівництва та витрат на робочу силу, а використання екологічно чистих матеріалів може зменшити витрати на енергію та воду.

6. Підвищення стійкості: Технології можуть допомогти зробити будівлі більш стійкими до стихійних лих та зміни клімату. Наприклад, сонячні панелі можуть генерувати чисту енергію, а системи збору дощової води можуть допомогти зберегти воду.

7. Покращення доступності: Технології можуть зробити будівлі більш доступними для людей з обмеженими можливостями. Наприклад, автоматичні двері та ліфти можуть допомогти людям з фізичними обмеженнями, а системи голосового управління можуть допомогти людям з порушеннями зору.

8. Збільшення естетики: Технології можуть використовуватися для створення більш естетично привабливих будівель. Наприклад, світлодіодне освітлення може використовуватися для створення вражаючих візуальних ефектів, а зелені стіни можуть допомогти покращити зовнішній вигляд будівель.

1.4.1 Потенціал виробництва енергії у регіонах України завдяки геліоколектору

Геліоколектор – це сучасний винахід, який дає можливість використовувати сонячну енергію для опалення будинків та споруд або нагрівання води.

Плоскі геліоколектори найпоширеніший та доступний тип геліоколекторів.

Складаються з абсорбера (зазвичай з міді або алюмінію), покритого чорним селективним покриттям, яке поглинає сонячне світло та мінімізує втрати тепла.

Абсорбер поміщений в ізольований корпус з міцним склом спереду для захисту та покращення ефективності.

Використовуються для нагріву води в басейнах, системах опалення та гарячого водопостачання.

Переваги: низька вартість, проста конструкція, легкий монтаж, ефективні при низьких температурах.

Недоліки: менш ефективні, ніж вакуумні геліоколектори при високих температурах, піддаються втратам тепла через корпус.

Вакуумні геліоколектори більш ефективні, ніж плоскі.

Складаються з ряду вакуумних трубок, що містять абсорбер та теплоносій (зазвичай теплову трубку).

Вакуум забезпечує теплоізоляцію, мінімізуючи втрати тепла.

Використовуються для нагріву води в басейнах, системах опалення та гарячого водопостачання, а також для охолодження.

Переваги: висока ефективність, працюють при низьких температурах, довговічні, стійкі до граду.

Недоліки: більш висока вартість, ніж плоскі геліоколектори, складніша конструкція, більш крихкі, ніж плоскі геліоколектори.

Геліоколектор має темну, селективну поверхню, яка поглинає більшу частину сонячного світла, що падає на нього. Ця поверхня зазвичай виготовлена з міді або алюмінію, покритого чорним селективним покриттям. Поглинута сонячна енергія перетворюється на тепло за допомогою процесу, названого фототермічним ефектом. Тепло передається теплоносію, який проходить через трубки в геліоколекторі.

Теплоносій, зазвичай вода або гліколь, поглинає тепло від абсорбера і переносить його до місця використання. Це може бути система опалення, водонагрівач або система охолодження. Для низьких температур часто використовують водні розчини етиленгліколю або пропіленгліколю, оскільки вони мають нижчу температуру замерзання порівняно з чистою водою. При високих температурах і тиску можуть використовуватися спеціальні теплоносії, які забезпечують стабільність системи. Теплоносій не повинен кородувати матеріали труб, насосів та інших елементів системи.

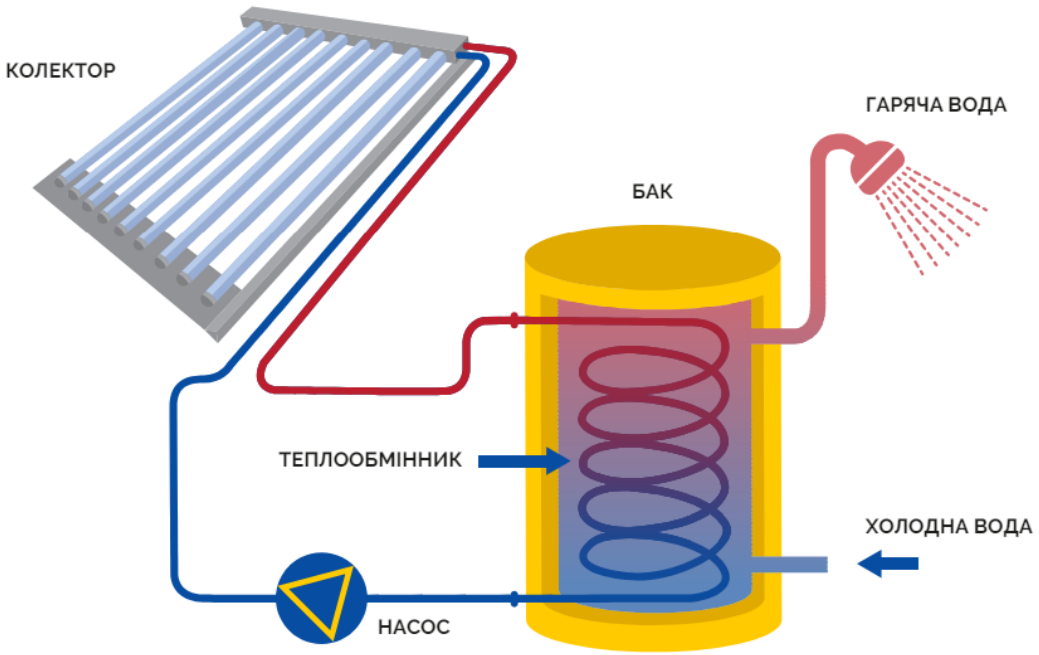


Рисунок 1.1 – Схема роботи геліоколектора [36]

«Таблиця 1.1 – Потенціал виробництва енергії у регіонах України» [36]

Області (А-Л)	Середньорічна продуктивність з 1 м^2 площі колектору, кВт*год	Області (М-Ч)	Середньорічна продуктивність з 1 м^2 площі колектору, кВт*год
АПК	1079	Миколаївська	1024
Вінницька	941	Одеська	1059
Волинська	877	Полтавська	941
Дніпропетровська	1000	Рівненська	873
Донецька	997	Сумська	919
Житомирська	911	Тернопільська	901
Закарпатська	877	Харківська	951
Запорізька	1000	Херсонська	1024
Івано-Франківська	897	Хмельницька	918
Київська	931	Черкаська	973
Кіровоградська	991	Чернігівська	882
Луганська	978	Чернівецька	957
Львівська	890		

1.4.2 Вітрова електроенергія

Принцип дії: Лопаті вітряка розроблені таким чином, щоб їх захоплював вітер, змушуючи їх обертатися. Обертання лопатей передається на вал вітряка. Вал з'єднаний з генератором, який перетворює механічну енергію обертання в електричну. Електричний струм з генератора зазвичай має низьку напругу. Трансформатор збільшує напругу, щоб її можна було транспортувати на далекі відстані. Електроенергія подається в електромережу для розподілу серед споживачів.

Переваги вітрової енергетики:

Відновлюване джерело енергії: Вітер - це відновлюване джерело енергії, тобто воно ніколи не вичерпається. Це робить вітрову енергетику екологічно чистою альтернативою викопному паливу.

Зменшення викидів парникових газів: Виробництво електроенергії з вітру не призводить до викидів парникових газів, які спричинюють зміну клімату.

Економія коштів: Витрати на виробництво електроенергії з вітру значно знизилися за останні роки, і зараз вона є конкурентоспроможною з викопним паливом у багатьох регіонах.

Створення робочих місць: Вітрова енергетика створює робочі місця в виробництві, будівництві та обслуговуванні вітрових електростанцій.

Енергетична незалежність: Використання вітрової енергії може допомогти країнам зменшити свою залежність від імпорту викопного палива.

Недоліки вітрової енергетики:

Непостійність: Швидкість і напрямок вітру можуть мінятися, що може призвести до коливань у виробництві електроенергії. Це може потребувати використання резервних джерел енергії, таких як електростанції на викопному паливі.

Використання земельних ресурсів: Вітровим електростанціям потрібно багато місця для розміщення вітряків. Це може призвести до конфліктів з іншими видами використання земель, таких як сільське господарство або середовище проживання дикої природи.

Вплив на дику природу: Вітряки можуть становити загрозу для птахів і кажанів, які можуть врізатися в лопаті.

Шум: Вітряки можуть створювати шум, який може бути неприємним для людей, які живуть поблизу. Візуальний вплив: Деякі люди вважають, що вітряки псують краєвиди.



Рисунок 1.2 – Схема перетворення вітрової енергії, для користування у побуті [37]

Варіант 1. Вітрова станція для компенсації власних потреб в електричній енергії Вітрова електростанція, оснащена мережевим інвертором, використовує його для синхронізації та регулювання вироблюваної електроенергії з потребами мережі. Це запобігає перетокам енергії, коли виробництво перевищує споживання.

Під час одночасного споживання та вітрової активності інвертор автоматично регулює вихідну потужність. Він збільшує або зменшує її, щоб

відповідати поточним потребам об'єкта в електроенергії. Якщо споживання на об'єкті зменшується, інвертор автоматично знижує потужність вітрогенератора. Це гарантує, що не відбувається перевиробництва електроенергії, яке може призвести до перевантаження мережі або пошкодження обладнання.

Переваги: Постійна генерація протягом року з більшою активністю в період споживання (осінньо-зимовий весняний періоди).

В 2-3 рази більша генерація, ніж 31 кВт встановле- ної потужності сонячної електростанції

Невелика площа для розміщення станції (до 3-5 м в діаметрі)

Недоліки: Висока вартість обладнання (тобто вартість 1 кВт потужності).

Необхідність наявності достатніх показників вітру в місці встановлення.

Варіант 2. Вітрова станція для компенсації власних потреб в електричній енергії та можливості реалізації електроенергії в мережу.

Ця вітрова електростанція має аналогічні технічні характеристики, як і станція, призначена для покриття власних потреб. Важливою особливістю даної станції є можливість реалізовувати надлишки виробленої електроенергії в електромережу за "зеленим" тарифом. Це означає, що ви можете отримувати додатковий дохід, продаючи електроенергію, вироблену вітряком, державі за пільговими тарифами.

Переваги: Всесезонне покриття власного споживання і можливість подальшої реалізації електроенергії в мережу.

Недоліки: Станція автоматично вимикається при зникненні напруги в центральній мережі.

Варіант 3. Вітрова станція для автономного забезпечення об'єкту.

Ця вітрова електростанція підходить для об'єктів, які не мають доступу до центральної електромережі або страждають від її нестабільності. Станція генерує електроенергію, яка використовується для зарядки акумуляторів (зазвичай літієвих, адже вони найекономічніші) та покриття потреб об'єкта.

Безперебійне живлення: У безвітряні періоди енергія з акумуляторів перетворюється інвертором та живить навантаження до повного розряду.

Переваги: Повна автономність і безперебійність, надійність електропостачання.

Недоліки: Більша вартість, ніж перших двох прикладів станцій.

В Україні, за умови правильної установки вітрогенератора, місця та висоти, можна отримувати від 2 200 до 3 000 кВт*год електроенергії на рік з 1 кВт встановленої потужності вітрової електростанції (ВЕС). Для домашнього господарства вітряк рекомендується розміщувати на висоті 10-30 метрів. Чим вища точка монтажу, тим кращий доступ до вітру, а отже й вища генерація електроенергії. Важливо враховувати особливості ландшафту, щоб уникнути "вітрового затінення" від будівель та дерев. Для роботи вітряка в приватному будинку достатньо середньорічної швидкості вітру близько 5 м/с.

Вибираючи вітрогенератор, необхідно враховувати свої енергетичні потреби. Занадто потужний вітрогенератор може бути неефективним при слабкому вітрі, а занадто слабкий – не зможе забезпечити необхідну кількість електроенергії.

Вартість встановлення вітрогенератора залежить від його потужності, висоти встановлення та інших факторів. Горизонтально-вісьові або вертикально-вісьові моделі, а також різні матеріали та технології виробництва впливають на вартість. Інвертори, контролери зарядки, акумулятори, системи моніторингу та керування – все це збільшує загальну вартість системи. Складність монтажу, необхідність спеціальної техніки та дозволів також впливають на кінцеву вартість. Окупити витрати на встановлення вітрогенератора можна за рахунок економії на оплаті електроенергії. Термін окупності залежить від багатьох факторів і може становити від кількох років до десятиліття.

Розглянемо розрахунки варіантів використання ВЕСД для типового приватного будинку площею 150 м² із місячною потребою в електроенергії 250 кВт/год у місті Києві:

Таблиця 1.2 – Розрахунки використання ВЕСД для типового приватного будинку» [37]

ВАРІАНТ 1 виключно для компенсації власних потреб в електричній енергії	**ВАРІАНТ 2** для компенсації власних потреб в електричній енергії та можливості реалізації електроенергії в мережу	**ВАРІАНТ 3** для автономного забезпечення будинку електричною енергією

ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ 1	ВАРІАНТ 2	ВАРІАНТ 3
Технічні параметри технології:			
• встановлена потужність (кВт)	0,8	4	1,6
• висота щогли, м	14	20	26
• обсяг виробництва е/е (кВт*год) в місяць	250	1 000	500
• обсяг власного споживання е/е (кВт*год) в місяць	250	250	250
Економічні параметри за рік:			
Повна вартість встановлення, €:	4 100	14 280	9 370
• вартість вітрової електростанції;	3 480	12 140	6 870
• вартість акумуляторної батареї (48В/170А*год):	відсутня	відсутня	1 520
• вартість підключення до мережі (заміна лічильника);	відсутня	270	відсутня
• вартість монтажу.	620	1 870	980
Тариф на електроенергію:			
• середній тариф на споживання електроенергії, грн/кВт*год (€ct /кВт*год)	1,32 (4,7)	відсутній	1,32 (4,7)
• «зелений» тариф, (€ct /кВт*год)	відсутній	10,45	відсутній
• дохід (прибуток/ заощадження)/ рік,€	141	941	141

РОЗДІЛ 2 ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ АКТИВНИХ БУДИНКІВ

2.1. Енергоефективність та виробництво електроенергії

2.1.1 Сонячна енергетика

Сонячна енергетика — це використання сонячної енергії для отримання електричної або теплової енергії в будь-якому зручному для їх застосування вигляді. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і у майбутньому, може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

Фотоелектричні системи, або сонячні панелі, перетворюють енергію сонячного світла безпосередньо в електричний струм завдяки фотоелектричному ефекту. Цей ефект полягає в тому, що при поглинанні світла матеріалом вивільняються електрони, які починають рухатися, створюючи електричний струм.

Основні компоненти сонячної панелі. *Фотоелементи* – це основні робочі елементи панелі, які безпосередньо перетворюють світло в електрику. Вони складаються з напівпровідникових матеріалів, найчастіше кремнію. Скло захищає фотоелементи від зовнішніх впливів. Рама надає панелі міцності та жорсткості. Роз'єми служать для підключення панелі до інших елементів системи.

