

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ

ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ
ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК»**

Виконав: здобувач 6 курсу групи Іт-62

Спеціальності 126 «Інформаційні
системи та технології»

Боднар В-Б. І.

Керівник: Чаплига В.М.

Рецензент:

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Освітній ступінь «Магістр» за спеціальністю –
126 – «Інформаційні системи та технології»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____

д.т.н., проф. А.М. Тригуба

“ ____ ” _____ 2024_ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Боднар Віталій-Богдан Ігорович

1. Тема роботи: **«Інформаційна система автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК».**

Керівник роботи Чаплига Вячеслав Михайлович, д.т.н., професор.

Затверджені наказом по університету від «12» вересня 2024 р. № 616/кс.

2. Строк подання студентом роботи: 06.12.2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: Нормативні документи та міжнародні стандарти щодо автоматизації функціонування житлового комплексу з котеджів, завдання на розробку інформаційної системи автоматизації функціонування житлового комплексу з котеджів персоналу АПК.

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ

Розділ 1 Аналіз особливостей комплексів котеджів персоналу АПК та вимог до автоматизації їх функціонування.

Розділ 2 Дослідження методів та Smart технологій автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Розділ 3 Розробка Інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Розділ 5 Розрахунок економічної ефективності Інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Висновки та пропозиції

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу – презентація.

6. Консультанти з розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	<i>Чаплига В.М., професор кафедри інформаційних технологій</i>			
4	<i>Городецький І.М., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва</i>			

7. Дата видачі завдання «_12_» _____09_____ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Написання Вступу, першого розділу та означення головних завдань роботи</i>	12.09.2024 - 25.09.2024	
2	<i>Виконання другого розділу та формування початкових даних</i>	26.09.2024 - 16.10.2024	
3	<i>Виконання третього розділу та узагальнення отриманих результатів роботи</i>	17.10.2024 - 01.11.2024	
4.	<i>Розроблення та обґрунтування пропозицій щодо реалізації результатів роботи. Розроблення питань з охорони праці. Написання економічної частини (4- 5 розділи роботи).</i>	2.11.2024 – 24.11.2024	
5	<i>Кінцеве оформлення кваліфікаційної роботи та оформлення ілюстративних матеріалів, таблиць, здача роботи на перевірку на плагіат та на рецензування.</i>	25.11.2024 – 01.12.2024	
6	<i>Підготовка до захисту в ЕК (написання доповіді). Пробний захист на кафедрі, виправлення зауважень. Завершення кваліфікаційної роботи в цілому</i>	2.12.2024 – 05.12.2024	
7	<i>Перевірка на плагіат</i>	06.12 2024	

Студент _____

Боднар В-Б. І.

Керівник роботи _____

Чаплига В. М.

УДК 635.1

РЕФЕРАТ

Інформаційна система автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК.

Боднар В-Б. І. Кафедра ІТ – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

Кваліфікаційна робота: 76 с. текст. част., 24 рис., 7 табл., 20 джерел.

Сформульовано невирішену науково-прикладну задачу розробки інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів для персоналу АПК. Об'єкт дослідження - процеси функціонування комплексу котеджів персоналу АПК та їх автоматизації. Предмет дослідження - моделі, методи та підходи до проектування інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів. Метою дослідження є розробка інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК з використанням новітніх інформаційних технологій. Здійснено проектування інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК на основі технологій розумних енергомереж (Smart Grid), розумних будинків (Smart house), Інтернету речей (IoT), хмарних сервісів (Cloud Technology) та сучасних Інформаційно-комунікаційних технологій (ICT). Окреслено можливості практичного використання результатів у різних галузях АПК.

Визначено заходи щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при функціонуванні інформаційної системи.

Отримано показники ефективності представленої інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів.

Ключові слова: котедж персоналу, котеджний комплекс, функціонування, автоматизація, Smart технологія, інформаційна система.

UDC 635.1

S U M M A R Y

Information system for automating the functioning of the complex of cottages for the personnel of the agricultural and industrial complex.

Bodnar V-B. I. Department of IT - Dublyany, Lviv National University of Applied Sciences, 2024.

Qualification work: 76 p. text. part, 24 fig., 7 tab., 20 sources.

An unsolved scientific and applied problem of developing an information system for automating the functioning of the complex of cottages for the personnel of the agricultural and industrial complex is formulated. The object of the research is the processes of functioning of the complex of cottages for the personnel of the agricultural and industrial complex and their automation. The subject of the research is models, methods and approaches to designing an information system for automating the functioning of the complex of cottages. The purpose of the research is to develop an information system for automating the functioning of the complex of cottages for the personnel of the agricultural and industrial complex using the latest information technologies. The design of an integrated information system for automating the functioning of the complex of cottages for the agricultural and industrial complex personnel was carried out based on the technologies of smart energy networks (Smart Grid), smart houses (Smart house), Internet of Things (IoT), cloud services (Cloud Technology) and modern information and communication technologies (ICT).

Measures for labor protection and safety in emergency situations during the functioning of the information system were determined.

The efficiency indicators of the presented integrated information system for automating the functioning of the cottage complex were obtained.

Keywords: staff cottage, cottage complex, functioning, automation, Smart technology, information system.

ЗМІСТ	9
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОМПЛЕКСІВ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК ТА ВИМОГ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ.	13
1.1. Аналіз особливостей і переваг комплексів котеджів персоналу АПК	13
1.2. Технічні вимоги до інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу агропромислового комплексу	17
1.3. Класифікаційний аналіз принципів та засобів побудови системи «розумний будинок» для котеджного комплексу персоналу АПК	20
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ SMART ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК	25
2.1. Дослідження методів та засобів Smart Grid енергомереж комплексу котеджів персоналу АПК	25
2.2. Дослідження та вибір інформаційно-комунікаційної інфраструктури комплексу котеджів персоналу АПК	28
2.3. Дослідження технологій в інтелектуальній системі Інтернету речей	35
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК	43
3.1. Розробка структурної схеми інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК	43

3.2. Структурна схема та вибір засобів інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК	45
3.3. Схема та вибір засобів побудови і керування розумної енергомережі (Smart Grid) для котеджного комплексу персоналу АПК	55
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
4.1. Нормативні документи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	63
4.2. Основні фактори організації охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях для процесів автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК	64
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК	66
5.1. Економічний аналіз системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК	66
5.2. Розрахунок терміну окупності інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК	68
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73

ВСТУП

Актуальність. Актуальність розробки інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу агропромислового комплексу (АПК) зумовлена тим, що у сучасних умовах підприємства АПК стикаються з необхідністю оптимізації використання ресурсів, таких як електроенергія, вода та інші комунальні послуги.

Автоматизована система дозволяє збирати дані з лічильників у реальному часі в розумній енергомережі (Smart Grid), аналізувати споживання ресурсів та своєчасно коригувати витрати, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню енергоефективності. Система зворотного зв'язку забезпечує зручну комунікацію між мешканцями та адміністрацією, що сприяє оперативному вирішенню проблем. При цьому, автоматизація дозволяє зменшити навантаження на адміністративний персонал, оскільки велика частина процесів (облік житлового фонду, планування поселень, моніторинг стану приміщень тощо) виконується автоматично і зменшує ймовірність помилок через людський фактор та підвищує точність управлінських рішень.

Інформаційна система дозволяє планувати ремонтні роботи та обслуговування, а також контролювати їх виконання. Це дозволяє своєчасно виявляти несправності, попереджати аварійні ситуації, підтримувати будівлі у належному стані і знижувати витрати на ремонт, а інтеграція системи з фінансовими та бухгалтерськими модулями дозволяє вести точний облік витрат на ресурси і послуги, що робить процес розрахунків з мешканцями прозорим, а також забезпечує контроль за фінансовими потоками. Також, інтеграція з системами відеоспостереження та контролю доступу підвищує рівень безпеки на території комплексу.

Таким чином, розробка інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів для персоналу АПК є актуальним і

необхідним рішенням для підвищення ефективності управління ресурсами, покращення умов праці та житла для працівників, а також оптимізації операційних процесів підприємства АПК. Це не лише дозволяє економити ресурси, але й сприяє підвищенню продуктивності працівників та загальної конкурентоспроможності аграрного виробництва підприємством.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процеси функціонування комплексу котеджів персоналу АПК та їх автоматизації.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є моделі, принципи та підходи до побудови інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК з використанням новітніх інформаційних технологій.

Мета дослідження полягає у розробці інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК з використанням Smart, хмарних та інформаційно-комунікаційних технологій.

Для досягнення мети були поставлені та виконані наступні завдання:

- проаналізувати особливості комплексів котеджів персоналу АПК;
- визначити вимоги до автоматизації функціонування комплексів котеджів персоналу АПК;
- дослідити методи та засоби автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК;
- дослідити можливості та переваги використання сучасних інтелектуальних технологій автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК;
- розробити інформаційну систему автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК;
- визначити заходи щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях;

- дослідити економічну ефективність Інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК.

Методи дослідження. Методами дослідження є наукові методи аналізу підходів до розробки та методи синтезу інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК.

Інформаційну основу роботи складають нормативно-правові акти, міжнародні стандарти та їх вітчизняні аналоги, наукова та навчально-методична література з даної тематики.

Наукова новизна. Наукова новизна роботи полягає в розробці інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК на основі перспективних технологій розумних енергомереж (Smart Grid), розумних будинків (Smart house), Інтернету речей (IoT), хмарних сервісів (Cloud Technology) та сучасних Інформаційно-комунікаційних технологій (ICT).

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення одержаних у кваліфікаційній роботі результатів полягає у можливості їх використання при будівництві житлових комплексів для персоналу у різних галузях АПК та у приватних комплексах. Результати можна використовувати у навчальному процесі та НДРС у IT дисциплінах.

Апробація результатів роботи. Основні теоретичні та практичні результати даної кваліфікаційної роботи магістра доповідались на наукових семінарах кафедри IT і на Міжнародному студентському науковому форумі в жовтні 2024 року, м.Дубляни.

Публікації здобувача за темою кваліфікаційної роботи.