Процес перетворення: 1) Поглинання фотонів. Сонячне світло складається з частинок, які називаються фотонами. Кожен фотон несе певну кількість енергії. Коли фотон досягає фотоелемента, він може бути поглинений матеріалом панелі. 2) Збудження електронів. Енергія поглинутого фотона передається електрону в напівпровідниковому матеріалі панелі

(зазвичай це кремній). Ця енергія збуджує електрон, вибиваючи його зі свого звичайного місця в кристалічній решітці матеріалу. 3) Створення пари електрон-дірка. Коли електрон покидає своє місце, він залишає за собою "дірку" – відсутність електрона. Ця пара – електрон і дірка – має електричний заряд і може рухатися під впливом електричного поля. 4) Розділення зарядів. Всередині фотоелемента створено особливе електричне поле, яке штовхає електрони в одному напрямку, а дірки – в іншому. Це розділення зарядів створює електричний струм. 5) Збір струму, електрони збираються на передній поверхні фотоелемента, а дірки – на задній. Металеві контакти на поверхні фотоелемента збирають ці заряди і направляють їх по зовнішньому електричному колу, забезпечуючи живлення пристроїв.

Щоб краще зрозуміти цей процес, можна провести аналогію з водоспадом. Фотони, це краплі води, що падають згори. Електрони, це молекули води, які піднімаються вгору при падінні крапель. Електричне поле, це насос, який піднімає воду назад нагору. Зовнішнє коло, це турбіна, яка використовує енергію падаючої води для виконання роботи.

Тип напівпровідника впливає на вибір матеріалу для фотоелемента який впливає на ефективність перетворення. Довжини хвиль світла мають різну енергію, тому не всі фотони можуть збуджувати електрони.. Оптимальний кут падіння світла на панель забезпечує максимальне поглинання.

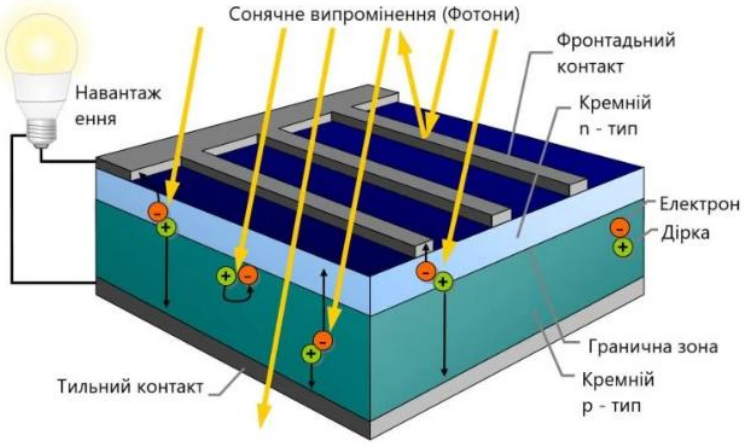


Рисунок 2.1 – Будова стандартного фотоелементу [38]

Монокристалічні найефективніші, довговічні, але дорогі. Працюють краще за високих температур, але менш толерантні до затінення. Полікристалічні мають хороше співвідношення ціни та якості, довговічні, більш толерантні до затінення, але менш ефективні за монокристалічних. Тонкоплівкові найдешевші, легкі, гнучкі, але найменш ефективні і чутливі до високих температур.

Вибір залежить від бюджету, ефективності та умов експлуатації. Тонкоплівкові – найдешевші, монокристалічні – найдорожчі. Монокристалічні – найефективніші. Різні типи мають різний зовнішній вигляд.



Рисунок 2.2 – Монокристалічні, полікристалічні, тонкоплівкові сонячні сонячні [39]

«Таблиця 2.1 – Порівняння різних типів сонячних панелей»

Характеристика	Монокристалічні	Полікристалічні	Тонкоплівкові
Ефективність	Висока (22%+)	Середня (15-18%)	Низька (10-14%)
Вартість	Найдорожчі	Середня	Найдешевші
Термін служби	До 25+ років	20-25 років	15-20 років
Толерантність до затінення	Низька	Середня	Висока
Вага	Важкі	Середня	Легкі
Гнучкість	Негнучкі	Негнучкі	Гнучкі

Монтаж сонячних панелей – це досить складний процес, який вимагає спеціальних знань та навичок. 1) Проектування системи визначає оптимальне розташування панелей, розрахунок потужності системи. 2) Встановлення кронштейнів або інших кріплень на даху або землі. 3) Фіксація панелей на кріпленнях. 4) Підключення панелей з інвертором, який перетворює постійний струм, вироблений панелями, на змінний струм, який використовується в побуті. 5) Підключення системи до електромережі будинку або до акумуляторів для автономного живлення.

Сонячні теплові колектори, принцип роботи, застосування. *Сонячні теплові колектори* – це пристрої, призначені для перетворення сонячної енергії на теплову. На відміну від фотоелектричних панелей, які виробляють електрику, теплові колектори нагрівають воду або інший теплоносій. Це тепло потім можна використовувати для опалення приміщень, нагрівання води для побутових потреб або для інших цілей.

Принцип роботи сонячного теплового колектора. 1) Сонячне світло потрапляє на темну поверхню колектора, яка називається абсорбером. Абсорбер поглинає сонячну енергію і нагрівається. 2) Нагрітий абсорбер передає тепло теплоносію (зазвичай воді або спеціальному розчину), який циркулює по трубках всередині колектора. 3) Нагрітий теплоносій направляється в тепловий акумулятор (бак), де тепло накопичується і зберігається для подальшого використання.

Існує кілька основних типів сонячних теплових колекторів. Плоскі колектори найпоширеніший тип, складаються з плоского абсорбера, покритого склом або іншим прозорим матеріалом. Вони відносно недорогі, але мають нижчу ефективність порівняно з вакуумними трубчастими, особливо в умовах низьких температур. Їх часто використовують для підігріву води в басейнах або як доповнення до основної системи опалення. Вакуумні трубчасті колектори складаються з окремих вакуумних трубок, кожна з яких містить абсорбер. Вони мають вищу ефективність, ніж плоскі колектори, особливо в умовах низьких температур, але коштують дорожче. Завдяки

високій ефективності, їх часто використовують для гарячого водопостачання та опалення. Сонячні теплові колектори широко застосовуються для гарячого водопостачання, миття посуду, прийняття ванни тощо. Як додаткове або основне джерело тепла для опалення житлових і промислових будівель. Для підігріву води в басейнах. Для сушіння сільськогосподарської продукції, виробництва електроенергії (у комбінації з тепловими насосами) тощо.

Концентруючі колектори - це більш складні системи, які використовують дзеркала або лінзи для концентрації сонячного випромінювання на невеликій площі. Вони мають найвищу ефективність серед усіх типів колекторів, але їхня вартість найвища. Застосовуються для виробництва пари та електроенергії на сонячних електростанціях.

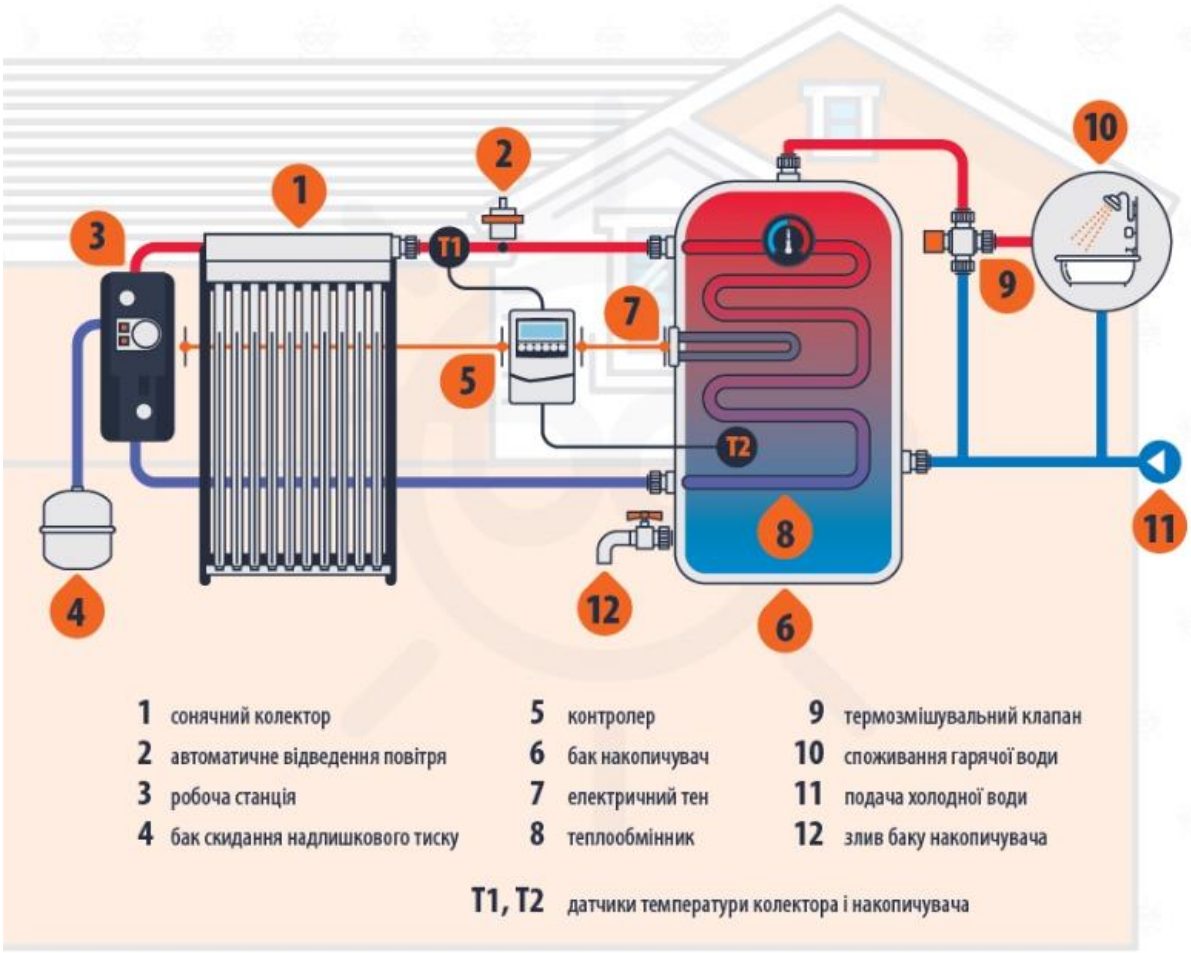


Рисунок 2.2 – Система нагріву води на базі сонячних колекторів [40]

2.1.2 Вітрова енергетика

Вітротурбіни – це пристрої, які перетворюють кінетичну енергію вітру на електричну енергію. Існує два основних типи вітротурбин, горизонтальні та вертикальні. Кожен з них має свої особливості та підходить для різних умов.

Горизонтальні вітротурбіни – це найбільш поширений тип. Їх вісь обертання розташована горизонтально, а лопаті обертаються навколо цієї осі. Горизонтальні вітротурбіни мають високу ефективність, особливо при низьких швидкостях вітру.

У переваги можно віднести високу ефективність, завдяки аеродинамічній формі лопатей та оптимальному куту атаки, горизонтальні вітротурбіни здатні ефективно перетворювати кінетичну енергію вітру в електричну. Довгий термін служби можливий завдяки простій конструкції та використанню високоякісних матеріалів, горизонтальні вітротурбіни мають довгий термін служби. Великий діапазон потужності у горизонтальних вітротурбінах випускаються різної потужності, що дозволяє підбирати оптимальне рішення для різних потреб.

Із недоліків це висока візуальна помітність. Великі горизонтальні вітротурбіни можуть мати негативний вплив на ландшафт та викликати естетичні заперечення. Виробництво та встановлення великих горизонтальних вітротурбин є досить дорогим, що може бути обмежуючим фактором для невеликих проектів. Під час роботи вітротурбіни створюють шум, який може викликати дискомфорт у людей, що проживають поблизу. Особливо це стосується низькочастотних шумів, які можуть проникати в будівлі. Існує ризик зіткнення птахів з лопатями вітротурбін, особливо під час міграцій. Крім шуму, вітротурбіни можуть впливати на місцевий клімат та біорізноманіття. Для встановлення вітротурбіни потрібна достатня площа вільного простору з високим вітровим потенціалом.



Рисунок 2.3 – Горизонтальні вітротурбіни [41]

Вертикальні вітротурбіни мають вісь обертання, розташовану вертикально. Існує кілька типів вертикальних вітротурбін. Ротор Савоніуса

має два або більше лопатей у формі півмісяця. Турбіна Дар'є має дві S-подібні лопаті. Вітряк з вертикальною віссю обертання має кілька лопатей, розташованих по колу.

Вони мають низьку візуальну помітність. Вертикальні вітротурбіни мають менші розміри і менш помітні в ландшафті. Вертикальні вітротурбіни можуть встановлюватися на дахах будівель або в інших обмежених просторах. Вертикальні вітротурбіни створюють менше шуму, ніж горизонтальні.

У них нижча ефективність перетворення енергії вітру в електричну енергію порівняно з горизонтальними. Вертикальні вітротурбіни, як правило, мають меншу потужність, ніж горизонтальні.

Незалежно від типу (горизонтальний чи вертикальний), основний принцип роботи вітротурбіни полягає в перетворенні кінетичної енергії вітру на механічну, а потім на електричну. 1) Коли вітер дме, він впливає на лопаті вітротурбіни, змушуючи їх обертатися. 2) Обертання лопатей передається на вал, який з'єднаний з генератором. 3) Генератор перетворює механічну енергію обертання на електричний струм. 4) Вироблена електроенергія передається в електричну мережу для подальшого споживання.

Ефективність вітротурбіни залежить від швидкості вітру, чим вища швидкість вітру, тим більша потужність може виробляти вітротурбіна. Однак, надто сильний вітер може пошкодити обладнання, тому вітротурбіни обладнані системами захисту від надмірних навантажень. Щільність повітря залежить від температури і тиску. Чим більша щільність повітря, тим більша кількість енергії може бути витягнута з нього. Форма і розмір лопатей впливають на їх аеродинамічні властивості і відповідно, на ефективність перетворення кінетичної енергії вітру в механічну. Чим вище встановлена вітротурбіна, тим сильніший і більш постійний вітер вона відчуває. Ефективність генератора: Від ефективності генератора залежить, яка частина механічної енергії, отриманої від лопатей, буде перетворена в електричну. Втрати енергії можуть виникати через тертя в підшипниках, опору повітря тощо. Сучасні вітротурбіни обладнані складними системами управління, які оптимізують роботу обладнання і збільшують його ефективність.

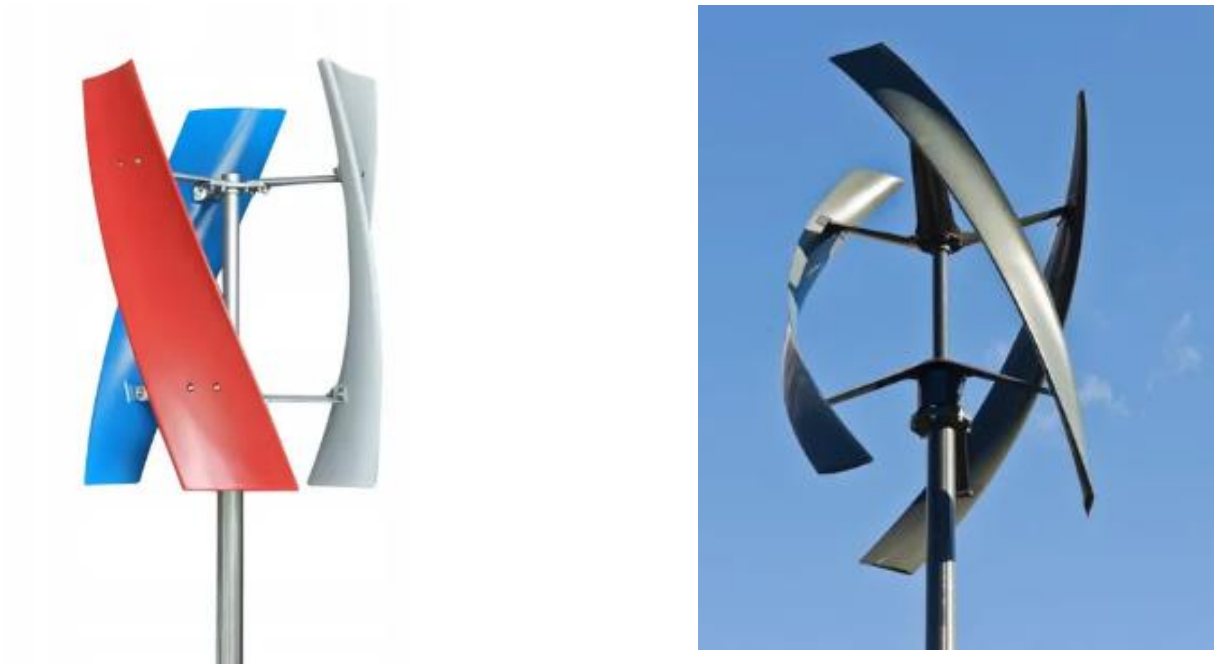


Рисунок 2.4 – Вертикальні вітротурбіни [42]

Вибір оптимального місця для встановлення вітрової турбіни є критичним фактором для ефективної роботи установки. Від цього залежить

кількість виробленої електроенергії та загальна ефективність системи. Ось основні фактори, які необхідно враховувати при виборі місця:

Швидкість вітру найважливіший фактор. Чим вища середня швидкість вітру, тим більше енергії можна отримати. Важливо, щоб вітер дув регулярно протягом року. Турбулентність і зміна напрямку вітру можуть знизити ефективність роботи турбіни. Швидкість вітру збільшується з висотою, тому встановлення турбіни на висоті дозволяє збільшити виробництво електроенергії. Відкриті рівнини з мінімальною кількістю перешкод (будинки, дерева) є ідеальними для встановлення вітрових турбін. Місце встановлення має бути розташоване поблизу ліній електропередач для підключення виробленої електроенергії до мережі. Необхідно враховувати вимоги до відстані від житлових будівель, щоб уникнути шумового забруднення та інших негативних впливів.

2.1.3 Інші джерела відновлюваної енергії

Геотермальна енергія – це теплова енергія, що міститься в надрах Землі. Вона утворюється внаслідок розпаду радіоактивних елементів у земній корі. Теплу воду або пару, підняту з надр Землі, використовують для опалення будинків, теплиць, а також у промислових процесах. Пар, що піднімається з надр, обертає турбіни електрогенератора, виробляючи електричний струм.

Переваги геотермальної енергії на відміну від сонячної та вітрової енергії, доступна цілодобово і протягом всього року. При використанні геотермальної енергії виділяється значно менше шкідливих речовин у порівнянні з традиційними видами палива. Геотермальну енергію можна використовувати не тільки для виробництва електроенергії, але й для опалення, охолодження та інших потреб. На жаль геотермальні ресурси

нерівномірно розподілені по земній кулі. Будівництво геотермальних електростанцій є досить дорогим.

Біомаса – це органічна речовина, що утворюється в процесі життєдіяльності рослин і тварин. До біомаси відносять деревину, сільськогосподарські відходи, тваринний гній та ін. Біомасу спалюють в спеціальних установках, тепло використовується для виробництва пари, яка обертає турбіни електрогенератора. Біомасу перетворюють на синтез-газ, який потім спалюється або використовується в паливних елементах. Також піддають анаеробному бродінню, в результаті чого утворюється біогаз, який можна спалювати або використовувати для виробництва електроенергії. Біомаса постійно відновлюється в природі. При спалюванні біомаси виділяється така ж кількість вуглекислого газу, яка була поглинена рослинами під час росту. Біомасу можна використовувати не тільки для виробництва енергії, але й для виробництва біопалива, добрив та інших продуктів.

Використання біомаси для виробництва енергії може призвести до підвищення цін на продукти харчування та інші товари. При спалюванні біомаси можуть виділятися шкідливі речовини, такі як діоксини і фурани.

2.1.4 Системи накопичення енергії

Акумулятори – це пристрої, які накопичують електричну енергію і віддають її за потреби. Вони стали невід'ємною частиною нашого життя, використовуються в мобільних телефонах, ноутбуках, електромобілях та багатьох інших пристроях. Існує велика різноманітність акумуляторів, кожен з яких має свої особливості та сфери застосування. Ось деякі з найпоширеніших типів. Свинцево-кислотні акумулятори одині з найстаріших типів, широко використовується в автомобілях та системах резервного живлення. Мають високу ємність, але велику вагу та розміри. Нікель-

металгідридні акумулятори (Ni-MH) застосовуються в гібридних автомобілях, портативній електроніці. Мають високу щільність енергії та тривалий термін служби. Літій-іонні акумулятори (Li-ion) найпоширеніший тип акумуляторів в сучасній електроніці завдяки високій щільності енергії, невеликій вазі та тривалому терміну служби. Використовуються в смартфонах, ноутбуках, електромобілях. Літій-полімерні акумулятори (Li-Po) є аналогом літій-іонних, але мають більш гнучку конструкцію. Широко використовуються в дронах та інших портативних пристроях. Літій-залізо-фосфатні акумулятори (LiFePO4) відрізняються високою безпекою, тривалим терміном служби та широким температурним діапазоном роботи. Застосовуються в електромобілях, системах накопичення енергії.

Ємність акумулятора визначає кількість електричного заряду, який він може накопичити. Вимірюється в ампер-годинах (А·год). Чим більша ємність, тим довше акумулятор може забезпечувати живлення пристрою. Різні типи акумуляторів мають різну питому ємність. Чим більший акумулятор, тим більша його ємність. Низькі або високі температури можуть знизити ємність акумулятора. Часті глибокі розряди зменшують кількість циклів заряд-розряд і, відповідно, зменшують ємність.

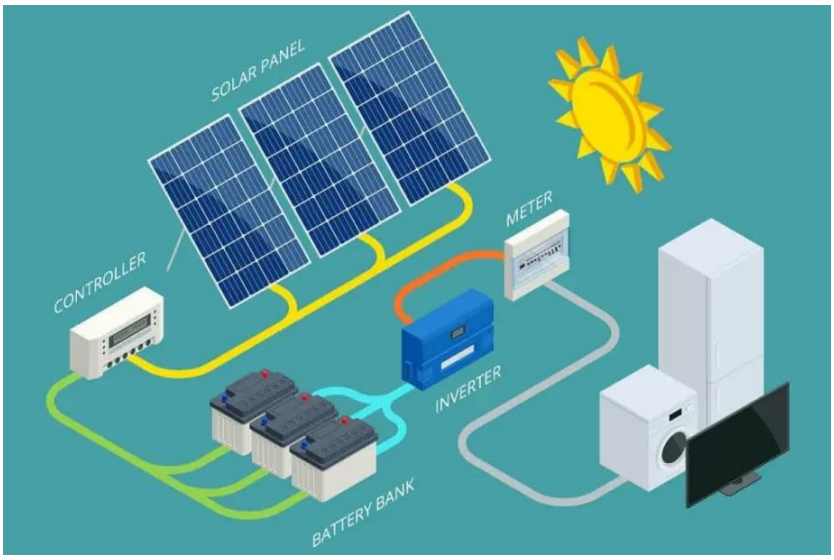


Рисунок 2.5 – Процес перетворення сонячної енергії в акумулятори і на пристрої [43]

2.1.5 Інтеграція з енергомережею

З розвитком технологій та зростанням інтересу до відновлюваних джерел енергії, все більшу популярність набуває концепція "розумних" мереж. Ці мережі дозволяють ефективніше управляти виробництвом, розподілом та споживанням електроенергії, а також сприяють активній участі споживачів у процесах енергопостачання. Одним з ключових елементів таких мереж є "розумні" лічильники, які відкривають нові можливості для власників сонячних панелей та інших генераторів відновлюваної енергії.

"Розумні" лічильники – це прилади нового покоління, які замінюють традиційні механічні лічильники електроенергії. Вони дозволяють:

Можливо збирати дані про споживання електроенергії в реальному часі. Завдяки цьому можна аналізувати свої енергетичні звички та виявляти можливості для економії. Передавати дані про споживання до енергокомпанії, це дозволяє автоматизувати процес зняття показань та виставлення рахунків. Деякі моделі "розумних" лічильників дозволяють дистанційно керувати певними приладами в домогосподарстві. Інтегрування з іншими системами "розумного дому" дозволяє створити єдину систему управління енергоспоживанням в домі.

Однією з найважливіших переваг використання "розумних" лічильників є можливість продавати надлишкову електроенергію, вироблену домашньою сонячною електростанцією, назад в енергомережу. Цей процес називається "нет-мітеринг".

Він складається з декількох кроків. 1) Електростанція виробляє електроенергію, яка спочатку використовується для задоволення попутових потреб. 2) Якщо виробництво електроенергії перевищує споживання, надлишкова енергія надходить в енергомережу. 3) "Розумний" лічильник фіксує кількість електроенергії, яку спожили з мережі і кількість електроенергії, яку віддали в мережу. 4) В кінці розрахункового періоду

(місяця, кварталу) енергокомпанія здійснює розрахунок, враховуючи різницю між спожитою та відданою електроенергією. Якщо віддається в мережу більше електроенергії, ніж споживається, то отримується компенсація.

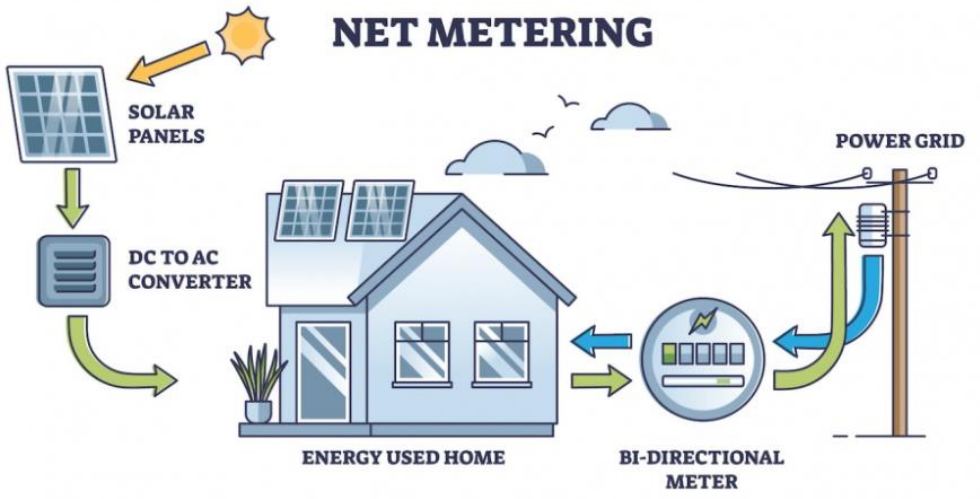


Рисунок 2.6 – Схема "нет-мітеренгу" [44]

2.1.6 Енергоефективні будівлі

Енергоефективні будівлі – це споруди, які мінімізують споживання енергії на опалення, вентиляцію та кондиціювання. Вони не лише знижують витрати на комунальні послуги, але й сприяють збереженню навколишнього середовища.

Використання ефективних теплоізоляційних матеріалів (мінеральна вата, пінополістирол) дозволяє зменшити тепловтрати через стіни. Правильна теплоізоляція даху є одним з найважливіших аспектів енергоефективності. Ізоляція підлоги запобігає втратам тепла через фундамент. Завдяки спеціальним покриттям і газовому наповненню, такі склопакети мінімізують тепловтрати і знижують витрати на опалення. Високоякісний профіль ПВХ

забезпечує додаткову теплоізоляцію. Системи з рекуперацією тепла дозволяють відводити відпрацьоване повітря і подавати свіже, попередньо підігріте за рахунок тепла відпрацьованого повітря. Теплові насоси використовують тепло з землі, повітря або води для опалення будинку. Інфрачервоні обігрівачі обігрівають не повітря, а предмети, що знаходяться в приміщенні. Сонячні колектори перетворюють сонячну енергію на теплову, яку можна використовувати для опалення води або приміщення.

2.2 Інтелектуальне освітлення

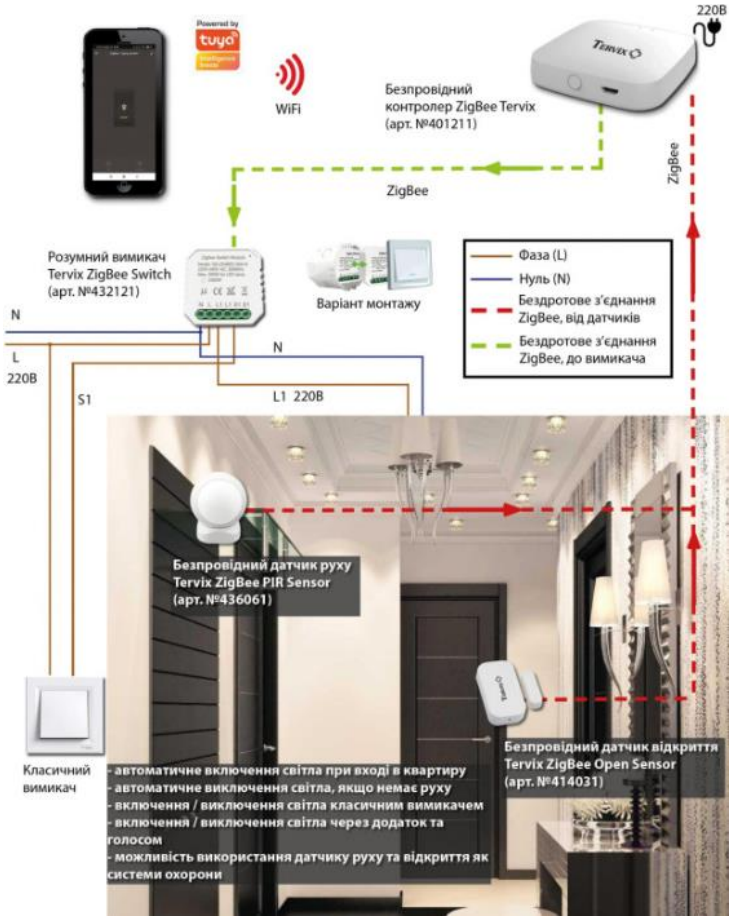
2.2.1 Системи "розумного" освітлення

Інтелектуальне освітлення – це система, яка дозволяє автоматично керувати освітленням у приміщенні за допомогою різних датчиків, таймерів та інтеграції з іншими розумними пристроями. Таке освітлення не тільки забезпечує комфорт і безпеку, але й дозволяє суттєво зекономити на споживанні електроенергії.