Боднар В.-Б. І. Інформаційна система автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК. Студентська молодь і науковий прогрес: тези доп. Міжнар. студ. наук. форуму, 02–04 жовт. 2024 р. [Електронний ресурс]. Львів, 2024. С. 338.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота містить вступ, п'ять розділів, висновки та пропозиції, список використаної літератури та додатки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОМПЛЕКСІВ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК ТА ВИМОГ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

1.1. Аналіз особливостей і переваг комплексів котеджів персоналу АПК

У сучасних умовах господарювання підприємства АПК, які забезпечують функціонування комплексів котеджів власного персоналу, стикаються з необхідністю оптимізації використання усіх необхідних для цього ресурсів, таких як електроенергія, вода та інші комунальні послуги, забезпечення комфорту і безпеки проживаючих працівників (див. рис.1.1).



Рисунок 1.1 - Котеджний комплекс Lagom village в селі Сокільники (Львівська обл) [1].

Площа котеджів у комплексі Lagom village складає 126 – 220 м.кв. (див. рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Приклад типів котеджів у комплексі Lagom village [1].

Зазвичай, такий комплекс персоналу АПК складається з сучасних одноповерхових та двоповерхових котеджів, розташованих у зеленій зоні з доріжками, що постійно доглядаються (див. рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд комплексу котеджів персоналу АПК.

До котеджного комплексу входять [2]:

- житлові будинки, оснащені сучасними технологіями, такими як Smart house, сонячні панелі, «розумні лічильники» споживання електроенергії тощо;

- зони відпочинку з дитячим майданчиком і місцями для прогулянок;
- паркінг з передбаченими місцями для автомобілів працівників;
- резервуар води для технічних потреб чи пожежної безпеки.

Оточують котеджний комплекс аграрні поля, фермерські господарства, переробні підприємства тощо.

Такий комплекс поєднує комфорт і функціональність для забезпечення високого рівня життя персоналу. Будівництво котеджних комплексів для персоналу АПК має ряд переваг, які сформовані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Переваги будівництва котеджних комплексів для персоналу АПК

Перевага	Зміст переваги
1	2
Підвищення мотивації та лояльності працівників	Забезпечення комфортного житла сприяє підвищенню задоволеності персоналу, що формує лояльність до роботодавця; Працівники, які мають стабільні житлові умови, демонструють вищу продуктивність і готовність працювати в складних умовах
Залучення та утримання кваліфікованих кадрів	Житлові комплекси є потужним інструментом залучення нових працівників, особливо в регіонах із дефіцитом кваліфікованої робочої сили; Надання житла стає конкурентною перевагою на ринку праці

Продовження таблиці 1.1	
1	2
Оптимізація витрат на логістику	Житло для працівників на території підприємства чи поруч скорочує витрати на транспорт, організацію розвезення та економить час;
Покращення якості життя персоналу	Створення комплексів з інфраструктурою (зелені зони, дитячі майданчики, магазини) сприяє добробуту працівників і їхніх сімей; Розвинена інфраструктура мотивує людей залишатися в компанії тривалий час
Зменшення плинності кадрів	Стабільність у житлових умовах є фактором, який зменшує рівень плинності кадрів тому, що працівники менше схильні до пошуку нових місць роботи
Підвищення соціальної відповідальності підприємства	Надання житла для працівників демонструє турботу компанії про своїх співробітників, що позитивно впливає на її репутацію, що створює імідж роботодавця, який інвестує в якість життя своїх працівників
Створення комфортного мікроклімату в колективі	Житлові комплекси сприяють формуванню спільноти серед працівників, що покращує комунікацію, довіру та співпрацю в робочому процесі
Довгострокова економічна вигода	Інвестиції в котеджні комплекси вигідні для підприємства АПК, оскільки це дозволяє уникнути високих витрат на оренду житла для персоналу і зниженню логістичних витрат

Завершення таблиці 1.1	
1	2
Інтеграція працівників у локальну спільноту	Житловий комплекс сприяє інтеграції персоналу в місцеву спільноту, що може полегшити соціальні адаптації для нових співробітників
Підтримка економіки регіону	Будівництво котеджних комплексів стимулює місцеву економіку, створюючи робочі місця і підвищуючи загальний рівень життя в регіоні

Таким чином, будівництво котеджних комплексів для персоналу є стратегічно вигідним рішенням для підприємств АПК, оскільки це одночасно підвищує ефективність виробництва, покращує умови праці й сприяє зміцненню іміджу компанії як соціально відповідального роботодавця.

1.2. Технічні вимоги до інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу агропромислового комплексу

Технічні вимоги до інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК повинні забезпечити стабільну, безпечну та масштабовану роботу системи. При цьому, вони поділяються на функціональні та нефункціональні вимоги.

Функціональні вимоги визначають функціональність, яку система повинна забезпечувати.

Так, функція Управління котеджами забезпечує:

- облік котеджів і житлових приміщень (їхній стан, площа, номер, мешканці);

- можливість реєстрації нових працівників і призначення їм житла;
- моніторинг вільних/зайнятих приміщень, автоматизоване планування поселення.

Функція Управління ресурсами відповідає за:

- автоматичний збір даних з лічильників електроенергії, води, газу, тепла;
- періодичне формування звітів про споживання ресурсів за визначений період часу;
- тарифікацію та інтеграцію з платіжними системами для нарахування оплати за спожиті ресурси.

Функція Управління технічним обслуговуванням займається:

- відстеженням стану будівель, обладнання та мереж;
- плануванням та реєстрацією технічних оглядів і виконання ремонтних робіт;
- оповіщенням менеджменту та технічного персоналу комплексу про необхідність обслуговування або ремонту будівель, обладнання та мереж.

Функція Зворотнього зв'язку менеджменту комплексу з мешканцями надає:

- онлайн-сервіс для подачі заявок на ремонт або вирішення проблем;
- можливість відстеження статусу заявки та повідомлення зацікавленим особам про її виконання.

Функція Інтерфейсів користувача містить:

- адміністративний веб-інтерфейс для керування всіма аспектами системи (житловий фонд, ресурси, заявки, планування тощо);
- мобільний додаток або веб-портал для мешканців, щоб здійснювати подачу заявок, отримання повідомлень, перегляд стану своїх житлових умов;
- інтерфейс для технічного персоналу щоб можна було переглядати заплановані роботи, а також мати доступ до інформації про необхідне обслуговування.

Функція Інтеграції з іншими системами забезпечує:

- інтеграцію з системами бухгалтерії для обліку витрат на ресурси та оплату проживання;
- інтеграцію з системами відеоспостереження та безпеки для контролю доступу і моніторингу безпеки.

Нефункціональні вимоги забезпечують надійність, безпеку, масштабованість та продуктивність системи, а саме, система повинна підтримувати обробку великого обсягу даних у режимі реального часу (наприклад, дані з лічильників енергоресурсів, велику кількість заявок на обслуговування), швидкий відгук на дії користувачів, наприклад, час завантаження сторінок та обробки запитів повинен бути не більше 2 секунд.

Система повинна бути масштабованою, щоб підтримувати додавання нових котеджів, користувачів або модулів без необхідності значних змін в архітектурі, а також підтримувати роботу від 100 до кількох тисяч користувачів одночасно.

Важливою вимогою до системи є її надійність і відмовостійкість з часом безвідмовної роботи (Uptime) не менше 99.5%. та застосування механізмів резервного копіювання і аварійного відновлення даних, а також використання реплікації бази даних для запобігання втраті інформації.

Особлива увага приділяється безпеці і всі персональні дані мають бути захищені через шифрування на рівні бази даних. Також потрібна авторизація та аутентифікація з багаторівневою системою доступу з різними ролями (адміністратор, технічний персонал, мешканці тощо). Необхідна підтримка SSL/TLS для захисту передачі даних між сервером та клієнтами, логування всіх дій користувачів для моніторингу та безпеки.

Вимога сумісності має два напрями, це - підтримка основних веб-браузерів (Chrome, Firefox, Safari, Edge) для роботи з веб-інтерфейсами та сумісність з мобільними платформами (iOS, Android) для додатків.

Вимога оновлюваності передбачає можливість оновлення системи без значних перерв в її роботі та підтримку постійних оновлень з мінімальним впливом на продуктивність.

Якщо персонал котеджного комплексу з різних країн, то потрібна підтримка інтерфейсу на кількох мовах (наприклад, українська, англійська).

Ці технічні вимоги забезпечують надійну та гнучку роботу інформаційної системи, що автоматизує функціонування комплексу котеджів для персоналу АПК, дозволяючи знизити витрати на управління, покращити комфорт мешканців та здійснювати високий рівень контролю над всіма процесами.

1.3. Класифікаційний аналіз принципів та засобів побудови системи «розумний будинок» для котеджного комплексу персоналу АПК

Система «розумний будинок» (Smart House) — це інтегрована інформаційно-технологічна інфраструктура, яка автоматизує управління основними системами життєзабезпечення та комфорту в житлових приміщеннях персоналу АПК (див. рис. 1.4).

Для комплексу котеджів персоналу АПК така система забезпечує оптимізацію використання ресурсів, підвищення енергоефективності, безпеки, зручності мешканців і полегшує технічне обслуговування.

Основні принципи побудови системи Smart House зведені нами в табл. 1.2.



Рисунок 1.4 - Інтегрована інформаційно-технологічна інфраструктура системи «розумний будинок» (Smart House) для персоналу АПК.

Таблиця 1.2 - Принципи побудови системи «розумний дім» (Smart House) для котеджів житлового комплексу працівників АПК

Принцип побудови Smart House	Зміст
1	2
Модульність і масштабованість	Система повинна легко розширюватися чи інтегрувати нові пристрої без значних змін у базовій інфраструктурі
Енергоефективність	Використання датчиків і алгоритмів, що мінімізують енергоспоживання при інтеграції з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні панелі, вітрові та малі гідроелектростанції
Завершення таблиці 1.2	
1	2
Безпека даних	Захищене зберігання даних у хмарі та шифрування комунікацій між пристроями, а також резервні копії даних для уникнення інформаційних втрат
Інтероперабельність	Забезпечення сумісності між різними пристроями та платформами через стандартні протоколи з'єднань (наприклад, ZigBee, Z-Wave, Wi-Fi)
Юзабіліті (орієнтований на легкість для користувача)	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача в мобільному додатку чи веб-панелі та простота налаштування й доступу до функцій системи
Централізоване управління	Один центр управління, який об'єднує всі функціональні модулі системи з можливістю

	віддаленого доступу до всіх функцій через Інтернет
Адаптивність	Система повинна адаптуватися до потреб користувача та змін у зовнішніх умовах (наприклад, погодні зміни, рівень освітленості тощо)
Екологічність	Використання технологій, що зменшують вплив на навколишнє середовище, включаючи переробку ресурсів

Згідно з наведеними принципами проведемо класифікацію пристроїв та елементів, які інтегрує в собі Система «розумний дім» для персоналу АПК. Класи згрупуємо наступним чином.