Інфрачервоні датчики руху виявляють тепло, яке випромінює людське тіло. Ультразвукові хвилі використовують для виявлення руху. Мікрохвильові хвилі працюють на основі мікрохвильового випромінювання. Датчики на основі камер використовують відео аналітику для виявлення руху. Ці датчики дозволяють автоматично вмикати та вимикати світло, коли в приміщенні з'являється або відсутня людина.

Датчики світла фоторезистори, змінюють свій опір залежно від рівня освітленості. Фотодіоди перетворюють світлову енергію на електричний струм. Датчики денного світла визначають рівень природного освітлення. Ці

датчики дозволяють автоматично регулювати яскравість освітлення залежно від часу доби та рівня природного освітлення.



.

Рисунок 2.7 – Схема роботи інтелектуального освітлення [45]

Інтеграція з голосовими помічниками Google Assistant, Amazon Alexa, Apple Siri, дозволяють керувати освітленням за допомогою голосових команд. Є можливості вмикати/вимикати світло, регулювати яскравість, змінювати колір світла, створювати сценарії освітлення. Мобільні додатки дозволяють керувати освітленням зі смартфона. Вмикати/вимикати світло, регулювати яскравість, створювати розклади. Віддалений доступ дозволяє керувати освітленням з будь-якого місця, де є інтернет-з'єднання.

Бездротові технології Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, забезпечують бездротове підключення світильників та інших пристроїв до центрального контролера. Інтеграція з іншими системами "розумного дому" дозволяє автоматичне увімкнення світла при спрацюванні датчика руху. Системами опалення працює залежно від сценаріїв освітлення, на підставі температури в приміщенні. Системами мультимедіа синхронізує освітлення з музикою або відео.

Сценарії освітлення – це попередньо налаштовані комбінації яскравості, кольору та розташування світла, які відповідають певним діям або настроям. Автоматизація дозволяє легко перемикатися між цими сценаріями, створюючи комфортні умови для різних видів діяльності.

Приклади сценаріїв освітлення та їх автоматизація. Сценарій "Читання" робить м'яке, розсіяне світло, що не втомлює очі. Датчик освітленості автоматично регулює яскравість світла залежно від рівня природного освітлення. Таймер плавно знижує яскравість світла перед сном. Сценарій "Відпочинок" створює приглушене, тепле світло, що робить атмосферу релаксу. Світлодіодні стрічки змінюють кольор світла за допомогою мобільного додатку або голосової команди. Сенсор руху автоматично вмикає нічне підсвічування при русі в кімнаті. Таймер плавно змінює колір світла протягом вечора. Сценарій "Робота" полягає в яскравому, холодному світлі, що стимулює мозкову діяльність. Автоматизація датчик руху дозволяє вмикає світло при вході в робочу зону і вимикає при відході. Таймер плавно збільшує яскравість світла вранці і знижує ввечері. Інтеграція з календарем автоматично перемикається на робочий сценарій в заданий час. Інші сценарії такі як "Вечірка" робить яскраве, пульсуюче світло, що створює атмосферу свята. "Романтична вечеря" створює приглушене, тепле світло зі свічками.

Щоб автоматизувати сценарії освітлення, потрібні розумні лампи. Світлодіодні лампи з вбудованими модулями Wi-Fi або Bluetooth, які можна керувати за допомогою смартфона. Централізовані системи управління дозволяють об'єднати в єдину мережу різні пристрої, включаючи освітлення.

2.2.2 Автоматизація освітлення в залежності від присутності людей та освітлення на основі ритмів сонця

Датчики руху виявляють рух у приміщенні та автоматично вмикають світло. Датчики освітленості визначають рівень природного світла і регулюють яскравість штучного освітлення. Таймери планують включення та вимкнення світла за розкладом, наприклад, для створення імітації присутності під час відсутності господарів. Завдяки інтеграції з іншими системами: Світло може автоматично вмикатися при спрацюванні сигналізації або відкриванні дверей.

Яскравість світла автоматично підлаштовується під потреби та час доби. Різні сценарії освітлення (читання, відпочинок, робота) створюють потрібний настрій. Не потрібно вручну вмикати та вимикати світло.

Завдяки автоматичному вмиканні світла створюється імітація присутності, яка відлякує зловмисників. Світло автоматично вмикається при переміщенні в темних зонах.

Світло вимикається, коли воно не потрібне і цим зменшує споживання електроенергії. Штучне освітлення доповнює природне, знижуючи споживання енергії.

Світло – це більше, ніж просто джерело освітлення. Воно відіграє ключову роль у регулюванні наших біологічних ритмів. Різні типи освітлення мають різний вплив на наш організм, особливо на циркадні ритми – внутрішні годинники, які контролюють сон, неспання, температуру тіла та інші фізіологічні процеси.

Головний "гормон сну" мелатонін, виробляється в темряві. Яскраве світло пригнічує його вироблення, ускладнюючи засинання. Світло синхронізує внутрішній годинник з зовнішнім середовищем, впливаючи на відчуття сонливості та бадьорості. Тепле світло (жовте, оранжеве) сприяє розслабленню, а холодне (блакитне, біле) – бадьорості та концентрації.

Сонячне світло найбільш природне та корисне для здоров'я. Містить широкий спектр хвиль, який стимулює вироблення вітаміну D, покращує настрій та регулює циркадні ритми.

Світлодіодне освітлення (LED) найбільш енергоефективне та довговічне. Якість світла залежить від кольорової температури, тепле світло (2700-3300K) сприяє розслабленню та створенню затишної атмосфери. Ідеально підходить для спальні та зон відпочинку. Нейтральне світло (3300-5000K) підходить для більшості приміщень, забезпечуючи достатню освітленість для роботи та навчання. Холодне світло (5000-6500K) стимулює мозкову активність, підвищує концентрацію. Ідеально підходить для робочих зон. Флуоресцентне освітлення містить мерехтіння, яке може негативно впливати на зір та нервову систему. Крім того, часто випромінює холодне світло, що не сприяє розслабленню. Галогенне освітлення виділяє багато тепла, що може призвести до перегріву приміщення. Спектр світла близький до сонячного, але споживає багато енергії.

2.3 Контроль за споживанням води

2.3.1 Автоматизовані системи поливу та фільтрації води

Сучасні системи автоматичного поливу стають все розумнішими завдяки інтеграції з метеостанціями. Це дозволяє оптимізувати полив, враховуючи реальні погодні умови, що є особливо актуальним в умовах мінливого клімату та обмежених водних ресурсів.

Метеостанції збирають інформацію про опади, дощ, сніг, роса. Рівень вологість повітря, який впливає на випаровування води з ґрунту. Температура повітря та ґрунту впливає на швидкість випаровування та потреби рослин у

воді. Інтенсивність сонячного світла впливає на випаровування та фотосинтез рослин. Швидкість вітру впливає на випаровування та висушування ґрунту.

Ця інформація передається в систему автоматичного поливу, яка на її основі коригує графік поливу. Після дощу система автоматично відключається, щоб уникнути перезволоження ґрунту. У спекотну погоду частота та тривалість поливу збільшуються для компенсації випаровування.

У холодну погоду полив може бути зменшений або зовсім відключений.

Завдяки інтеграції з метеостанціями оптимізація поливу дозволяє значно зменшити витрати води. Уникнути перезволоження та пересихання ґрунту, що може призвести до захворювань рослин. Зменшити споживання води, що допомагає зберегти водні ресурси. Відсутність необхідності постійно контролювати процес поливу.

Є декілька типів метеостанцій та їх функціоналу. Мобільні метеостанції дозволяють переносити компактні пристрої, які легко переносити та використовувати в різних місцях. Ідеальні для туристів, фермерів та любителів активного відпочинку. Метеостанції для дітей мають спеціальні моделі з простим інтерфейсом та додатковими функціями, що дозволяють дітям вивчати метеорологію в ігровій формі. Професійні метеостанції забезпечують детальний аналіз погодних умов, але коштують дорожче. Бюджетні метеостанції мають обмежений функціонал, але достатні для більшості домашніх садів. Метеостанції, інтегровані в систему "розумного дому" дозволяють керувати поливом за допомогою смартфона або голосових помічників.

При виборі системи автоматичного поливу з метеостанцією варто враховувати розмір ділянки, де для великих ділянок потрібні більш потужні системи. Різні рослини мають різні потреби у воді. Вибір метеостанції залежить від особливостей клімату в регіоні. Вартість систем може значно відрізнятися.

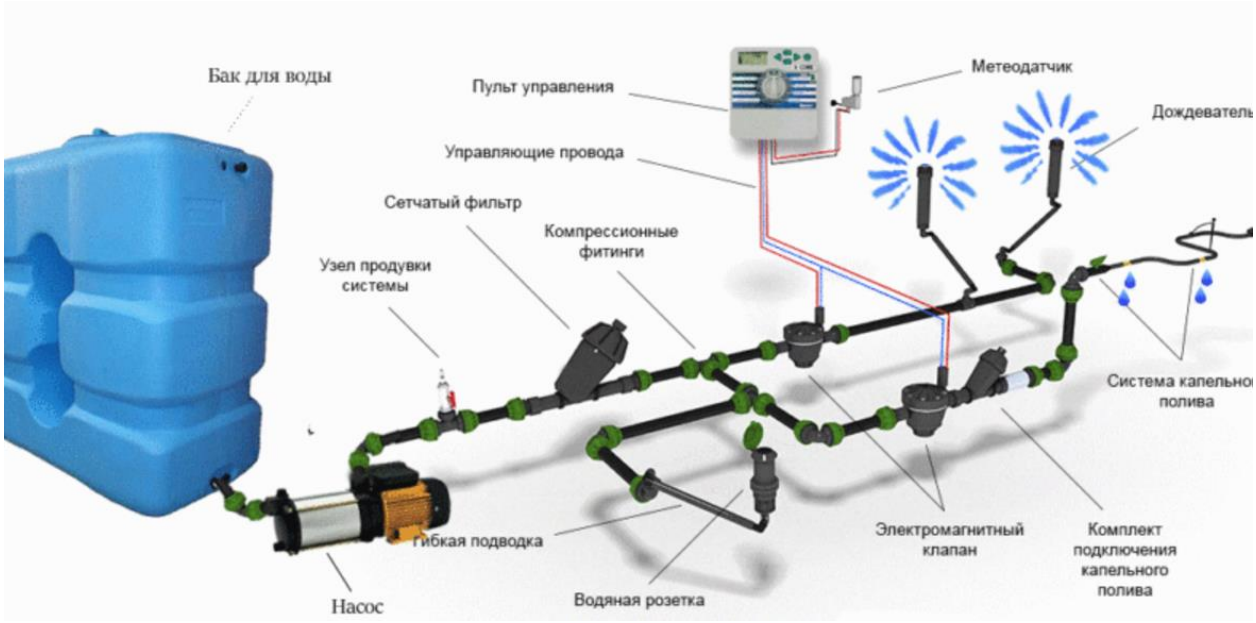


Рисунок 2.8 – Система автоматичного поливу [46]

Якість питної води має вирішальне значення для здоров'я. Сучасні технології дозволяють ефективно очищати воду від різних домішок та бактерій. Методи фільтрації води бувають декількох типів. До механічної фільтрації відносять сітки та фільтри, вони затримують великі частинки, пісок та іржу. Мікрофільтрація видаляє бактерії та найдрібніші частинки. Адсорбційна фільтрація можлива завдяки активованому вугіллі, воно поглинає хлор, органічні сполуки, неприємні запахи і смаки. Іонообмінні смоли видаляють солі жорсткості (кальцій, магній), що призводять до утворення накипу. Осмотична мембрана пропускає лише молекули води, затримуючи всі домішки. Ультрафіолетове знезараження убиває бактерії, віруси та інші мікроорганізми.

Вплив фільтрації на якість води відбувається завдяки видаленню хлору, органічних сполук і інших домішок, що погіршують смак води. Видалення солей кальцію і магнію, що призводить до утворення накипу на побутових приладах. Усунення заліза і марганцю сприяє поліпшенню присмаку і коліру.

Ультрафіолетове знезараження ефективно знищує патогенні мікроорганізми.

Вибір методу фільтрації залежить від якості вихідної води, якщо вода сильно забруднена, потрібна більш складна система фільтрації. Для приготування дитячого харчування або для людей з алергією потрібна максимально чиста вода.

Популярні системи фільтрації такі як фільтри-глечики прості у використанні, але мають обмежену продуктивність. Проточні фільтри встановлюються під мийку, забезпечують постійний доступ до чистої води. Системи зворотного осмосу найбільш ефективні, але дорогі. .Для гарної роботи системи фільтрації потрібно регулярно замінювати фільтруючі елементи, від цього залежить ефективність фільтрації. Деякі системи потребують регулярного очищення та дезінфекції. Деякі системи, наприклад, системи зворотного осмосу, споживають електроенергію.

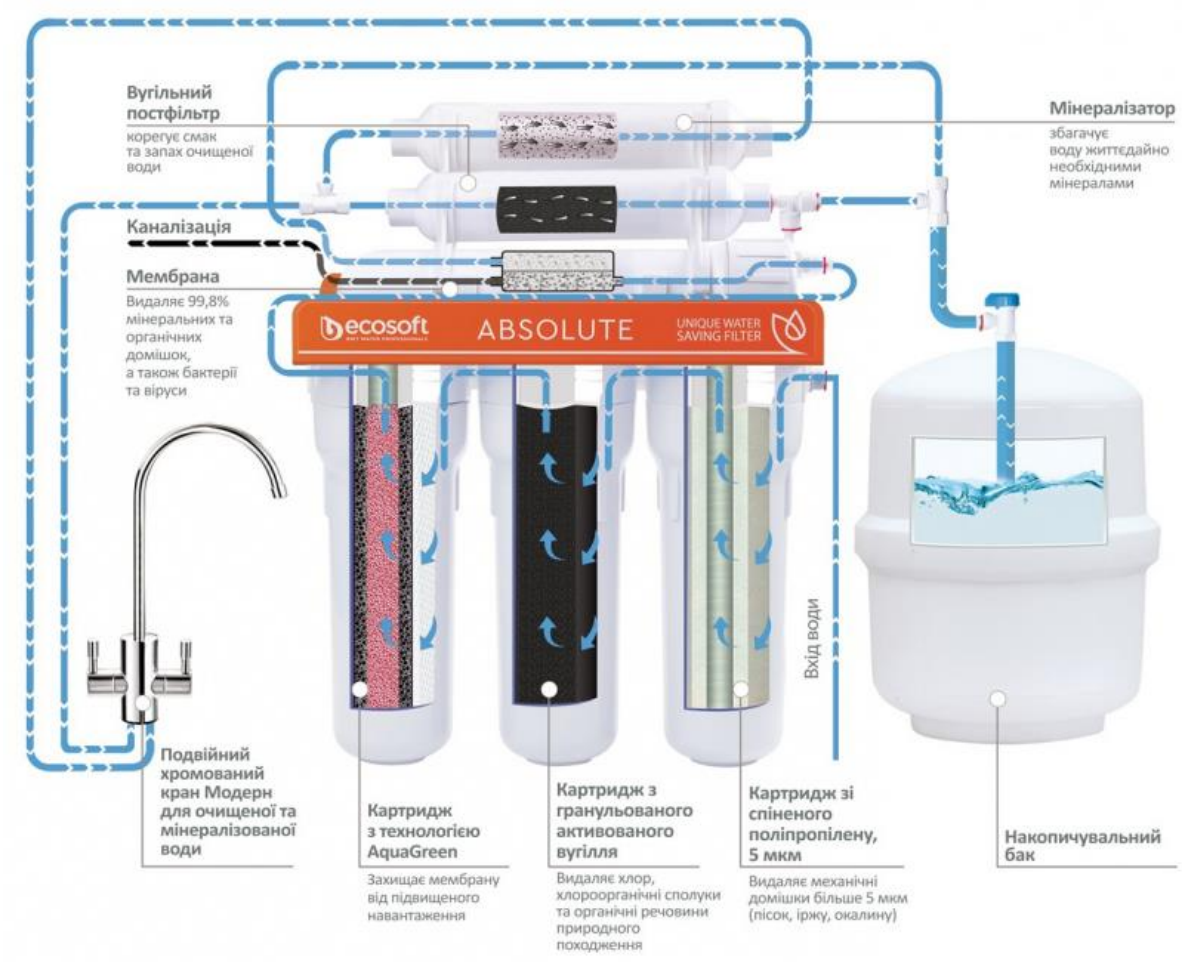


Рисунок 2.9 – Принцип роботи фільтра [47]

2.3.2 Моніторинг та контроль за споживанням води у будинку

Несподівані витоки води можуть призвести до значних матеріальних збитків, пошкодження майна та навіть створити небезпечні умови. На щастя, сучасні технології дозволяють ефективно боротися з цією проблемою завдяки системам моніторингу витоків.

Ці системи використовують різноманітні датчики та сенсори для постійного контролю стану приміщень та систем водопостачання. Вони можуть виявляти витоки за різними ознаками. Підвищення рівня вологості відстежується датчиками встановленими в потенційно небезпечних зонах (під раковинами, біля пральних машин, у підвалах) і спрацьовують при появі вологи. Датчики протікання реагують на контакт з водою. Датчики тиску відстежують зниження тиску в водопроводі, що може свідчити про витік. Акустичні датчики здатні виявити навіть незначні звуки протікання води в трубах. Дані з датчиків передаються на центральний блок управління або безпосередньо на ваш смартфон. При виявленні витоку система подає сигнал тривоги, дозволяючи вам оперативно вжити заходів.

Завдяки системам моніторингу витоків спостережується своєчасне виявлення, що ддозволяє мінімізувати збитки від пошкодження майна.

Система може автоматично перекрити подачу води у разі виявлення витоку. Своєчасне виявлення невеликих витоків дозволяє уникнути великих рахунків за воду. Бувають декілька типів систем моніторингу витоків. Прості системи зазвичай включають кілька датчиків і центральний блок управління, підходять для невеликих квартир. Складні системи можуть включати велику кількість датчиків, інтегруватися з іншими системами "розумного дому" і надавати більш розширені функції. Професійні системи використовуються для моніторингу великих об'єктів (офісів, промислових підприємств).

2.4 Системи відео спостереження та віддаленого контролю

2.4.1 Автоматизовані системи безпеки, такі як димові детектори та системи виявлення протікань

Інтеграція систем безпеки з іншими системами "розумного" дому - це потужний інструмент для створення комплексного та ефективного захисту житла. Об'єднання різних систем дозволяє автоматизувати багато процесів, підвищити рівень безпеки та комфорту, а також створити більш зручне та інтуїтивно зрозуміле середовище проживання.

Інтеграція систем здійснюється за допомогою спеціальних протоколів та платформ, які дозволяють різним пристроям "спілкуватися" між собою. Найпоширенішими є Zigbee та Z-Wave, бездротові протоколи, що забезпечують надійне та безпечне з'єднання між пристроями. Wi-Fi зазвичай використовується для підключення до інтернету, але також може використовуватися для інтеграції деяких пристроїв. Ethernet проводний протокол, який забезпечує високу швидкість передачі даних. Централізовані платформи такі як спеціальні програми або сервери, які об'єднують всі пристрої в єдину систему і забезпечують їх взаємодію.

До прикладів інтеграції систем безпеки з іншими системами "розумного" дому можливо віднести системи освітлення. Автоматичне увімкнення світла спрацьовує завдяки датчика руху або відкритті дверей, світло може автоматично увімкнутися, створюючи ілюзію присутності людей у будинку. Можливо створити різні сценарії освітлення для різних ситуацій (наприклад, "Вдома", "Відсутній", "Нічний режим").

Системи опалення регулює температури при виявленні відкритих вікон або дверей, система опалення може автоматично знизити температуру, щоб уникнути зайвих витрат енергії. Створення комфортних умов може

автоматично регулювати температуру в різних кімнатах залежно від часу доби та дня тижня.

Системи відеоспостереження отримує сповіщення при виявленні руху або інших подій, система може відправити сповіщення на смартфон. При записі відео можливо переглядати відеозаписи з камер віддалено за допомогою смартфона або комп'ютера. Системи контролю доступу відкривання дверей дозволяє віддалено відкрити двері за допомогою смартфона або голосового помічника. Можливо встановити різні рівні доступу для різних користувачів і задати графік доступу.



Рисунок 2.10 – Схема підключення камери відео спостереження до інтернету [48]

Можливість оперативного отримання інформації про надзвичайні ситуації є життєво важливою для забезпечення безпеки та захисту життя і майна. Сучасні технології дозволяють створювати ефективні системи оповіщення, які інформують користувачів про виникнення пожежі, затоплення та інших небезпечних подій.

Системи оповіщення складаються з датчиків що виявляють різні типи надзвичайних ситуацій (дим, підвищення рівня води, рух тощо). Центральний блок управління який збирає дані від датчиків, аналізує їх та приймає рішення про подачу сигналу тривоги. Засоби зв'язку передають сигнал тривоги на

мобільні пристрої користувачів, а також можуть інформувати відповідні служби (пожежна охорона, поліція).

Способи оповіщення бувають декількох типів. Мобільні додатки найпоширеніший спосіб, вони дозволяють отримувати push-повідомлення, SMS, дзвінки про виникнення надзвичайної ситуації. SMS-повідомлення, це простий і надійний спосіб оповіщення, який не вимагає встановлення додаткових додатків. Голосові дзвінки використовуються для передачі більш детальної інформації або у випадках, коли інші способи недоступні. Електронна пошта може використовуватися для надсилання повідомлень з додатковою інформацією.

2.4.2 Віддалений контроль

Віддалений контроль над функціями будинку - це зручна та інноваційна технологія, яка дозволяє керувати різними системами за допомогою смартфона, планшета або комп'ютера, перебуваючи в будь-якій точці світу. Це відкриває нові можливості для підвищення комфорту та безпеки проживання.

Функції будинку можуть бути контрольовані віддалено. Вмикання та вимикання світла в різних кімнатах, регулювання яскравості та кольору освітлення. Регулювання температури в різних кімнатах, включення/вимикання опалення за розкладом або залежно від зовнішньої температури. Перегляд відео з камер спостереження, відкривання/закриття дверей та вікон, увімкнення/вимикання сигналізації.

РОЗДІЛ 3 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДІБНИХ СИСТЕМ У МАЙБУТНЬОМУ

3.1 Збільшення комфорту та зручності для мешканців

3.1.1 Створення індивідуальних профілів користувачів для налаштування систем під конкретні потреби та вподобання

Персоналізація - це один з найважливіших трендів у розвитку систем "розумного будинку". Вона дозволяє створити максимально комфортні умови проживання для кожного члена сім'ї, адаптуючи функціональність системи під їх індивідуальні потреби та вподобання.

Персоналізація відповідає за створення профілів користувачів. Кожен член сім'ї може створити свій власний профіль, в якому вказуються його звички, переваги та особливі потреби. Система збирає інформацію про користувачів за допомогою датчиків, які відстежують їх активність, пересування по будинку та інші параметри. Штучний інтелект аналізує зібрані дані і виявляє закономірності, що дозволяють скласти індивідуальний профіль кожного користувача. На основі профілів користувачів система автоматично налаштовує різні функції будинку, це може бути створення індивідуальних сценаріїв освітлення для кожної кімнати і користувача. Автоматичне регулювання температури в залежності від переваг користувача. Створення персоналізованих плейлистів, налаштування звуку і зображення. Відкриття штор, полив рослин, управління побутовою технікою.

Щоб краще зрозуміти персоналізацію, можно подивитися декілька прикладів. "Доброго ранку, [Ім'я]!" Система може автоматично вмикати улюблену музику, готувати каву і відкривати штори в спальні в той час, коли

ви прокидаєтесь. Система може автоматично підтримувати оптимальну температуру в кожній кімнаті в залежності від того, хто перебуває в ній. Світло може автоматично змінювати колір і яскравість в залежності від настрою користувача або часу доби. Система може пропонувати користувачеві персоналізовані рекомендації, наприклад, включити певну музику або подивитися фільм.

Завдяки персоналізації Система адаптується під індивідуальні потреби кожного члена сім'ї, створюючи максимально комфортні умови проживання. Персоналізовані налаштування дозволяють оптимізувати споживання енергії.

Система може аналізувати поведінку користувачів і виявляти відхилення від норми, що може свідчити про можливу небезпеку. Персоналізація дозволяє створити більш здорове і гармонійне життєве середовище.

3.1.2 Проактивне обслуговування. Системи, які передбачають потреби

Проактивне обслуговування - це наступний крок у розвитку систем "розумного будинку". Якщо раніше системи реагували лише на команди користувача, то тепер вони здатні самостійно аналізувати дані і передбачати потреби мешканців. Це відкриває нові можливості для підвищення комфорту та зручності проживання.

Системи здатні до проактивного обслуговування завдяки використанню нових технологій. Алгоритми машинного навчання аналізують великі обсяги даних, зібраних з датчиків, щоб виявити закономірності в поведінці користувачів. Штучний інтелект дозволяє системам приймати самостійні рішення на основі аналізу Збір і аналіз великих обсягів даних дозволяє створити більш точні моделі прогнозування.

Система може автоматично змінювати температуру в приміщенні в залежності від зовнішньої температури, часу доби, дня тижня і навіть настрою користувача. Також можливо автоматично вимикати світло в кімнатах, де нікого немає, регулювати яскравість освітлення в залежності від природного світла і т.д. Можливо відстежувати стан обладнання і попереджати користувача про можливі поломки заздалегідь. Система може пропонувати користувачеві персоналізовані рекомендації, наприклад, включити певну музику, приготувати каву або відкрити штори.

Проактивне обслуговування збільшує комфорт адаптацією під індивідуальні потреби користувача, створюючи максимально комфортні умови проживання. Оптимізація енергоспоживання дозволяє знизити витрати на комунальні послуги. Система може виявляти потенційні загрози і вживати заходи для їх усунення. Автоматизація рутинних завдань дозволяє користувачам зосередитися на більш важливих справах.

В майбутньому системи з проактивним обслуговуванням стануть ще більш інтелектуальними і персоналізованими. Вони зможуть передбачати потреби користувачів з більшою точністю. Завдяки використанню більш складних алгоритмів машинного навчання і збільшенню обсягів даних. Взаємодіяти з користувачами більш природним способом за допомогою голосових помічників і інтерфейсів на природній мові. Інтегруватися з більшою кількістю пристроїв і систем створюючи єдину екосистему розумного будинку.

3.1.3 Інтеграція з іншими гаджетами, розширення можливостей керування розумним будинком

З розвитком технологій "розумний будинок" перетворюється на справжню екосистему, де різноманітні пристрої взаємодіють між собою,

забезпечуючи користувачам максимальний комфорт і зручність. Одним із важливих аспектів такої взаємодії є інтеграція з іншими гаджетами, такими як розумні годинники, окуляри доповненої реальності та інші пристрої.

Розумні годинники вже давно перестали бути просто аксесуаром для відстеження фізичної активності. Сьогодні вони можуть виконувати безліч інших функцій, включаючи управління розумним будинком. За допомогою годинника можливо керувати освітленням, вмикати і вимикати світло, регулювати яскравість. Змінювати температуру в різних кімнатах. Відкривати та закривати двері. Отримувати сповіщення про події, що відбуваються в будинку (наприклад, про виявлення диму, протікання води). Використовувати голосового помічника для управління різними функціями будинку.

Окуляри доповненої реальності відкривають нові горизонти для взаємодії з розумним будинком. За допомогою них можна візуалізувати стан системи, отримати наочну інформацію про температуру в різних кімнатах, рівень освітленості, стан безпекових систем. Керувати пристроями за допомогою жестів для вмикання і вимикання світла, регулювання температури простими рухами рук. Отримати детальні інструкції щодо використання різних функцій розумного будинку.

Крім розумних годинників і окулярів, існують і інші пристрої, які можуть бути інтегровані в систему розумного будинку. Смартфони найпоширеніший інструмент для управління розумним будинком. Планшети забезпечують більш зручний інтерфейс для управління складними системами.

Голосові помічники дозволяють керувати будинком за допомогою голосових команд. Інтеграція з автомобілем дозволяє автоматизувати різні процеси, наприклад, підготувати будинок до приїзду власника. Можливість дистанційно запустити двигун, підігріти салон, відкрити гараж перед приїздом додому. Розумні розетки та вимикачі дозволяють дистанційно керувати електроприладами, відстежувати їх споживання електроенергії та створювати автоматизацію. Наприклад, можна налаштувати автоматичне вимкнення світла при виході з кімнати або включення кавоварки перед пробудженням.



Рисунок 3.1 – Окуляри доповненої реальності [49]

3.2 Зменшення споживання енергії та витрат на комунальні послуги

3.2.1 Розробка більш складних алгоритмів для управління енергоспоживанням

Реінжиніринг процесів - це аналіз послідовності дій користувачів дозволяє виявити неефективні процеси і оптимізувати їх.

Одним із ключових аспектів "розумного будинку" є оптимізація енергоспоживання. Сучасні системи вже дозволяють автоматично вимикати світло, регулювати температуру та керувати іншими приладами. Однак, потенціал для економії енергії значно більший.

Більш складні алгоритми управління енергоспоживанням дозволять враховувати динамічні ціни на енергоносії. Системи зможуть автоматично переходити на використання енергії тоді, коли вона найдешевша, наприклад

вночі. Система зможе адаптувати роботу опалення та кондиціонування до зовнішньої температури, щоб мінімізувати витрати на обігрів або охолодження приміщення. На основі зібраних даних система зможе передбачити майбутнє споживання енергії і відповідно коригувати свої дії.