- Клас керуючих пристроїв, об'єднаних у Центральний керуючий вузол - серце системи, що об'єднує всі пристрої й забезпечує обробку даних.

- Клас сенсорів та IoT-пристроїв (сенсори температури, вологості, руху, освітлення, концентрації шкідливих речовин в повітрі приміщення та контролери для виявлення витоків води, газу, чи аварій в системах життєзабезпечення).

- Клас підсистем автоматизації з інтелектуальним управлінням освітленням (LED-лампи, що регулюються залежно від часу доби чи присутності людей, розумні побутові пристрої - холодильники, пральні машини, пилососи тощо), опаленням (розумні термостати для клімат-контролю), вентиляцією та кондиціонуванням (HVAC), віконними жалюзями, дверима і вікнами тощо.

- Клас підсистем енергоменеджменту (розумні лічильники електроенергії, води, газу а також контролери моніторингу споживання ресурсів із можливістю прогнозування, оптимізації та зменшення витрат).

- Клас підсистем безпеки (сенсори, камери відеоспостереження смарт-замки, які забезпечують персоналізований доступ до приміщень, та контролер системи охорони з засобами передавання інформації всередині котеджу та підтримкою віддаленого доступу).

- Клас засобів комунікації (мобільний додаток для керування всіма функціями котеджу та хмарна платформа для збору даних, аналізу і зберігання історії операцій системи «розумний дім»).

- Клас розважальних та розвиваючих систем (мультирум системи для трансляції аудіо/відео по всьому котеджу з інтеграцією з голосовими асистентами, наприклад, Alexa чи Google Assistant).

Інфраструктура демонструє, як взаємопов'язані компоненти створюють комфортне, безпечне та ефективне середовище для мешканців.

Перевагами системи Smart House для котеджного комплексу АПК можна вважати економію ресурсів завдяки оптимізації споживання енергії; підвищення рівня комфорту мешканців, які можуть автоматизувати повсякденні процеси; зменшення операційних витрат на обслуговування інфраструктури; полегшення управління завдяки централізованому контролю та дистанційному доступу.

Таким чином система «Розумний будинок» для комплексу котеджів персоналу АПК не тільки підвищує комфорт і безпеку, а й сприяє ефективнішому використанню ресурсів, що відповідає сучасним стандартам екологічності та енергоефективності.

РОЗДІЛ 2
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ SMART ТЕХНОЛОГІЙ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ
ПЕРСОНАЛУ АПК

2.1. Дослідження методів та засобів Smart Grid енергомереж комплексу котеджів персоналу АПК

Smart Grid (розумна енергомережа) є інноваційною технологією, яка інтегрує сучасні інформаційні системи, автоматизацію і децентралізоване управління для ефективного використання енергоресурсів. У контексті котеджних комплексів для персоналу АПК, використання Smart Grid дозволяє забезпечити надійне енергопостачання, знизити витрати і підвищити енергоефективність.

Результати дослідження основних методів Smart Grid для енергомереж комплексу котеджів персоналу АПК представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні методи Smart Grid для енергомереж комплексу котеджів персоналу АПК

Метод	Зміст
1	2
Інтелектуальний моніторинг і управління споживанням	Використання "розумних" лічильників для збору даних про енергоспоживання в реальному часі. Моніторинг споживання на рівні окремих котеджів і центральної енергосистеми комплексу. Автоматичне коригування енергопостачання залежно від пікових і позапікових годин.

Продовження таблиці 2.1	
1	2
Інтеграція відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)	<p>Встановлення сонячних панелей на дахах котеджів.</p> <p>Використання мікровітряків або інших місцевих ВДЕ для отримання додаткового джерела енергії.</p> <p>Інтеграція з енергосистемою через спеціалізовані контролери для балансування генерації та споживання</p>
Децентралізоване управління енергоресурсами	<p>Впровадження мікромереж (microgrids), які дозволяють управляти енергетичними потоками на локальному рівні.</p> <p>Автономне функціонування мікромереж під час відключень центрального енергопостачання.</p>
Зберігання електроенергії	<p>Використання стаціонарних акумуляторів для зберігання надлишкової енергії, виробленої ВДЕ.</p> <p>Забезпечення стабільного енергопостачання у вечірні години або при високому навантаженні.</p>
Динамічне ціноутворення	<p>Застосування тарифів залежно від часу доби, які стимулюють споживачів оптимізувати використання електроенергії.</p> <p>Економічна мотивація для зменшення споживання в пікові години.</p>
Автоматизація та предиктивне обслуговування	<p>Використання IoT (Інтернету речей) для виявлення потенційних проблем в енергомережі.</p> <p>Автоматичне планування технічного обслуговування на основі даних від сенсорів.</p>

Завершення таблиці 2.1	
1	2
Інтеграція електротранспорту	Встановлення зарядних станцій для електромобілів із можливістю використання їх акумуляторів як джерел енергії (Vehicle-to-Grid, V2G).

Реалізація даних методів Smart Grid у кожному комплексі персоналу АПК потребує наступного спеціалізованого обладнання та програмних систем.

- Інтелектуальні лічильники для точного обліку споживання енергії кожним котеджем та забезпечення двостороннього обміну даними з енергосистемою.
- Контролери енергоспоживання для управління потоком енергії між ВДЕ, акумуляторами та споживачами.
- Сонячні панелі та мікроінвертори для децентралізованого виробництва електроенергії.
- Акумуляторні системи, що забезпечуватимуть стабільність енергопостачання під час пікових навантажень.
- Зарядні станції для електромобілів підтримуватимуть інфраструктуру майбутнього безпілотного електротранспорту.

Інтелектуальне спеціалізоване обладнання в розумних енергомережах працює в складі програмно-апаратних систем. Так, системи керування енергоспоживанням (Energy Management System - EMS) оптимізують розподіл електроенергії в мережі.

IoT-платформи забезпечують інтеграцію сенсорів, лічильників та інших пристроїв в єдину розумну мережу.

Системи аналізу даних (Business Intelligence - BI) та штучний інтелект (Artificial Intelligence - AI) дозволяють прогнозувати споживання енергії і оптимізувати процеси у мережі.

Інформаційно-комунікаційна інфраструктура забезпечує інтеграцію компонентів Smart Grid використовуючи стандартні протоколи зв'язку (наприклад, ZigBee, LoRaWAN, Wi-Fi).

Хмарні технології використовуються для централізованого аналізу та зберігання даних.

Комплексне застосування даних технологій Smart Grid у котеджах персоналу АПК забезпечує зниження витрат на енергоресурси завдяки оптимізації їх використання, мінімізації втрат в мережі; можливість автономної роботи мікромереж збільшує стійкість до перебоїв в енергопостачанні. А стабільне енергопостачання та інтеграція із системами «розумний дім» підвищує комфортність проживання працівників АПК. При цьому, використання в розумній енергомережі відновлюваних джерел енергії зменшує вплив на екологію.

Таким чином, впровадження технології Smart Grid у котеджному комплексі для персоналу АПК дозволяє створити сучасну, ефективну та стійку енергосистему. Це сприяє не лише економічній вигоді для підприємства, а й покращенню умов проживання для працівників, зменшенню екологічного сліду та інтеграції інновацій у сільськогосподарський сектор.

2.2. Дослідження та вибір інформаційно-комунікаційної інфраструктури комплексу котеджів персоналу АПК

Інформаційно-комунікаційна інфраструктура (ІКІ) є ключовим елементом для ефективного функціонування комплексу котеджів і забезпечує керування, моніторинг, зв'язок та комфорт мешканців.

Основними компонентами ІКІ комплексу котеджів персоналу АПК є мережі передачі даних із системами зв'язку. Локальна мережа (local area network - LAN) забезпечує підключення всіх пристроїв у межах кожного котеджу комплексу (див. рис. 2.1).

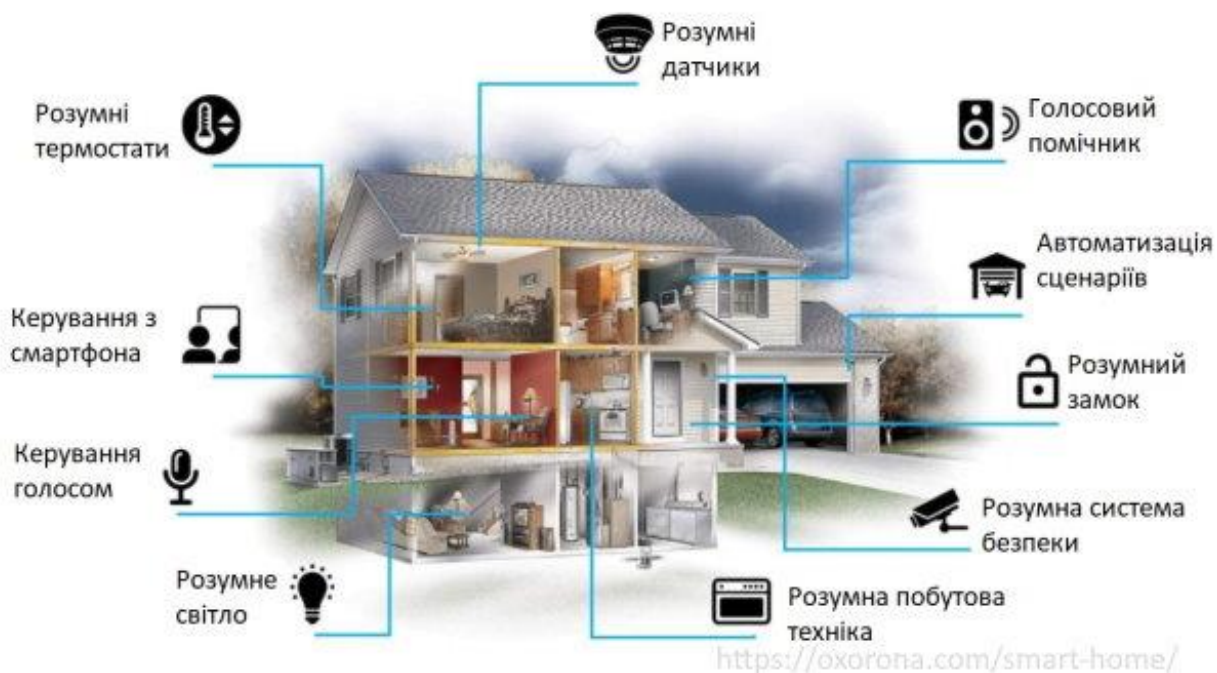


Рисунок 2.1 – Локальна мережа для інтеграції пристроїв «розумного будинку» в котеджному комплексі.