Якщо в будинку встановлені сонячні панелі та акумулятори, система зможе ефективно використовувати вироблену енергію і мінімізувати споживання з мережі.

Враховувати звички мешканців, система зможе адаптуватися до графіків роботи і відпочинку мешканців, щоб оптимізувати енергоспоживання в різний час доби.

За допомогою машинного навчання система зможе виявити закономірності в споживанні енергії і створити модель, яка дозволить прогнозувати майбутнє споживання.

Оптимізація за допомогою генетичних алгоритмів. Цей метод дозволяє знайти оптимальні рішення для складних задач, таких як розподіл навантаження між різними приладами.



Рисунок 3.2 – Управління функціями розумного будинку [50]

3.2.2 Використання відновлюваних джерел енергії, інтеграція з новими технологіями виробництва енергії

Інтеграція розумних будинків з новими технологіями виробництва енергії є одним з найперспективніших напрямків розвитку цієї галузі. Завдяки цьому ми можемо створити більш автономні, екологічні та економічно ефективні системи.

До відновлювальних джерел енергії та розумних будинків належать сонячні батареї наступного покоління. Нові технології дозволяють збільшити ефективність сонячних панелей, знизити їх вартість і зробити їх більш естетичними. Інтеграція з системою "розумного будинку" дозволяє оптимізувати використання сонячної енергії, заряджати акумулятори, забезпечувати енергією електромобілі та інші прилади. Для приватних будинків розробляються компактні вітряні турбіни, які можуть забезпечувати частину необхідної енергії. Інтеграція з системою "розумного будинку" дозволяє автоматизувати управління вітряною турбіною та ефективно розподіляти вироблену енергію. Водень, отриманий з відновлюваних джерел енергії, може використовуватися для виробництва електроенергії в паливних елементах. Ця технологія дозволяє створити автономні системи енергопостачання для будинків, які не підключені до централізованих мереж.

Завдяки перевагам інтеграції зменшується залежність від централізованих енергомереж. Знижуються витрати на електроенергію. Зменшується викидів CO_2, сприяє збереженню навколишнього середовища. Підвищується надійність системи енергопостачання, завдяки використанню декількох джерел енергії. Акумулятори дозволяють накопичувати надлишкову енергію для використання в пікові години споживання.

Принцип роботи акумулятора полягає у наступному, інвертори перетворюють постійний струм, вироблений сонячними батареями або паливними елементами, в змінний струм, який використовується в побутових

приладах. Контролери зарядки керують зарядкою акумуляторів і розподілом енергії між різними споживачами. Системи управління енергоспоживанням аналізують дані про виробництво і споживання енергії, оптимізують роботу всіх приладів і забезпечують максимальну ефективність. Smart Grid, інтеграція з розумними енергомережами дозволяє продавати надлишкову енергію назад в мережу.

До перспективи розвитку можливо віднести розвиток систем зберігання енергії, збільшення ємності і зниження вартості акумуляторів. Зменшення розмірів сонячних панелей, вітряних турбін і паливних елементів. Використання електромобіля як мобільного акумулятора. Створення більш ефективних матеріалів для сонячних батарей і паливних елементів.

3.2.3 Створення енергетичних спільнот. Об'єднання кількох будинків в енергетичну спільноту для більш ефективного використання енергії та зниження витрат

Енергетична спільнота - це група споживачів енергії (наприклад, домогосподарств, підприємств), які об'єднуються для спільного виробництва, споживання або торгівлі електричною енергією. Таке об'єднання дозволяє більш ефективно використовувати відновлювані джерела енергії, знизити витрати на електроенергію та підвищити енергетичну незалежність.

Група людей або підприємств ухвалює рішення про створення енергетичної спільноти. На території спільноти встановлюються відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, вітрові турбіни тощо), системи зберігання енергії (акумулятори), інтелектуальні лічильники та інше обладнання. Вироблена енергія розподіляється між учасниками спільноти відповідно до їхніх потреб і внесків. У деяких випадках енергетичні спільноти

можуть продавати надлишки електроенергії в загальну мережу або іншим спільнотам.

Переваги енергетичних спільнот полягають у зниженні витрат на електроенергію, спільне виробництво та споживання енергії дозволяє оптимізувати витрати і знизити залежність від енергопостачальників. Енергетичні спільноти менш вразливі до коливань цін на енергоносії та перебоїв в енергопостачанні. Створення енергетичних спільнот стимулює розвиток відновлюваної енергетики. Використання відновлюваних джерел енергії сприяє зменшенню викидів парникових газів (CO2). Участь в енергетичній спільноті дозволяє зробити свій внесок у збереження навколишнього середовища.

Незважаючи на всі переваги, створення енергетичних спільнот пов'язане з певними труднощами, необхідність розробки відповідного законодавства та регуляторних норм. Вибір обладнання, його встановлення та обслуговування. Залучення інвестицій, розподіл витрат та доходів між учасниками спільноти. Соціальні аспекти, такі як пошук однодумців, організація спільної роботи.

3.3 Питання приватності та кібербезпеки в контексті підключених пристроїв

3.3.1 Захист даних у розумних системах: Нові стандарти безпеки

З розвитком технологій "розумного дому" зростає кількість персональних даних, які збираються про нас. Це створює нові виклики для забезпечення безпеки та конфіденційності. Розробка нових стандартів безпеки є необхідністю для захисту цієї інформації.

Щоб розумні системи працювали у належному стані, потрібно захищати данні від хакерських атак, вони можуть призвести до несанкціонованого доступу до персональних даних, що може спричинити фінансові втрати, крадіжку особистості та інші негативні наслідки. Компанії можуть використовувати зібрані дані в комерційних цілях без згоди користувача. Не завжди зрозуміло, які саме дані збираються, як вони зберігаються і для яких цілей використовуються.

Для захисту персональних даних у розумних системах необхідно розробляти та впроваджувати нові стандарти безпеки, які включають: шифрування даних, вся інформація, що передається і зберігається, повинна бути зашифрована за допомогою надійних алгоритмів. Двофакторна аутентифікація, для доступу до системи необхідно використовувати два незалежних засоби аутентифікації, наприклад, пароль і відбиток пальця. Виробники пристроїв повинні регулярно випускати оновлення для усунення виявлених уразливостей. Користувачі повинні чітко розуміти, які дані збираються, для яких цілей і як вони зберігаються. Користувачі повинні мати можливість видалити свої дані з системи. Системи повинні збирати тільки ті дані, які необхідні для виконання своїх функцій. Повинна бути регулярна перевірка систем на наявність уразливостей.

Кожен користувач може внести свій вклад у захист своїх даних. Віддавання переваги пристроям відомих виробників з хорошою репутацією дозволяє забезпечити захист даних. Використання унікальних і складних паролів для кожного пристрою повищує безпеку. Перед тим, як використовувати новий пристрій, ознайомлення з його політикою конфіденційності дозволяє уникнути не приємних казусів. Оновлення програмного забезпечення для своїх пристроїв, створення окремої мережі для своїх розумних пристроїв і обмежте доступ до неї ззовні підвищує рівень безпеки.

Захист персональних даних у розумних системах є складним завданням, яке вимагає спільних зусиль виробників, розробників, користувачів і

законодавців. Дотримання нових стандартів безпеки дозволить забезпечити конфіденційність наших даних і зробити використання розумних систем більш безпечним.



Рисунок 3.3 – Захист розумного будинку [51]

3.3.2 Захист від кібератак, створення більш стійких до хакерських атак систем

З розвитком технологій та зростанням залежності від цифрових пристроїв, кіберзагрози стають все більш актуальними. Захист від кібератак є критично важливим завданням для будь-якої організації, незалежно від її розміру.

Найбільш поширена наслідок кібератаки – це втрата конфіденційної інформації, що може призвести до фінансових втрат, репутаційних ризиків та інших негативних наслідків. Кібератаки можуть паралізувати роботу підприємства, що призведе до значних фінансових втрат. Зловмисники можуть вимагати викуп за повернення доступу до даних або систем. Інформація про кібератаки може негативно вплинути на репутацію компанії.

Передові методи використовують сучасні алгоритми шифрування для захисту даних під час передачі та зберігання, створення складних і унікальних паролів для кожного облікового запису. Додатковий рівень захисту, який вимагає використання двох різних способів ідентифікації (наприклад, пароль і код з SMS). Системи виявлення вторгнень, моніторинг мережі на предмет підозрілої активності. Регулярне створення резервних копій для відновлення даних у разі втрати. Навчання співробітників основам кібербезпеки для запобігання фішинговим атакам та іншим соціальним інженерним махінаціям. Розділення мережі на кілька сегментів для обмеження впливу потенційних атак.

Передові методи шифрування включають симетричне шифрування, використовується один ключ як для шифрування, так і для дешифрування даних. Асиметричне шифрування, використовує пару ключів – публічний і приватний. Публічний ключ використовується для шифрування даних, а приватний – для дешифрування. Хешування перетворює данні у набір символів фіксованої довжини. Хеш-функції використовуються для перевірки цілісності даних.

Сучасні технології для захисту від кібератак використовують штучний інтелект для виявлення аномалій у мережевому трафіку та прогнозування майбутніх атак. Блокчейн, технологія, яка забезпечує високий рівень безпеки та прозорості транзакцій. Квантове шифрування використовує принципи квантової механіки для створення незламної криптографії.

3.3.3 Розробка чітких правових норм для розумних пристроїв

Зростання популярності розумних пристроїв та Інтернету речей ставить перед суспільством нові виклики, пов'язані з захистом персональних даних та забезпеченням кібербезпеки. Для вирішення цих проблем необхідна розробка чітких правових норм, які регулюватимуть збір, зберігання та використання даних, отриманих від розумних пристроїв.

Розумні пристрої збирають великі обсяги персональних даних, які можуть бути використані в злочинних цілях або для маніпуляції поведінкою користувачів. Користувачі мають право знати, які дані збираються, як вони використовуються і хто до них має доступ. Компанії, що виробляють і розробляють розумні пристрої, повинні нести відповідальність за захист даних своїх користувачів. Чіткі правила гри забезпечать рівні умови для всіх учасників ринку.

Для кращої роботи повинні регулюватися збори даних, такі як згода користувача на збір даних, прозорість щодо цілей збору даних, захист даних від несанкціонованого доступу. Повинна вказуватись інформація де і як довго зберігаються дані, для яких цілей можуть використовуватися дані, Оомеження використання даних, можливість користувача відмовитися від використання своїх даних. Також умови передачі даних третім особам, захист даних при передачі через кордон. Не менш важливим є відповідальність виробників і розробників за порушення правил. Компенсація збитків, завданих користувачам внаслідок порушення безпеки даних.

Є декілька приклади існуючих регуляцій. GDPR (Загальний регламент про захист даних). Європейський регламент, який встановлює високі стандарти захисту персональних даних. CCPA (California Consumer Privacy Act). Закон штату Каліфорнія, який надає споживачам більше прав щодо своїх персональних даних. Закон України "Про захист персональних даних", регулює відносини у сфері захисту прав суб'єктів персональних даних та

забезпечення їхньої свободи і безпеки у зв'язку з обробкою персональних даних.

Швидкий розвиток технологій ускладнює створення стабільних і актуальних правил. Глобальний характер проблеми, необхідність міжнародної координації для ефективного регулювання. Пошук балансу між захистом персональних даних і інтересами бізнесу, держави та суспільства.

3.4 Інтеграція розумних пристроїв

3.4.1 Стандартизація протоколів для розумних пристроїв, ключ до єдиної системи

Сьогодні ринок розумних пристроїв пропонує величезну різноманітність пристроїв від різних виробників. Кожен виробник часто використовує свої власні протоколи комунікації, що ускладнює інтеграцію різних пристроїв в єдину систему. Це призводить до того, що користувачі часто обмежені у виборі пристроїв і змушені використовувати продукти одного бренду.

Протокол - це набір правил, які визначають, як пристрої спілкуються між собою. Уявіть протокол як мову, на якій розмовляють пристрої. Якщо два пристрої "говорять" різними мовами, вони не зможуть взаємодіяти.

Для зручної роботи потрібна стандартизація, стандарти дозволяють різним пристроям від різних виробників взаємодіяти між собою, створюючи більш гнучкі та інтегровані системи. Користувачам не потрібно більше турбуватися про сумісність пристроїв, вони можуть вибирати будь-які пристрої, які їм подобаються. Стандарти спрощують розробку нових пристроїв, оскільки виробники можуть використовувати вже існуючі

протоколи. Стандарти створюють більш відкритий ринок, що стимулює розвиток нових технологій і продуктів.

До існуючих стандартів та протоколів можна віднести Zigbee: Популярний протокол для бездротової мережі з низьким енергоспоживанням, часто використовується в системах розумного будинку. Z-Wave: Ще один популярний протокол для розумних будинків, відомий своєю надійністю та масштабованістю. Bluetooth: Використовується для короткодіючого бездротового зв'язку, часто застосовується для підключення невеликих пристроїв. Wi-Fi: Широко використовуваний протокол для бездротового доступу до Інтернету, також може використовуватися для підключення розумних пристроїв. Thread: Новий протокол, розроблений для створення більш надійних і масштабованих мереж для розумного будинку. Matter: Емерджентний стандарт, який об'єднує найкращі аспекти різних протоколів і має на меті стати єдиним стандартом для розумного будинку.

Стандартизація дає багато можливостей, але її не так просто реалізувати. Сумісність старих пристроїв, опір великих компаній та складність розробки універсальних стандартів для таких складних систем, як розумний будинок, є основними перешкодами на шляху до повної стандартизації.

Сумісність старих пристроїв є однією з найбільших проблем. Кожен новий стандарт зазвичай вимагає оновлення або заміни старих пристроїв, що може бути дороговартісним для споживачів.

Великі компанії часто чинять опір стандартизації, оскільки вона може зменшити їхні конкурентні переваги. Створення власних, закритих екосистем дозволяє компаніям диктувати свої умови та змушувати споживачів купувати тільки їхні продукти.

Незважаючи на виклики, стандартизація протоколів для розумних пристроїв є неминучим процесом. Це дозволить створити більш зручні, інтегровані та безпечні системи розумного будинку. Очікується, що такі стандарти, як Matter, зіграють ключову роль у об'єднанні ринку розумних пристроїв.

3.4.2 Розвиток голосових помічників. Шлях до природної та інтуїтивної взаємодії з розумним будинком

Голосові помічники стають все більш інтегрованою частиною нашого життя. Їхні можливості постійно розширюються, а взаємодія з ними стає все більш природною та інтуїтивною. Особливо це стосується сфери розумного будинку, де голосові команди дозволяють керувати різноманітними пристроями та системами.

В найближчому майбутньому можливо спостерігати багато напрямків розвитку голосових помічників. Застосування моделей глибокого навчання дозволить голосовим помічникам краще розуміти контекст розмови, синоніми, ідіоми та навіть сарказм. Об'єднання голосового вводу з аналізом візуальної інформації (наприклад, зображень з камер) дозволить помічникам краще розуміти запити користувачів. Голосові помічники зможуть адаптуватися до індивідуальних стилів мовлення та звичок користувачів, що зробить взаємодію ще більш природною.