Безпроводні мережі (Wi-Fi, 4G/5G) використаємо для мобільного доступу мешканців і персоналу до потрібних їм систем та сервісів.

У якості фізичної ІКІ інфраструктури застосуємо оптоволоконні кабелі для високошвидкісної передачі даних та Ethernet-кабелі для підключення стаціонарних пристроїв.

Системи зв'язку забезпечують голосову комунікацію спілкування між адміністрацією, персоналом і мешканцями через IP-телефонію, миттєві повідомлення, мобільні додатки або веб-портали для обміну інформацією. Вбудована підтримка для відеоконференцій між адміністрацією та віддаленими

працівниками дозволяє проводити наради, здійснювати навчання та вирішувати нагальні проблеми.

Структурна схема інформаційно-комунікаційної мережі представлена на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Структурна схема інформаційно-комунікаційної мережі комплексу ккотеджів персоналу АПК

Для забезпечення роботи інформаційно-комунікаційної інфраструктури комплексу використовуються різні протоколи, кожен з яких виконує специфічні завдання [].

Мережеві протоколи забезпечують передачу даних між пристроями в локальній мережі та підключення до глобальної мережі. Так, IP (Internet Protocol) використовується для маршрутизації пакетів даних між пристроями всередині комплексу та доступу до інтернету. Протоколи IPv4 і IPv6 можуть працювати разом для підтримки сучасних та старих пристроїв.

Протокол TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) забезпечує надійність передачі даних у мережі і використовується для більшості служб (веб, електронна пошта, обмін даними тощо).

Протокол DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) автоматично призначає IP-адреси пристроям у комунікаційній мережі когеджного комплексу.

DNS (Domain Name System) протокол забезпечує перетворення доменних імен (наприклад, "example.com") на IP-адреси.

Протоколи бездротового зв'язку забезпечують з'єднання через Wi-Fi або використовуються для IoT-пристроїв. Наприклад, Wi-Fi (802.11ac/ax) протокол забезпечує високошвидкісний доступ до локальної мережі та інтернету для мешканців і IoT-пристроїв комплексу.

Zigbee протокол через низьке енергоспоживання використовується для IoT-пристроїв, таких як сенсори або системи освітлення, , а Bluetooth Low Energy (BLE) протокол - для локальних IoT-з'єднань між пристроями, що не потребують великих обсягів передачі даних. Натомість, протокол LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) забезпечує зв'язок для пристроїв на великих відстанях (наприклад, для моніторингу ресурсів води чи електроенергії).

Поява технології LoRaWAN викликало великий резонанс на ринку бездротового зв'язку, що спричинило необхідність прийняти єдиний стандарт для глобальних мереж з низьким енергоспоживанням - LPWAN (Low Power Wide

Area Network). Аббревіатура LoRa об'єднує в собі метод модуляції LoRa у бездротових мережах LPWAN, розроблений Semtech та відкритий протокол LoRaWAN (див. рис. 2.3).

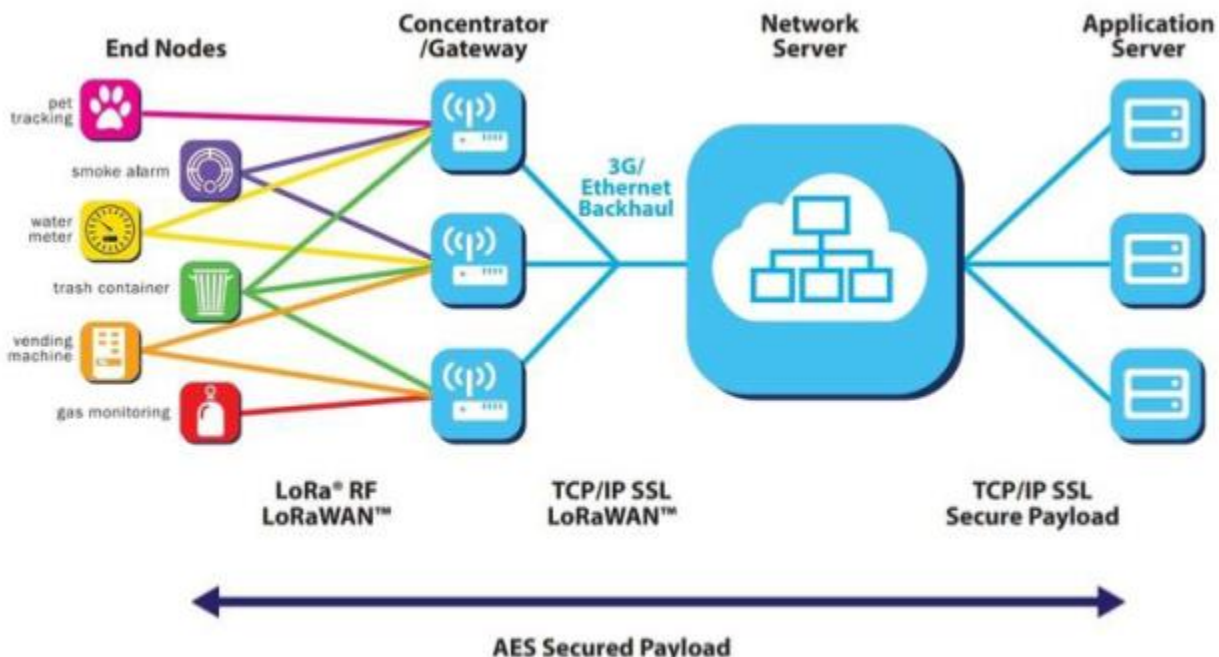


Рисунок 2.3 - Архітектура технології LoRaWAN

LoRa (Long Range) - це технологія і однойменний метод модуляції. Метод модуляції LoRa запатентований компанією Semtech, заснований на технології розширення спектру (spread spectrum modulation) і варіацію лінійної частотної модуляції (chirp spread spectrum, CSS), за якої дані закодовано широкосмуговими імпульсами з частотою, що збільшується, або зменшується на деякому тимчасовому інтервалі [6]. Таке рішення, на відміну від технології прямого розширення спектра, робить приймач стійким до відхилень частоти від номінального значення та спрощує вимоги до тактового генератора, що дозволяє використовувати недорогі кварцові резонатори.

LoRa використовує пряму корекцію помилок (forward error correction, FEC), працює в субгігерцовому діапазоні частот. Дозволяє демодулювати сигнали на рівні 20 дБ нижче рівня шумів, тоді як більшість систем з частотною

маніпуляцією (frequency shift keying, FSK) можуть коректно працювати з сигналами на рівні не нижче 8-10 дБ над рівнем шумів. Модуляція LoRa визначає фізичний рівень, який може використовуватися в мережах з різними архітектурами: mesh-мережі, зірка, точка-точка та інші.

Завдяки своїй високій чутливості (148 dbm) LoRa ідеально підходить для пристроїв з вимогами низького споживання електроенергії та високої стійкості зв'язку на великих відстанях. LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) — відкритий протокол канального рівня для мереж з високою ємністю та великим радіусом дії і низьким власним використанням енергії. Разом з протоколом LoRaWAN можуть працювати декілька видів пристроїв.

Зважаючи на особливу увагу до безпеки використовують спеціалізовані протоколи, які забезпечують захист даних і усіх мережевих пристроїв. Зокрема, HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) протокол захищає передавання даних між веб-додатком мешканців котеджів та сервером.

Протокол SSL/TLS (Secure Sockets Layer/Transport Layer Security) забезпечує шифрування з'єднань між клієнтами (мобільними додатками, браузерами) та сервером.

WPA3 (Wi-Fi Protected Access 3) протокол використовується для захисту бездротових мереж Wi-Fi у котеджному комплексі.

Для створення захищеного підключення до центрального серверу для адміністрації можна використати VPN (Virtual Private Network) протокол.

Окремі протоколи використовуються для моніторингу та керування мережевими пристроями і обладнанням котеджного комплексу. Зокрема, SNMP (Simple Network Management Protocol) протокол підходить для моніторингу мережевих пристроїв і збору діагностичних даних щодо функціонування мережевої інфраструктури котеджного комплексу.

Протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) використовується в IoT-пристроях для передачі даних з сенсорів, а також команд управління.

Modbus протокол можна використати для зв'язку з обладнанням автоматизації, таким як в розумній енергосистемі.

Спеціалізований протокол BACnet служить для інтеграції систем управління будівлями (вентиляція і кондиціонування - HVAC, освітлення тощо).

Для відеоспостереження та інших мультимедійних функцій використовуються спеціальні протоколи для передачі мультимедіа. Так, протокол RTSP (Real-Time Streaming Protocol) призначений для передачі потокового відео від камер відеоспостереження до серверів або мобільних пристроїв.

SIP (Session Initiation Protocol) протокол забезпечує передачу голосу та відео для внутрішніх комунікацій мешканців та адміністрації.

Поєднання усіх цих протоколів забезпечує стабільну, захищену та функціональну комунікаційну інфраструктуру комплексу котеджів. Вибір конкретних протоколів залежить від їхньої здатності інтегруватися в існуючу систему, задовольняючи потреби мешканців та адміністрації.

Дана інформаційно-комунікаційна інфраструктура забезпечує можливості ефективної роботи усіх систем автоматизації комплексу котеджів персоналу АПК. Зорема, системи «розумний дім» з керуванням освітленням, клімат-контролем, безпекою; розумних лічильників для автоматичного зчитування показників води, газу, електроенергії і системи контролю споживання та оптимізація використання енергоресурсів; системи моніторингу та безпеки з відеоспостереженням, контролем доступу, також контролем пожежної безпеки, можливих витоків води чи газу. Централізована база даних, яка зберігає дані про мешканців, ресурси, обслуговування, комунікації, та інтегровані системи дозволяють адміністрації оперативно реагувати на запити, а хмарне зберігання даних забезпечує доступ до інформації з будь-якої точки в будь-який час.

Треба зауважити, що висока вартість впровадження інфраструктури і складнощі інтеграції передбачають залучення кваліфікованих спеціалістів,

поступове впровадження систем і пошук доступних технологій, навчання технічного персоналу і менеджменту та використання стандартизованих рішень.

При виконанні цих вимог інформаційно-комунікаційна інфраструктура забезпечує ефективність, безпеку та комфорт кожного комплексу персоналу АПК. Її впровадження дозволяє оптимізувати управління ресурсами, підвищити рівень життя мешканців і створити сучасний інноваційний простір, що відповідає викликам сьогодення.

2.3. Дослідження технологій в інтелектуальній системі Інтернету речей

Інтелектуальні системи Інтернету речей (IoT) є новаторськими технологічними рішеннями, які кардинально змінюють спосіб взаємодії людини з навколишнім цифровим середовищем [4]. Вони забезпечують безперервне з'єднання та обмін даними між різними пристроями, що має велике значення для інноваційного розвитку і створення зв'язаних суспільств. Ці системи інтегрують фізичні пристрої, з'єднані з Інтернетом, з програмним забезпеченням, аналітикою даних та автоматизованими відповідями, здатні самостійно відслідковувати, збирати, аналізувати великі обсяги даних та використовувати цю інформацію для вдосконалення процесів та якості життя.

Через постійний розвиток пристроїв IoT і широке розмаїття датчиків не існує універсальної архітектури для проектів IoT. Інтернет речей (IoT) не має стандартної визначеної архітектури роботи, яка суворо дотримується повсюдно. Архітектура IoT залежить від його функціональності та реалізації в різних секторах. Залежно від складності елементи системи IoT згруповані в 3-7 рівнів, кожен з яких виконує свою роль. Зокрема, в архітектурі IoT відсутні стандартизовані протоколи, що підвищує сумісність, безпеку та інші проблеми. Тим не менш, існує базовий процес, на основі якого будується IoT.

Базова фундаментальна 4-етапна архітектура IoT представлена на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 - Фундаментальна архітектура IoT

Рівень сприйняття (Perception Layer) є першим рівнем архітектури IoT і відповідає за збір даних із різних джерел. Цей рівень включає датчики та виконавчі механізми, які розміщуються в середовищі для збору інформації про температуру, вологість, світло, звук та інші фізичні параметри. Ці пристрої підключаються до мережевого рівня за допомогою дротових або бездротових протоколів зв'язку.

Транспортний (Transport Layer) відповідає за забезпечення зв'язку та підключення між пристроями в системі IoT. Він передає дані з кількох пристроїв (наприклад, локальних датчиків, камер, приводів) на локальний або хмарний центр обробки даних.

По мірі зростання масштабів мереж IoT, затримка стає ключовою проблемою ефективності через навантаження, створене численними пристроями, підключеними до мережі. Рішенням цієї проблеми є використання периферійних обчислень, які дозволяють обробляти та аналізувати дані ближче до місця їх

збору. В архітектурі IoT така обробка даних відбувається на граничному рівні. IoT пристрої на цьому рівні виявляють та передають дані у вигляді пакетів на обробні вузли. Деякі розумні пристрої можуть навіть зупиняти певні процеси або ініціювати заходи контролю при виявленні серйозних аномалій.

Рівень обробки (Processing Layer) відіграє важливу роль, оскільки він займається збором, аналізом та трактуванням інформації, що надходить з IoT-пристроїв. Цей рівень, який також відомий як проміжне програмне забезпечення, є фундаментальним компонентом і використовує здебільшого хмарні обчислення, що поєднують численні підключені комп'ютери, що забезпечує високу обчислювальну потужність, ефективне зберігання, мережеві можливості та безпеку.

Прикладний рівень або рівень додатків (Application Layer) безпосередньо взаємодіє з кінцевим користувачем. Він передбачає декодування багатоінформативних шаблонів у даних IoT і компіляцію їх у зведення, які легко зрозуміти людям, наприклад, графіки та таблиці. Він також відповідає за надання зручних інтерфейсів і функцій, які дозволяють користувачам отримувати доступ до пристроїв IoT і керувати ними. Цей рівень включає різноманітне програмне забезпечення та програми, такі як мобільні програми, веб-портали та інші інтерфейси користувача, які призначені для взаємодії з основною інфраструктурою IoT.

Основні особливості інтелектуальних систем IoT включають з'єднаність, яка є ключовою для обміну даними в реальному часі; автономність, що дозволяє системам приймати рішення без людського втручання; масштабованість, яка забезпечує адаптацію до зміни кількості пристроїв та обсягу даних; безпеку та конфіденційність, оскільки часто обробляється чутлива інформація; інтегрованість з іншими системами для створення єдиного інформаційного простору; інтерактивність з користувачами; та енергоефективність для сталого розвитку.

Розглянемо найпоширеніші технології, що застосовуються в IoT [14] (див. рис. 2.5).

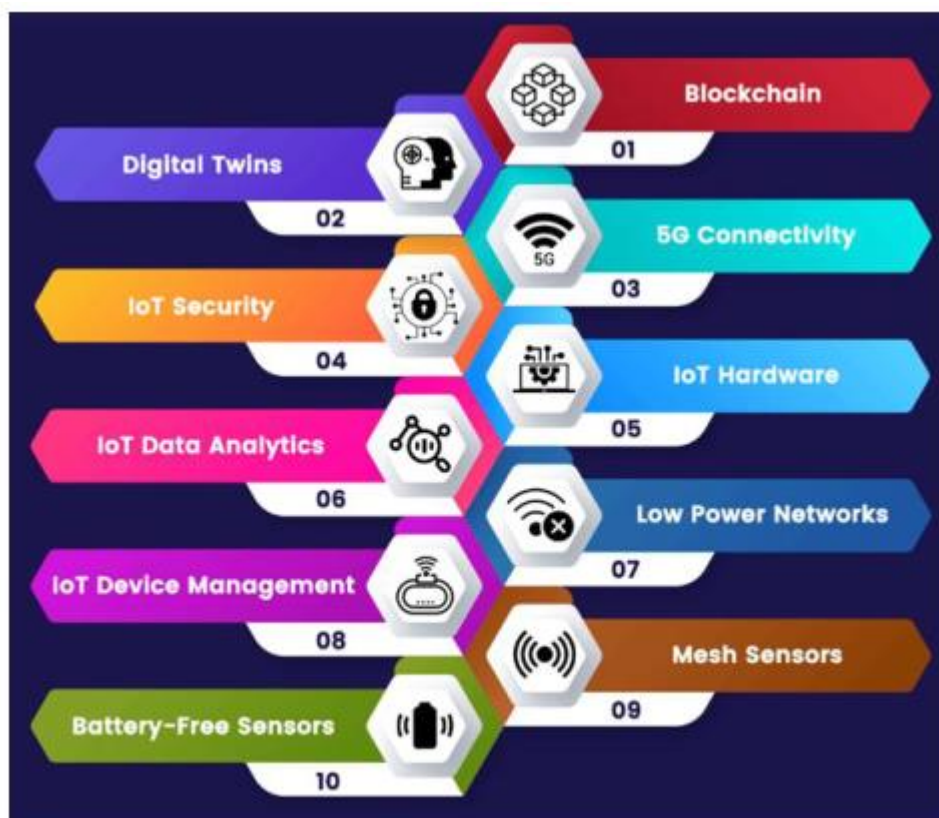


Рисунок 2.5 - Поширені технології в IoT

Технологія Блокчейн (Blockchain) поступово стає життєво важливою, так як підтримує IoT, оскільки вона може забезпечити безпеку даних. Незмінний характер записів у мережі блокчейн може допомогти захистити дані користувачів і деталі транзакцій. У той же час, прозорість розподіленої книги в технології блокчейн може допомогти посилити безпеку IoT. Крім того, елемент децентралізації з блокчейном забезпечить безперебійну взаємодію різних вузлів мережі один з одним. Тому технологія блокчейн є однією з визначних технологій, які домінують в IoT у 2024 році.

Технологія Digital twins «цифровий двійник» набула поширення в екосистемі Інтернету речей, як віртуальне представлення реального процесу, системи або об'єкта. Ви можете розглядати їх як віртуальні копії фізичних

продуктів, систем або процесів. Віртуальні дублікати можуть повторювати функції фізичного аналога. Основне використання Digital twins в оптимізації, модифікації та аналізі для тестування різних сценаріїв без будь-яких ризиків. Крім того, Digital twins також можуть принести життєво важливі переваги в моніторингу та контролі використання активів і продуктивності.

Бездротове підключення є однією з основних вимог для створення та забезпечення функціональності мереж IoT. 5G не тільки служить етапом в еволюції бездротових технологій, але також пропонує потужність для реалізації повного потенціалу IoT.

Технологія бездротового підключення 5G може запропонувати переваги меншої затримки, широкого покриття, обробки даних у реальному часі та нарізки мережі. Найважливіше те, що підключення 5G може зменшити розрив між містом і селом, створивши надійні мережі в сільській місцевості.

Технології IoT Security пов'язані з вразливістю мереж Інтернету речей, що викликає велике занепокоєння для розробників і компаній. Технології IoT Security займуть центр уваги завдяки новим розробкам у технологіях захисту пристроїв і платформ IoT від фізичних та онлайн-атак. Крім того, нові технології безпеки в Інтернеті речей також вирішують такі нові проблеми, як уособлення пристроїв у мережах IoT. Технології IoT Security Інтернету речей також допоможуть боротися з атаками, пов'язаними з відмовою в режимі сну, які можуть розряджати батареї пристроїв Інтернету речей. Технології безпеки також допоможуть у шифруванні комунікацій, тим самим запобігаючи атакам.

Технологія IoT Hardware основний акцент робить на необхідності високоефективних датчиків і вдосконаленої комп'ютерної архітектури. Зниження вартості різних мікросхем, у тому числі NAND флеш-пам'яті та мікросхем оперативної пам'яті, завдяки збільшенню виробничих потужностей і скороченню дефіциту чіпів, може призвести до зниження цін на кінцеві IoT-продукти. Розвиток апаратного забезпечення IoT також зосереджений на

адаптаціях комп'ютерної архітектури, особливо що стосується пам'яті та методів зберігання даних. Новітні розробки в IoT спрямовані на мінімізацію переміщення даних та забезпечення ефективної обробки даних з низьким рівнем енергоспоживання.

Технологія IoT Data Analytics є одним із найважливіших стратегічних активів для кожного бізнесу. Якісна інформація з даних IoT може допомогти розробити продуктивні бізнес-стратегії та забезпечити цілісність ланцюжка поставок. Нові технології IoT Data Analytics можуть допомогти включити нові алгоритми, архітектури та структури даних разом із функціями машинного навчання. Децентралізована аналітична архітектура може допомогти розробити безпечні мережі IoT без шкоди для функцій обміну знаннями.