Голосові помічники зможуть керувати не тільки окремими пристроями, а й цілими сценаріями, наприклад, "доброго ранку" або "я йду спати". Глибока інтеграція з календарями, музичними сервісами, службами доставки та іншими додатками зробить голосових помічників справжнім центром управління нашим життям. Голосові помічники зможуть самостійно пропонувати свою допомогу, аналізуючи контекст і потреби користувача.

Завдяки розвитку технологій синтезу мови, голосові помічники звучатимуть більш природно і емоційно. Розширення підтримки різних мов і діалектів дозволить зробити голосових помічників доступними для ширшого кола користувачів.

Для захисту приватності користувачів буде застосовуватися більш ефективна анонімізація даних, що збираються голосовими помічниками.

Користувачі отримають більшу прозорість щодо того, які дані збираються і як вони використовуються.

З часом голосові помічники зможуть розпізнавати емоції користувачів і адаптувати свою відповідь відповідно до ситуації. Голосові помічники зможуть розпізнавати голоси різних користувачів і надавати персоналізовані відповіді кожному з них.

Завдяки таким нововведення буде поліпшена зручність, голосове управління розумним будинком стане ще більш зручним і інтуїтивним. Голосові помічники допоможуть виконувати завдання швидше і ефективніше. Кожен користувач отримає персоналізований досвід взаємодії з голосовим помічником. Голосові помічники стануть більш доступними для людей з обмеженими можливостями.

3.4.3 Інтеграція з IoT-платформами, розширення можливостей розумного будинку

Інтернет речей (IoT) та розумний будинок – це дві концепції, які тісно пов'язані між собою. Інтеграція розумних пристроїв в єдину систему через IoT-платформи відкриває нові можливості для автоматизації та управління нашим життєвим простором.

Завдяки інтеграціям з IoT-платформами можливо покращити рівень безпеки. Замість управління кожним пристроєм окремо, користувач отримує єдину точку доступу – мобільний додаток або веб-інтерфейс IoT-платформи. Можливість об'єднувати різні пристрої в логічні сценарії, наприклад, "Добрий ранок", включення світла, запуск кавомашини, регулювання температури, керування розумним будинком з будь-якої точки світу через інтернет дозволить краще слідкувати за станом будівлі. Інтеграція з голосовими

помічниками для більш зручного управління. Збір та аналіз даних з різних сенсорів для оптимізації енергоспоживання та виявлення аномалій.

Пристрої в розумному будинку спілкуються між собою за допомогою різних протоколів (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave тощо). IoT-платформа забезпечує єдиний інтерфейс для взаємодії з цими протоколами. Платформи пропонують API (Application Programming Interface) – набір інструментів для розробників, які дозволяють створювати нові інтеграції та розширення. Багато платформ вже мають готові інтеграції з популярними розумними пристроями та сервісами.

Популярні IoT-платформи такі як Amazon Web Services (AWS) IoT Core, хмарна платформа для підключення мільйонів пристроїв. Microsoft Azure IoT Hub, платформа для створення IoT-рішень на основі хмари Azure. Google Cloud IoT Core, надійна платформа для управління IoT-пристроями на масштабі. Local IoT-платформи, Home Assistant, openHAB – відкриті платформи для створення розумних будинків.

Створення індивідуальних сценаріїв для кожного члена сім'ї, автоматичне регулювання освітлення та опалення залежно від часу доби та присутності людей вдома. Створення систем безпеки з використанням камер, датчиків руху та сирен. Моніторинг здоров'я за допомогою носимих пристроїв та інтеграція з медичними системами.



Рисунок 3.4 – Інтеграція з IoT-платформами [52]

3.5 Використання "розумних" термостатів, замків, розеток тощо

3.5.1 Енергоефективні рішення за допомогою розумних пристроїв

Одним з найпопулярніших прикладів розумних пристроїв, що оптимізують енергоспоживання, є розумні термостати. Ці пристрої дозволяють автоматично регулювати температуру в приміщенні, враховуючи різноманітні фактори.

Сучасні термостати здатні аналізувати звички та автоматично налаштовувати оптимальну температуру в різний час доби. Термостати можуть взаємодіяти з іншими розумними пристроями, такими як датчики відкриття вікон або датчики якості повітря, для більш точного регулювання температури. Термостати використовують дані про погоду для прогнозування необхідної температури і відповідно коригують свої налаштування.

Принцип роботи розумного термостата з геолокацією. 1. Термостат підключається до мобільного додатку користувача. 2. Додаток відстежує місцезнаходження смартфона користувача. 3. Коли користувач залишає будинок, додаток передає сигнал термостату, і той знижує температуру. При поверненні додому температура автоматично підвищується до комфортного рівня.

Бувають інші приклади розумних пристроїв для енергозбереження. Розумні розетки, дозволяють віддалено керувати електроприладами та відстежувати їх споживання енергії. Можна створювати розклади вмикання/вимикання або автоматизувати процеси (наприклад, вимикати світло, коли нікого немає в кімнаті). Розумні лампочки, можуть змінювати колір і яскравість світла, а також інтегруватися з іншими системами розумного будинку. Розумні штори автоматично відкриваються і закриваються в

залежності від часу доби або рівня освітленості. Розумні датчики вологості, дозволяють оптимізувати роботу зволожувачів і осушувачів повітря.

При використанні таких розумних пристроїв для енергозбереження знижується витрати на енергію, автоматизація процесів дозволяє уникати марного споживання енергії. Створюється оптимальний мікроклімат в приміщенні. Керування всіма пристроями через один додаток або голосового помічника створює комфорт. Зменшується споживання енергії, що сприяє збереженню навколишнього середовища.



«Рисунок 3.5 – Розумний термостат» [53]

3.5.2 Зручність використання, інтуїтивно зрозумілі інтерфейси для керування розумними пристроями

Одним з ключових факторів успіху розумних будинків є зручність їх використання. Наскільки б потужними та функціональними не були б пристрої, якщо користувачеві складно розібратися з їхнім управлінням, вони

не будуть широко використовуватися. Тому створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів є одним з найважливіших завдань при розробці розумних систем.

Користувачі повинні мати змогу швидко розібратися з основними функціями без тривалого вивчення інструкцій. Інтуїтивний інтерфейс мінімізує ризик випадкових натискань та неправильних налаштувань. Легке використання робить користувачів більш задоволеними своїми розумними пристроями.

Принципи створення інтуїтивних інтерфейсів. Інтерфейс повинен бути максимально простим і лаконічним. Використовуйте зрозумілі іконки та мінімальну кількість текстової інформації. Структура інтерфейсу повинна бути логічною і відповідати інтуїтивним очікуванням користувача. Приємний дизайн і анімація роблять використання пристрою більш приємним. Елементи інтерфейсу повинні виглядати і працювати однаково в різних контекстах. Користувач завжди повинен розуміти, що відбувається в системі. Це можна досягти за допомогою візуальних ефектів, звукових сигналів та текстових повідомлень.

До приклаідв інтуїтивних інтерфейсів можна віднести мобільні додатки. Більшість розумних пристроїв керується за допомогою мобільних додатків. Інтерфейси таких додатків зазвичай мають просту і зрозумілу структуру, що нагадує інтерфейси інших популярних додатків. Голосові помічники, голосові команди є одним з найбільш інтуїтивних способів керування розумним будинком. Сучасні голосові помічники розуміють природну мову і дозволяють керувати пристроями за допомогою простих фраз. Панелі управління, фізичні панелі управління, такі як сенсорні екрани або кнопки, також можуть бути інтуїтивними, якщо вони спроектовані відповідно до принципів зручного користувача.

Виклики при створенні інтуїтивних інтерфейсів бувають різні. Кожен пристрій має свої особливості, що ускладнює створення єдиного стандарту для всіх інтерфейсів. Обчислювальна потужність і можливості відображення

пристроїв можуть впливати на складність інтерфейсу. Інтерфейс повинен бути зрозумілий як для досвідчених користувачів, так і для новачків.

У майбутньому можливо буде спостерігати доповнену реальність. Інтерфейси, засновані на доповненій реальності, дозволять користувачам бачити віртуальні елементи, накладені на реальний світ, що значно спростить взаємодію з розумними пристроями. Штучний інтелект зможе адаптувати інтерфейс під кожного користувача індивідуально, вивчаючи його звички та переваги. Інтерфейси майбутнього зможуть розпізнавати емоції користувача і адаптувати свою поведінку відповідно до них.



Рисунок 3.6 – Інтуїтивний інтерфейс через мобільний додаток [54]

3.5.3 Інтеграція в єдину систему, розробка єдиних платформ для управління всіма розумними пристроями в будинку

Створення єдиної платформи для управління всіма розумними пристроями в будинку є ключовим аспектом розвитку технології "розумний

дім". Така платформа дозволяє користувачам взаємодіяти з різноманітними пристроями через єдиний інтерфейс, створюючи зручну та ефективну систему управління.

Завдяки єдиній платформі підвищується зручність використання, замість того, щоб використовувати окремий додаток для кожного пристрою, користувач має один інтуїтивний інтерфейс для керування всіма функціями розумного будинку. Єдина платформа дозволяє створювати складні сценарії автоматизації, наприклад, "Добрий ранок", який включає в себе одночасне вмикання освітлення, кавомашини та підняття ролетів. Платформа збирає дані з усіх пристроїв, що дозволяє проводити аналіз та оптимізувати роботу системи. Єдину платформу можна легко розширювати, додаючи нові пристрої та функції.

Основні функціональні можливості єдиної платформи полягають у можливості керувати всіма пристроями з одного місця, будь то мобільний додаток або веб-інтерфейс. Створення логічних послідовностей дій, які виконуються автоматично за певних умов або за розкладом. Інтеграція з голосовими помічниками для зручного управління пристроями за допомогою голосових команд. Можливість керувати розумним будинком з будь-якої точки світу через Інтернет. Співпраця з іншими системами, такими як системи безпеки, мультимедійні системи тощо. Збір та аналіз даних з усіх пристроїв для оптимізації роботи системи та виявлення потенційних проблем.

Популярні платформи для розумного дому Amazon Alexa платформа з широким набором функцій і великою екосистемою підтримуваних пристроїв. Google Assistant популярна платформа з фокусом на голосовому управлінні. Apple HomeKit закрита платформа, що об'єднує пристрої від Apple та сертифікованих виробників. Samsung SmartThings платформа від Samsung, що підтримує широкий спектр пристроїв різних виробників.

Єдина платформа для управління розумним будинком є ключовим елементом для створення комфортного та ефективного житлового

середовища. Завдяки постійному розвитку технологій, можливості таких платформ розширюються, відкриваючи нові перспективи для автоматизації та інтеграції різних систем

3.6 Керування всіма системами будинку через мобільний додаток або голосові помічники

3.6.1 Мобільні додатки. Ключ до управління розумним будинком з будь-якої точки світу

Мобільні додатки стали невід’ємною частиною нашого життя, а з розвитком технологій "розумного дому" вони набули ще більшої важливості. Завдяки мобільним додаткам ми можемо керувати всіма системами будинку з будь-якої точки світу, перетворюючи наш дім у справді розумний простір.

Функціональні можливості сучасних мобільних додатків для розумного дому. Централізоване керування включає в себе вмикання/вимикання освітлення, електроприладів, регулювання температури. відкриття/закриття дверей, вікон, гаражних воріт, контроль систем безпеки (сигналізація, відеоспостереження). Автоматизація включає в себе створення сценаріїв (наприклад, "Добрий ранок", "Перед сном"), налаштування таймерів, управління пристроями за розкладом. Моніторинг стану дозволяє відстежити споживання енергії, контролювати температуру та вологості, отримувати сповіщень про події (наприклад, витік води). Інтеграція з голосовими помічниками (Google Assistant, Amazon Alexa) для зручного керування за допомогою голосових команд. Керування системою з будь-якої точки світу з доступом до Інтернету. Синхронізація з календарем для автоматизації задач

(наприклад, вмикання освітлення при приїзді додому), інтеграція з музичними сервісами для керування аудіосистемою.

Технології, що лежать в основі мобільних додатків для розумного дому. Хмарні технології забезпечують зберігання даних та обробку команд користувача. API дозволяють різним пристроям і сервісам взаємодіяти між собою. Мобільні операційні системи iOS та Android надають інструменти для розробки мобільних додатків. Протоколи бездротового зв'язку Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee забезпечують комунікацію між мобільним пристроєм та розумними пристроями в будинку.



Рисунок 3.7 – Керування розумним будинком через мобільний додаток [55]

Виклики при розробці мобільних додатків можуть бути різні. Забезпечення сумісності з великою кількістю пристроїв різних виробників. Захист даних користувачів від несанкціонованого доступу. Створення простого та зрозумілого інтерфейсу, яким зможе скористатися будь-який

користувач. Забезпечення швидкої роботи додатку навіть на пристроях з обмеженими ресурсами.

3.6.2 Голосові помічники, ключ до зручного управління розумним будинком

Інтеграція з голосовими помічниками, такими як Google Assistant та Amazon Alexa, стала невід'ємною частиною сучасних систем розумного дому. Це дозволяє користувачам керувати своїми пристроями за допомогою простих голосових команд, що значно спрощує взаємодію з технологіями.

Користувач обирає той голосовий помічник, який йому найбільше підходить (Google Assistant, Amazon Alexa або інший). У додатку голосового помічника користувач пов'язує свій аккаунт з платформою розумного дому. За допомогою простих голосових команд користувач може керувати різними пристроями в будинку. Наприклад "Ok Google, включи світло в спальні", "Alexa, яка температура на вулиці?".

Переваги використання голосових помічників для управління розумним будинком. Не потрібно шукати смартфон або натискати на кнопки, достатньо просто сказати команду. Голосові команди виконуються майже миттєво. Можна керувати розумним будинком, не відриваючись від інших справ. Голосові помічники доступні практично скрізь, де є інтернет. Можливість створення персоналізованих сценаріїв та налаштувань.

Приклади голосових команд для управління розумним будинком. Керування освітленням, "Включи світло в кухні", "Зменш яскравість у вітальні". Регулювання температури, "Зроби тепліше в спальні", "Яка температура в дитячій?". Керування мультимедіа, "Включи музику", "Переключи на наступну пісню". Отримання інформації, "Яка погода

сьогодні?", "Який сьогодні день?". Створення сценаріїв, "Ввімкнути режим "Добрий ранок"".

Незважаючи на всі переваги, використання голосових помічників має свої особливості. Постійний запис голосових команд може викликати занепокоєння щодо приватності. В шумних умовах або при акцентах розпізнавання мови може бути не ідеальним. Не всі функції розумного дому можуть бути доступні через голосового помічника.

3.6.3 Візуалізація даних у розумному будинку, створення інтуїтивних інтерфейсів

Візуалізація даних є ключовим елементом у системах розумного будинку. Вона дозволяє користувачам легко зрозуміти стан різних систем, таких як освітлення, опалення, безпека тощо. Інтуїтивно зрозумілі інтерфейси перетворюють складні дані на прості та зрозумілі візуальні елементи.