Технологія Low-Power Networks (мережі з низьким енергоспоживанням) можуть перевершувати мережі IoT у різних сферах. У 2025 року малопотужні мережі IoT малого радіусу дії можуть домінувати в бездротовому з'єднанні з мережами IoT. Крім того, додатки IoT для широкого покриття можуть покладатися на глобальні мережі малої потужності. Глобальні мережі можуть запропонувати переваги вищої щільності з'єднання, нижчих операційних витрат і пропускну здатності разом із покращеним терміном служби акумулятора.

Технологія IoT Device Management (керування пристроями IoT) є наступним проривом технологічного прогресу в індустрії IoT. Ці технології можуть допомогти пристроям IoT дізнатися про своє місцезнаходження, стан і контекст. У той же час, вони можуть підтримувати відповідність таксономії даних і виходити за межі традиційного керування даними.

Технологія Mesh Sensors (сітчасті датчики) може служити життєво важливим компонентом для розробки переносних пристроїв, які використовуватимуться у майбутньому. Вони можуть допомогти точно відстежувати рухи тіла та контролювати інші важливі показники, такі як якість

сну, частота серцевих скорочень і фізичні вправи. Mesh Sensors можуть відкрити нові шляхи для інтеграції технологій Інтернету речей в одяг користувачів.

Технологія Battery-free Sensors (датчики без батареї) має на сьогодні домінуючий вплив. Окрім доповнення мережевих технологій IoT, Battery-free Sensors допоможуть запровадити ефективні проекти мереж IoT. Завдяки здатності генерувати власну енергію Battery-free Sensors можуть уникнути проблем із заміною батареї та енергоспоживанням. Одним із прикладів виробника Battery-free Sensors є Eversensor.

Отже, опис нових технологій IoT демонструє, як деякі нові технології будуються на основі існуючої екосистеми IoT для впровадження додаткових функцій. З іншого боку, також можна знайти абсолютно інноваційні технології, створені для кардинальних перетворень. Наприклад, мережі з низьким енергоспоживанням і датчики без батареї можуть внести фундаментальні зміни в мережі IoT.

Зауважимо, що впровадження інтелектуальних систем Інтернету речей (IoT) супроводжується комплексом складнощів та викликів. Так, основною проблемою в IoT є забезпечення конфіденційності та безпеки даних. На рис. 2.6. проілюстровано основні принципи IoT кібербезпеки.

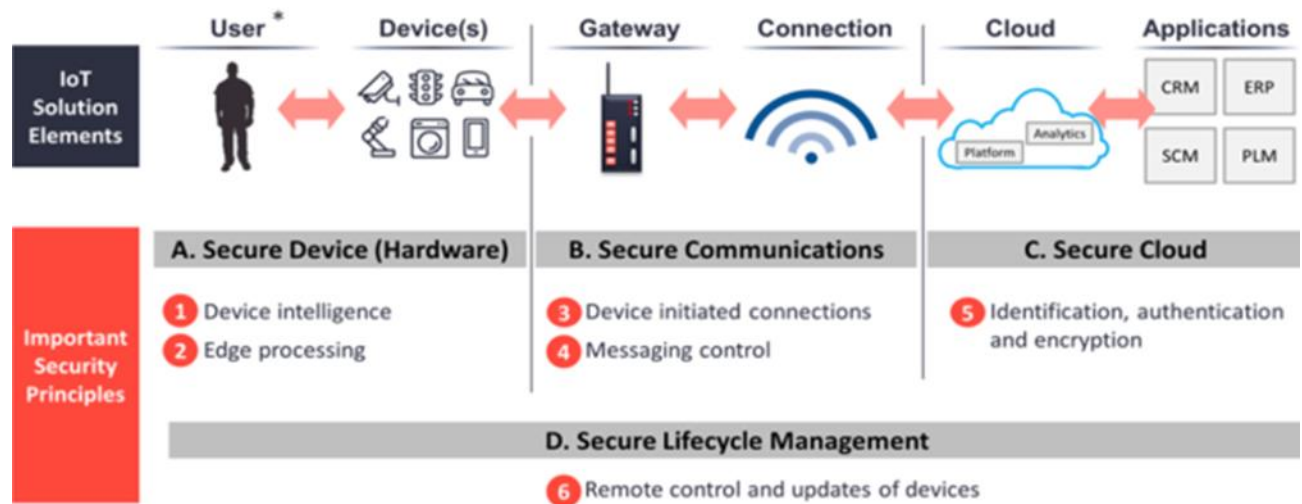


Рисунок 2.6 - Основні принципи IoT безпеки

IoT-пристрої, інтегровані в розгалужені мережі, можуть бути потенційною мішенню для хакерів. Зловмисники можуть використовувати вразливі IoT-пристрої для доступу до корпоративних мереж та особистих даних. Необхідно розробляти складні системи захисту для шифрування даних і надійної автентифікації

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК

3.1. Розробка структурної схеми інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Побудова інтегрованої Інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів (ІСАФКК) є важливою для ефективного управління й підвищення продуктивності при реалізації широкого спектру завдань, пов'язаних з управлінням житлом для персоналу, зокрема, контроль за станом будівель, моніторинг споживання ресурсів, планування технічного обслуговування, управління проживанням тощо.

Пропонується наступна модульна структурна схема побудови ІСАФКК, яка містить основні компоненти системи та їх взаємозв'язки, включаючи інтерфейси для адміністрації, технічного персоналу та мешканців, а також модулі для управління житлом, моніторингу ресурсів, технічного обслуговування та зворотного зв'язку.

База даних є центральним елементом для зберігання всіх даних та інтеграції з іншими системами, наприклад, з системами он-лайн платежів, відеоспостереження тощо забезпечують повну автоматизацію процесів.

До складу пропонованої ІСАФКК входять:

- Центр керування функціонуванням комплексу котеджів;
- База даних ІСАФКК;
- Модуль керування системами життєзабезпечення котеджів з використанням «розумної енергомережі» (Smart Grid), розробленої вище в підрозділі 2.3.;
- Модуль зворотного зв'язку з системами котеджів;

- Інтерфейс для адміністрації комплексу котеджів;
- Мобільний додаток для мешканців котеджів;
- Модуль моніторингу та обліку ресурсів, інтегрований з фінансовим модулем центру керування та з платіжною системою;
- Модулі технічного обслуговування ІСАФКК та систем життєзабезпечення;
- Підсистема відео спостереження та контролю доступу з модулем автоматики в'їзних воріт, наприклад, від компанії FAAC Україна.

На рис. 3.1 зображена структурна схема інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК на базі сучасних технологій.



Рисунок 3.1 - Структурна схема інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК.

В її основу покладені сучасні технології такі, як розумна енергомережа (Smart Grid), яка містить сонячні панелі, вітряки, акумулятори, смарт-лічильники

та забезпечує керування енергопотоками й інтеграцію з розумними будинками.

Технологія розумний будинок (Smart House) через IoT-сенсори для управління освітленням, опаленням, охоронними системами тощо автоматизує усі процеси життєзабезпечення та комфорту мешканців.

Інтернет речей (IoT) використовує розумні пристрої для моніторингу стану ресурсів, віддаленого управління та збору даних, а хмарні технології (Cloud Technology) забезпечують зберігання великих обсягів даних, аналітику, оптимізацію процесів та управління з хмарного центру .

Інформаційно-комунікаційні технології (ICT) забезпечують взаємодію складових системи з двостороннім обміном даними між усіма компонентами через захищені канали зв'язку, зокрема, мобільні та веб-додатки для надають користувачам легкий доступ для контролю та управління системою.

Пропонована схема демонструє сучасний підхід до управління житловими комплексами з акцентом на енергоефективність, автоматизацію та комфорт мешканців.

3.2. Структурна схема та вибір засобів інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Зважаючи на те, що основним компонентом інформаційної системи є Центр керування функціонуванням комплексу котеджів персоналу АПК, розробимо його структуру (див рис. 3.2) та виберемо для нього обладнання маючи на увазі, що будівництво котеджного комплексу відбувається окремими чергами по 30 - 60 котеджів.

Центр керування функціонуванням комплексу котеджів (ЦКФКК) персоналу АПК є центральною ланкою, що забезпечує управління всіма технологічними, інженерними та інформаційними процесами в межах комплексу.

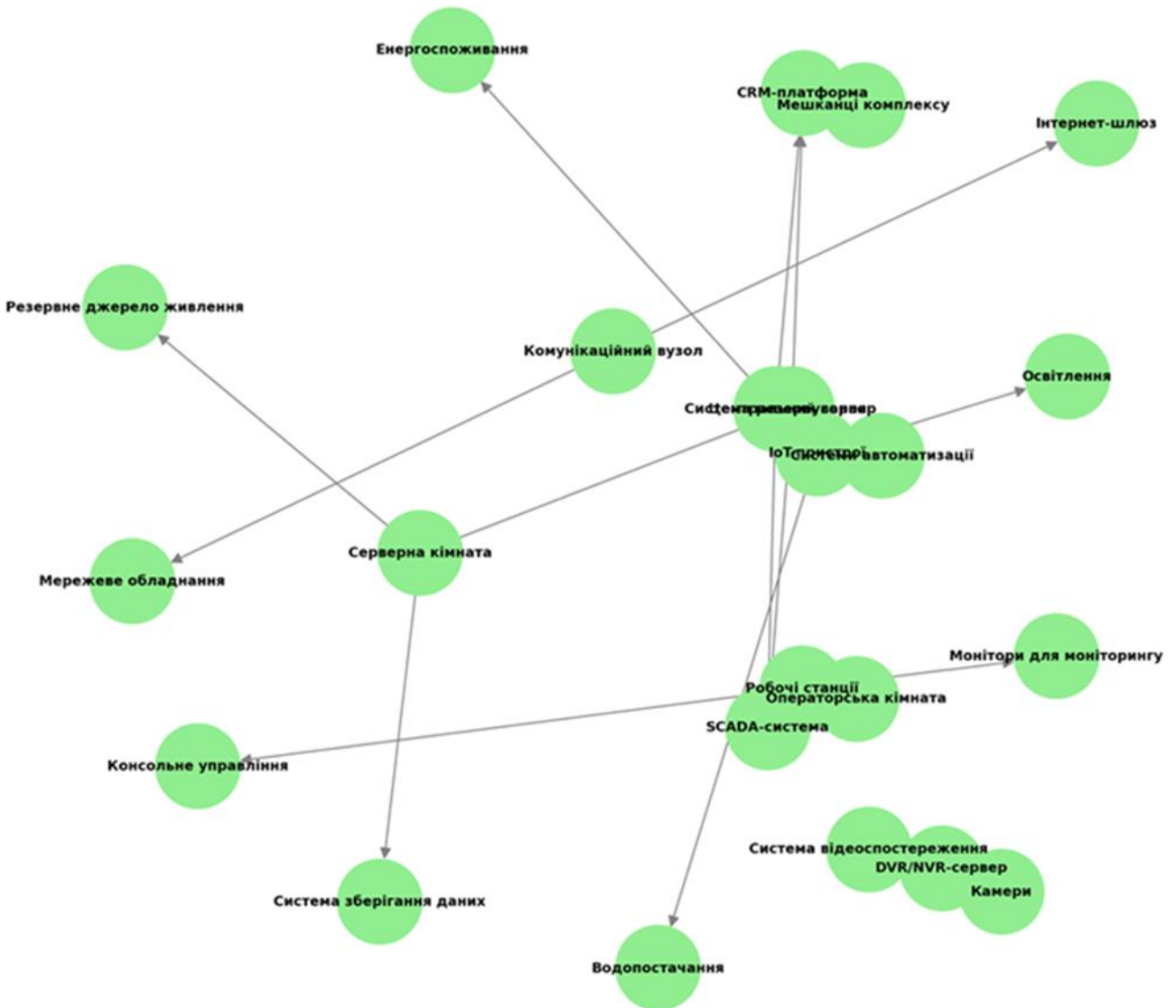


Рисунок 3.2 - Структурна схема Центру керування функціонуванням комплексу котеджів персоналу АПК.

Першим кроком ми виділимо приміщення для серверної кімнати, яка міститиме основне обладнання для обробки та зберігання даних і резервне живлення. В якості центрального серверу для обробки даних вибираємо з лінійки продуктів фірми Dell, а саме, сервер моделі Dell PE R750XS (210-R750XS-6326) - Intel Xeon Gold 6326 2.9 G, 16C/32T з характеристиками, представленими на рисунках 3.3 – 3.4.

Processor

Intel Xeon Gold 6326 2.9 G, 16C/32T

Operating System

Canonical® Ubuntu® LTS
 Citrix® XenServer®
 Microsoft Windows Server® with Hyper-V
 Red Hat® Enterprise Linux
 SUSE Linux Enterprise Server,
 VMware® ESXi

Accelerators

Up to three 300W or six 150W GPUs
 Up to three double-width or four single-width FPGAs

Memoryⁱ**DIMM Speed**

Up to 3200MT/s

Memory Type

RDIMM
 LRDIMM
 NVDIMM
 DCPMM (Intel® Optane™ DC persistent memory)

Memory Module Slots

24 DDR4 DIMM slots (12 NVDIMM or 12 DCPMM only)
 Supports registered ECC DDR4 DIMMs only

Maximum RAM

RDIMM 1.53 TB
 LRDIMM 3TB
 NVDIMM 192GB
 DCPMM 6.14 TB (7.68 TB with LRDIMM)

Storage**Front Bays**

Up to 16 x 2.5" SAS/SATA/SSD, max 122.88 TB
 Up to 12 x 3.5" SAS/SATA, max 128TB

Storage Controllers**Internal Controllers**

PERC H745, HBA355I, S150, H345, H755, H755N

Internal Boot

Boot Optimized Storage Subsystem (BOSS):
 HWRAID 2 x M. 2 SSDs 240GB, 480GB

Internal Dual SD Module**Security**

Cryptographically signed firmware
 Secure Boot
 Secure Erase
 Silicon Root of Trust
 System Lockdown (requires OpenManage Enterprise)
 TPM 1.2/2.0, TCM 2.0 optional

Management**Embedded / At-the-Server**

iDRAC9
 iDRAC Restful API with Redfish
 iDRAC Direct
 Quick Sync 2 BLE/wireless module

Consoles

OpenManage Enterprise
 OpenManage Power Center

Mobility

OpenManage Mobile

Tools

Dell EMC RACADM CLI
 Dell, EMC Repository Manager
 Dell, EMC System Update
 Dell, EMC Server Update Utility
 Dell, EMC Update Catalogs
 iDRAC Service Module
 IPMI Tool
 OpenManage Server Administrator
 OpenManage Storage Services

OpenManage Integrations

BMC Truesight
 IBM Tivoli® Network Manager IP Editio
 Microsoft® System Center

Рисунок 3.3 - Технічні характеристики центрального серверу ІСАФКК



Рисунок 3.4 – Центральний сервер ІСАФКК фірми Dell [4]

Для системи зберігання даних з поміж Network Attached Storage (NAS) та Direct Attached Storage (DAS) вибираємо мережеву модель Synology DiskStation DS1821+ місткістю до 144 ТБ (8 слотів для накопичувачів), з підтримкою RAID 0/1/5/6/10 для безпеки даних та з інтеграцією з хмарними сервісами (див. рис.3.3).



Рисунок 3.5 – Система зберігання даних Synology DiskStation DS1821+ [5]

Вибір резервного джерела живлення (UPS) для забезпечення безперервної роботи центрального сервера визначається його потужністю та часом автономної роботи при повному навантаженні. Зважаючи на розгорнуту в кожному комплексі розумну енергомережу нам потрібна потужність біля 3000 ВА з часом автономної роботи 10 - 15 хвилин та з підтримкою віддаленого моніторингу. Цим параметрам відповідає модель фірми Schneider Electric (APC) - Smart-UPS SMT3000RM2U, яка має 8 розеток IEC C13+1x IEC C19, SmartSlot, AVR, LCD, 230В (див. рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Модуль резервного джерела живлення (UPS) Smart-UPS SMT3000RM2U [6].

Наступним кроком облаштуємо операторську кімнату для персоналу, який відповідає за моніторинг і управління системою. Кімната оснащується робочими станціями з доступом до систем моніторингу, моніторами для відображення даних у реальному часі та консольним управлінням.

В якості робочих станцій обираємо модель HP Z2 Tower G9 Workstation з процесором Intel Core i7-13700, оперативною пам'яттю 32 ГБ DDR5 та картою NVIDIA Quadro T1000 для роботи з відео та графікою [7].

Монітори для моніторингу вибираємо 32 дюймові моделі Dell UltraSharp U3223QE з роздільною здатністю 4K UHD і технологією IPS для точної передачі кольорів [8].

Для консольного управління вибираємо модель Raritan Dominion KX IV-101 з підтримкою віддаленого доступу та високою швидкістю відео в реальному часі (до 4K) [9].

Систему відеоспостереження будуємо на DVR/NVR-сервері для зберігання відеозаписів та доступу до камер у реальному часі. Для цього вибираємо модель Hikvision DS-9664NI-I8, яка має 64 канали, 8 жорстких дисків на 80 ТБ, підтримує аналітику відео (розпізнавання облич, руху тощо) [10].

В якості камер спостереження вибираємо 8-ми мегапіксельну модель Hikvision DS-2CD2387G 2H-LIU з кутом огляду 108 град. і підсвіткою до 40 м,

яка має пам'ять на 512 ГБ та функції інтелектуальної аналітики зображень і відправки тривожних повідомлень [11]

Комунікаційний вузол інтегрує інтернет-шлюз та мережеве обладнання (маршрутизатори, комутатори). В якості Інтернет-шлюзу вибрано модель Cisco ISR 4321 з пропускною здатністю до 100 Мбіт/с., підтримкою VPN та фаєрволів [11].

Для мережевого обладнання (комутатори) вибираємо модель Cisco Catalyst 9200, яка має порти 24 x 1 Гб Ethernet, 4 x 10 Гб uplink та підтримку VLAN для сегментації мережі [1].

Система резервування підтримує працездатність SCADA-системи та CRM-платформи у разі збоїв. В якості CRM-системи для взаємодії з мешканцями вибираємо Microsoft Dynamics 365 [12].

Для центру керування інформаційною системою функціонування комплексу котеджів персоналу АПК основним керованим об'єктом є котедж (див. рис. 3.7).

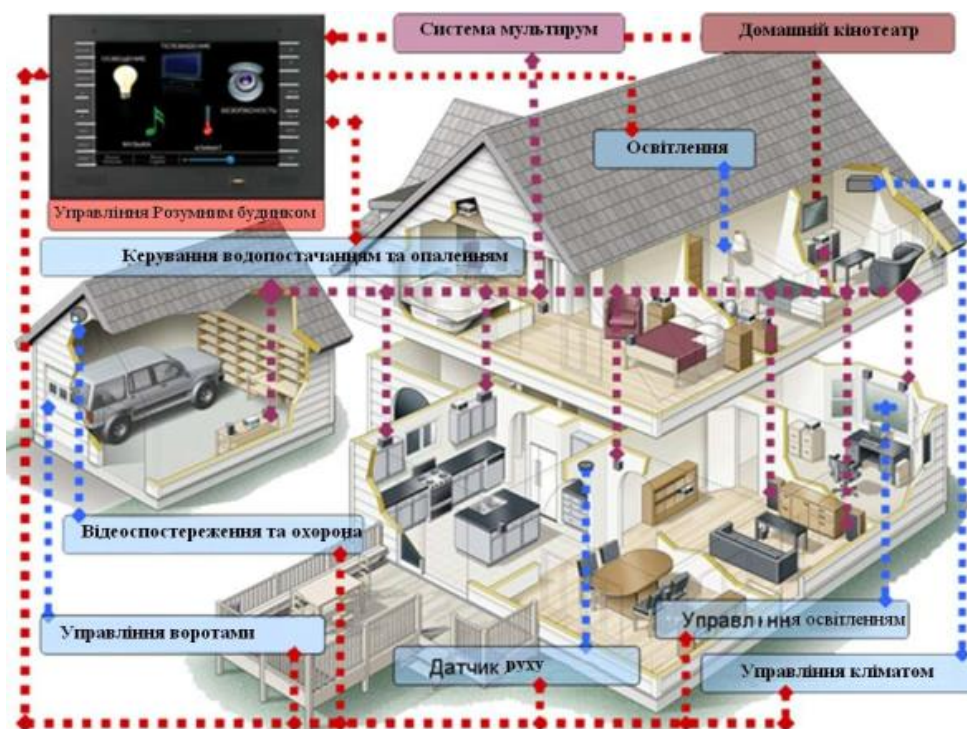


Рисунок 3.7 – Керовані системи окремого котеджу в котеджному комплексі

Розумний будинок (котедж) — це житло, оснащене сучасними технологіями для автоматизації та управління системами освітлення, опалення, безпеки, енергоспоживання та інших побутових процесів. Основна ідея — створення комфорту, енергоефективності та безпеки за допомогою IoT (Інтернету речей) та централізованого і локального керування. Принцип локального керування системами життєзабезпечення, комфорту та безпеки котеджу представлено на рис. 3.8.