Завдяки візуальним даним сприйняття інформації становиться швидше. Візуальні елементи (графіки, діаграми, іконки) дозволяють швидко оцінити стан системи. Навіть користувачі без технічних знань можуть легко зрозуміти, що відбувається в їхньому будинку. Візуалізація допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо управління системою. Незвичайні дані можуть вказувати на проблеми, які вимагають уваги.

Щоб краще сприймати елементи візуалізації, потрібно зробити прості та зрозумілі іконки. Кожна система або пристрій повинен бути представлений чіткою іконкою. Використання кольорів для відображення стану системи (наприклад, зелений - все добре, червоний - проблема). Графіки та діаграми допомагають відстежувати зміни в часі (наприклад, споживання енергії, температура). Можливість взаємодіяти з візуальними елементами (наприклад,

збільшувати масштаб, фільтрувати дані). Візуалізація повинна надавати контекст, тобто пов'язувати дані з реальними об'єктами в будинку.

До прикладів візуалізації даних можно віднести єдиний екран, що відображає загальний стан всіх систем будинку. Інтерактивна карта будинку, на якій позначені всі пристрої та сенсори. Графіки споживання енергії, відображають споживання енергії за різними приладами та за певний період.

Можливість переглядати дані за попередні періоди для аналізу тенденцій.

Технології, які використовуються для візуалізації даних такі як дашборди, спеціальні інструменти для створення інтерактивних панелей управління. Бібліотеки візуалізації Chart.js, D3.js та інші бібліотеки для створення графіків і діаграм. Мови програмування Python, JavaScript для розробки складних візуалізацій.

В майбутньому візуалізація даних буде доповнена реальність (AR). Накладання віртуальних елементів на реальний світ для більш інтуїтивного управління. Використання штучного інтелекту для аналізу даних та створення персоналізованих візуалізацій. Керування візуалізацією за допомогою голосових команд.

ВИСНОВКИ

Підсумком проведеної дослідницької роботи стало виконання поставлених завдань, а саме: дослідження та аналіз технологій для створення «активного будинку» – це будівля з нульовим або позитивним енергобалансом, яка не є шкідливою для навколишнього середовища.

Було проведено аналіз будівництва активних будівель за останній рік та їх вплив на навколишнє середовище, експлуатаційні витрати і економію енергії, розглянуті різні типи енергетичних джерел, переваги і недоліки, сучасні пристрої для використання у розумному будинку та їх взаємодія з розумним будинком, захист персональних даних від потрапляння до сторонніх осіб та керування розумним будинком різними способами.

В результаті дослідження виявлено, що з кожним роком проектування активного будинку стає дедалі вигіднішим з фінансового плану, завдяки підтримці різних фондів та країн. Дослідження показало, що активний будинок є складною системою, в якій всі компоненти взаємодіють між собою. Ефективність активного будинку залежить від успішної інтеграції різних технологій, таких як системи відновлюваної енергетики, інтелектуальні системи управління та енергоефективні матеріали. Незважаючи на вищі початкові інвестиції, активні будинки можуть бути економічно вигідними завдяки зниженню витрат на енергоносії в довгостроковій перспективі.

Є багато перспектив для покращення активних будівель та зниженню цін на їх реалізацію. Завдяки новітнім технологіям, таким як відстеження графіку активності людини, для економії різних ресурсів. Поліпшення комфорту життя завдяки концепції «розумний будинок» та взаємодії з розумною технікою, це можуть бути лампи освітлення, розумні штори, система поливу, розумний лічильник. Окуляри доповненої реальності дозволяють більш інтуїтивно використовувати та відстежувати всі функції і показники активного будинку. Завдяки смарт часам і телефонам можливо спостерігати за будівлею

через камери та управляти функціями «розумного будинку» на віддаленій відстані. Активний будинок дає змогу поліпшити комфорт життя та заробляти на продажі надлишку електроенергії.

Загалом дослідження підтвердило, що активні будинки є перспективним напрямком розвитку будівництва, який дозволяє створювати комфортні, енергоефективні та екологічні житлові приміщення. Постійний розвиток технологій, таких як відновлювані джерела енергії та системи «розумного будинку», відкриває нові можливості для підвищення ефективності та комфорту активних будинків. Враховуючи зростаючі проблеми зміни клімату, будівництво таких будинків є важливим кроком до створення стійкого майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ільницький Р. В., Карпа Р. І. Алгоритм управління економним енергоспоживанням розумного будинку.
URL: DOI: https://doi.org/10.23939/csn2023.01.036

2. Можливості та переваги українського ринку технологій «розумний будинок». Управління розвитком складних систем. Рябчун , Ю., Середа , Д., Кохан , В., Доля , О. 181–187.

3. Кошева В. О., Чорноморденко Є. І. Застосування енергоефективних систем і технологій в різних типах житлових будівель: Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна, УДК 728.1:728.004.18
URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d69f0e91-8858-4ad9-b231-81b41da574ea/content

4. Бабіна М.О. Група житлових будинків Active house: Національний авіаційний університет. - Київ, 2021. - 85 с
URL: https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/52329

5. Farshad Kheiri A review on optimization methods applied in energy-efficient building geometry and envelope design: 17.05.2018
URL: https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.080

6. Anwar Hassoun, Ibrahim Dincer Des’ign and Assessment of a Net Zero Energy House: 2014
URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-04681-5_35

7. From Active Houses to Active Homes: Understanding Resident Experiences of Transformational Design and Social Innovation: Fiona Shirani, та ін.: 15(19), 7441
URL: https://www.mdpi.com/1996-1073/15/19/7441

8. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 23 с.

9. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2019-03-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 11 с.

10. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2019-02-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 172 с.

11. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 141 с.

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

13 ДСТУ EN 15316-1:2017 Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні вимоги та відображення енергоефективності, Модулі М3-1, М3-4, М3-9, М8-1, М8-4 (EN 15316-1:2017, IDT). [Чинний від 2017-12-15]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 71 с.

14 Наказ Мінрегіону України № 360 Про затвердження Порядку формування та оприлюднення енергетичних паспортів будівель. [Чинний від 2022-10-22]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 4 с.

15. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 213 с.

16 ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров`я та захист довкілля. [Чинний від 2022-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 11 с.

17 ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. [Чинний від 2022-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 16 с.

18 ДСТУ EN ISO 11546-1:2018 Акустика. Визначення звукоізоляційних характеристик оболонок. Частина 1. Вимірювання за лабораторних умов (для декларування) (EN ISO 11546-1:2009, IDT; ISO 11546-1:1995, IDT). [Чинний від 2019-12-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 20 с.

19 ДСТУ 3336-96 Лічильники газу побутові. Загальні технічні вимоги. Зі Зміною № 2 (ІПС № 9-2014). [Чинний від 1996-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 1996. 11 с.

20 ДСТУ EN 50171:2022 Системи центрального електропостачання (EN 50171:2001, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 9 с.

21 ДСТУ EN IEC 62793:2022 ДСТУ EN IEC 62793:2022 Захист від блискавки. Системи оповіщення про грозу (EN IEC 62793:2018, IDT; IEC 62793:2016, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2024. 19 с.

22 ДСТУ EN 61400-24:2022 Вітрові турбіни. Частина 24. Захист від блискавки (EN 61400-24:2010, IDT; IEC 61400-24:2010, IDT). [Чинний від 2023-12-031]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2023. 141 с.

23 ДСТУ EN 14188-3:2019 Заповнювачі швів та герметики. Частина 3. Технічні умови для попередньо сформованих ущільнювачів швів (EN 14188-3:2006, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2020. 19 с.

24 ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження. Зміна № 1 (EN 1991-1-3:2003, IDT+NA:2013). Проект, друга редакція. [Чинний від 2023-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 62 с.

25 ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT). Зміна
№ 1. [Чинний від 2024-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 173 с.

26 ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. [Чинний від 2010-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 43 с.

27 ДСТУ EN 998-2:2023 Технічні умови розчину для кладки. Частина 2. Розчини для кладки (EN 998-2:2016, IDT). [Чинний від 2024-05-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2024. 73 с.

28 ДСТУ Б EN 1097-1:2015 Методи випробувань механічних і фізичних характеристик заповнювачів. Частина 1. Визначення опору стираності (micro-

Deval) (EN 1097-1:2011, IDT). [Чинний від 2016-10-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2015. 75 с.

29 ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT). [Чинний від 2013-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 162 с.
URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26641

30 Passivhaus Institut (PHI) URL: https://passivehouse.com/ (дата звернення: 23.02.2010)

31 Active House Association (AHA) URL: https://www.activehouse.info/ (дата звернення: 22.10.2018)

32 Support better sustainability outcomes with building automation URL: https://buildings.honeywell.com/us/en/automation/sustainability?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=24-ba-hbs-reimaginesustainability&s_kwcid=AL!7892!3!706850856469!b!!g!!buildings%20energy%20efficiency&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAmMC6BhA6EiwAdN5iLdzxE-202JNjtRv0hQpN0aAMcjVCR_kiP7K0nym5FpNyQ797ox4LKhoCanYQAvD_BwE (дата звернення: 22.08.2016)

33 ENERGY STAR certified products help you save energy. URL: https://www.energystar.gov/ (дата звернення: 22.08.2016)

34 Mozingo, L. and E. Arens. LEED-certified green buildings are better buildings 2014 URL: https://www.usgbc.org/leed

35 Building and Construction Authority (BCA) Green Mark Scheme (Сінгапур) URL: https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme (дата звернення: 17.05.2021)

36 Тепло з енергії сонця для домогосподарства URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/Heat_from%20solar_ua.pdf (дата звернення: 26.05.2016)

37 Електроенергія з вітру для вашої родини URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/Power_from_wind_ua.pdf (дата звернення: 26.05.2016)

38 Розвиток фотоелементів URL: https://solarsoul.net/uk/rozvitok-fotoelementiv (дата звернення: 09.06.2022)

39 Види сонячних панелей: Особливості, переваги та недоліки Passivhaus Institut (PHI) URL: https://passivehouse.com/ (дата звернення: 22.10.2023)

40 Сонячні колектори в Тернополі URL: https://santehnik-1.te.ua/sonyachni-kolektori-v-ternopoli/ (дата звернення: 17.04.2020)

41 Які сонячні панелі кращі - монокристалічні чи полікристалічні? URL: https://hexagon-energy.com.ua/ua/articles/15.kakie_solnechnie_paneli_luchshe_monokristallicheskie_ili_polikristallicheskie (дата звернення: 05.01.2020)

42 Геотермальна енергетика URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0 (дата звернення: 28.06.2024)

43 Τον Μάρτιο η υπουργική απόφαση για την αυτοπαραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες και net billing URL: https://www.worldenergynews.gr/ananeosimes/articles/551832/ton-martio-i-ypourgiki-apofasi-gia-tin-aftoparagogi-energeias-se-viomixanies-kai-net-billing (дата звернення: 30.01.2024)

44 Tervix Освітлення. Автоматичне увімкнення світла при відкриванні вхідних дверей (ZigBee) URL: https://teren.ua/ua/tervix-osveshenie-avtomaticheskoe-vklyuchenie-sveta-pri-otkr/ (дата звернення: 10.01.2020)

45 Автоматичний полив домашніх та промислових теплиць URL: https://green-paradise.com.ua/uk/avtomatychnyi-polyv/avtopolyv-teplyts/ (дата звернення: 20.03.2019)

46 Принцип роботи фільтра URL: https://www.frankestore.com.ua/ua/aksessuary-dlya-kuhni/filtry-dlya-vody/ (дата звернення: 01.07.2022)

47 Як підключитися до камери відеоспостереження через інтернет URL: https://voll.in.ua/uk/blog/yak-pidklyuchitisya-do-kameri-videosposterezhennya-cherez-internet (дата звернення: 06.09.2022)

48 Система зберігання енергії на основі акумуляторних батарей (BESS) URL: https://artline.ua/uk/blogs/sistema-khraneniya-energii-na-osnove-akkumulyatornykh-batarey-bess (дата звернення: 10.10.2024)

49 Проактивне обслуговування клієнтів: ідеальне рішення чи марна спроба? URL: https://www.voiptime.net/uk/proactive-customer-service.html (дата звернення: 20.10.2022)

50 Як вибрати ідеальну систему безпеки для вашого розумного дому: повний посібник URL: https://smartdim.com.ua/yak-vybraty-idealnu-systemu-bezpeky-dlya-vashogo-rozumnogo-domu-povnyj-posibnyk/ (дата звернення: 20.09.2024)

51 Розумний будинок URL: https://depositphotos.com/ua/photos/%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA.html (дата звернення: 10.04.2023)

52 Що таке домашня автоматизація і як зробити розумний будинок? URL: https://dusuniot.com/uk/blog/smart-home-automation-systems/ (дата звернення: 15.04.2023)

53 Інтеграція IoT у охоронні системи: Переваги та ризики URL: https://mindscope.biz.ua/integracziya-iot-u-ohoronni-systemy-perevagy-ta-ryzyky/ (дата звернення: 14.09.2024).

54 Вибираємо розумний термостат URL: https://obrii.com.ua/info/22723-vibirayemo-rozumnij-termostat.html (дата звернення: 01.07.2019).

55 Можливості розумного будинку - огляд систем URL: https://vencon.ua/ua/articles/vozmozhnosti-umnogo-doma-obzor-sistem (дата звернення: 14.08.2016).

56. Перспективи розвитку активних будинків в Україні: URL: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2022/27351/importantdoc/mipu-2022_1.pdf
URL: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.181-187

57. Будинок з позитивним енергобалансом: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA

58. Веб-сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України: URL: https://www.saee.gov.ua/

59. Веб-сайт Всесвітньої ради з зелених будівель: URL: https://www.worldgbc.org/

60. Сергейчук О.В. Енергетична сертифікація будівель. Принципи проектування енергоефективних будинків.
URL: https://org2.knuba.edu.ua/mod/resource/view.php?id=33597

61. Енергоефективний будинок URL: https://termobud.com.ua/ua/news/energoeffektivniy-dom.html (дата звернення: 17.05.2021)

62. Сонячна панель URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C (дата звернення: 09.08.2024)

63. Геотермальна енергія:
URL: https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_geotermalna (дата звернення: 09.06.2022)

64. Біогаз: URL: https://pl.wikipedia.org/wiki/Biogaz (дата звернення: 09.06.2022)

65. Штучний інтелект URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82 (дата звернення: 30.08.2024)

66. Heliotrope (building) URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Heliotrope_%28building%29 (дата звернення: 14.07.2024)

67. Вітрогенератор URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80 (дата звернення: 17.11.2024)

68. Геотермальна енергетика URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0 (дата звернення: 28.06.2024)

69. Біомаса URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B0 (дата звернення: 16.12.2023)

70. Акумулятор URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80 (дата звернення: 08.04.2023)

71. Розумний лічильник URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA (дата звернення: 03.08.2024)

72. Сонячна енергетика URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0 (дата звернення: 03.06.2024)

73. Conversion of Wind Energy. Wind Turbines в Coachella Valley Wind Farm URL: https://depositphotos.com/ua/photo/conversion-of-wind-energy-55917605.html (дата звернення: 25.03.2024)