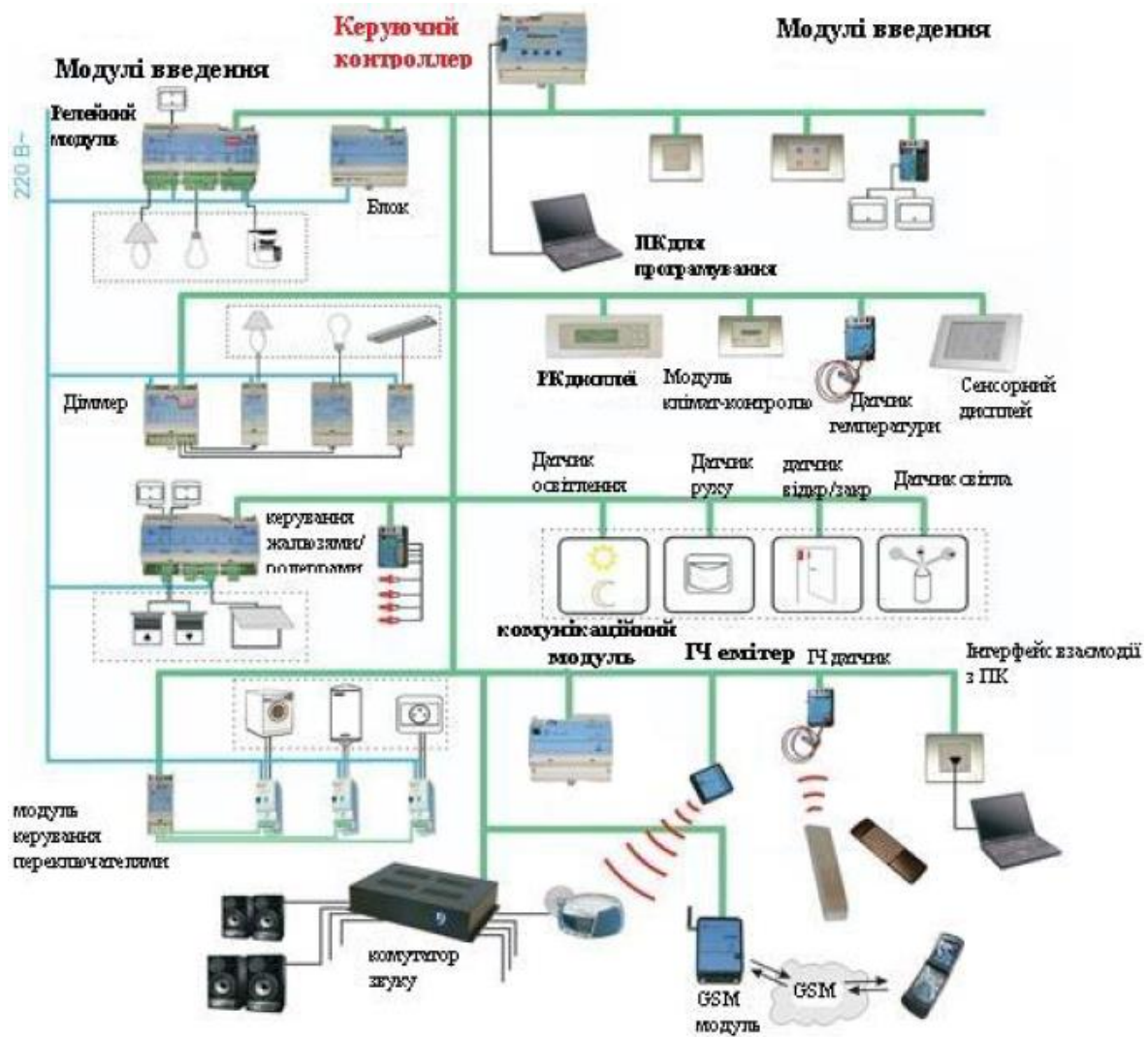


Рисунок 3.8 - Принцип розумного будинку в локальному керуванні багатofункціональною системою життєзабезпечення, комфорту та безпеки котеджу

Модель типового дворівневого котеджу показана на рисунку 3.8.



Риунок 3.8 – Поверховий план котеджу в котеджному комплексі персоналу АПК.

Виначимо фізичне розташування пристроїв технології розумний дім в типовому котеджі (див. рис. 3.9 – 3.10).

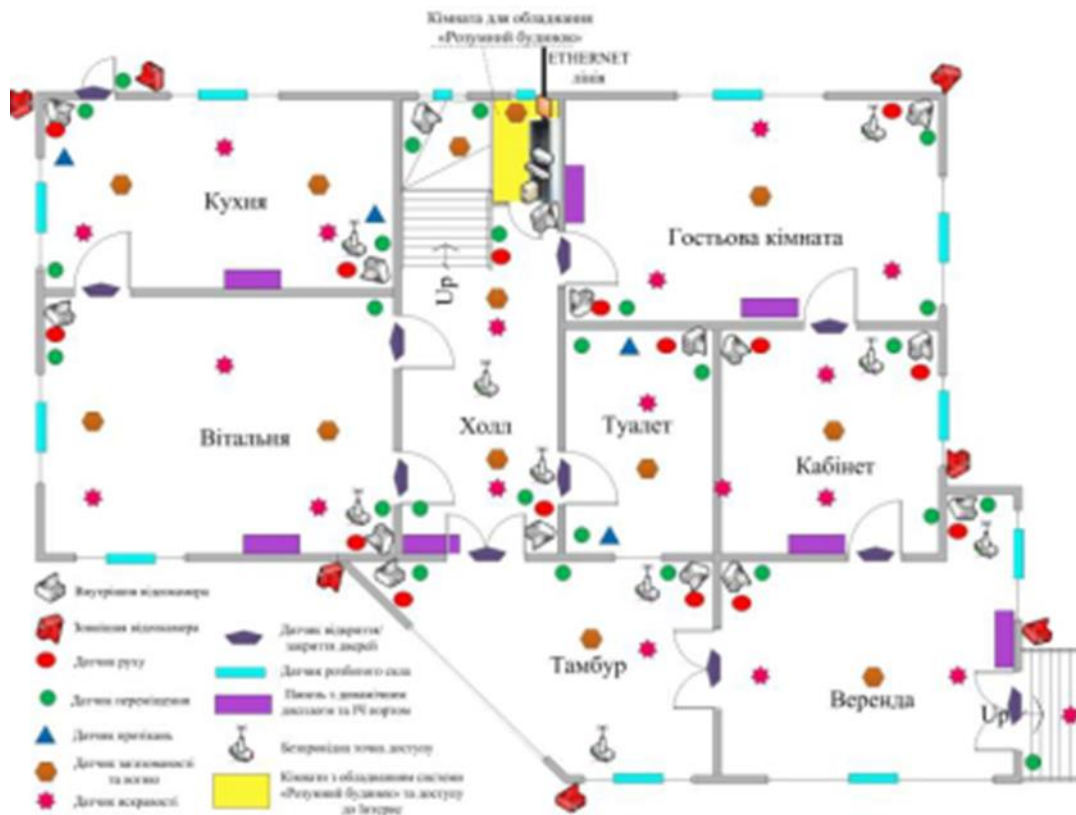


Рисунок 3.9 - ВизначенеРозташування пристроїв на першому поверсі котеджу

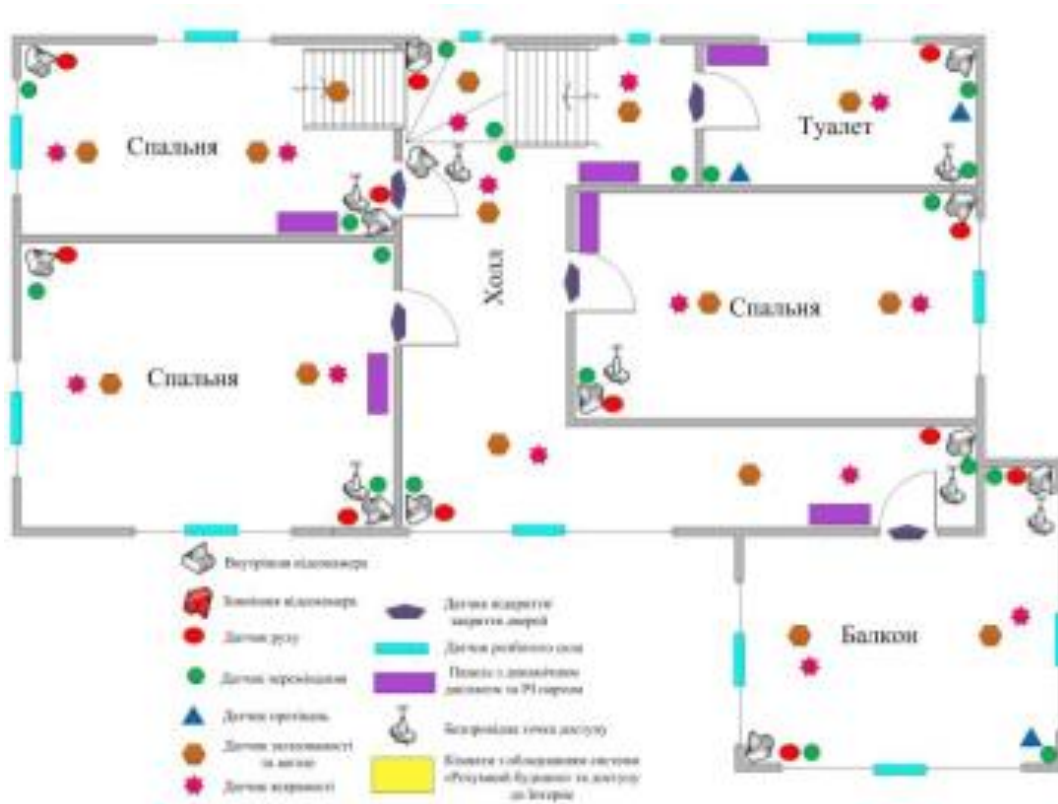


Рисунок 3.10 - Розташування пристроїв на другому поверсі котеджу

Системи автоматизації та smart-пристрої IoT котеджу складають модулі для керування енергоспоживанням, освітленням, опаленням, вентиляцією та водопостачанням. Пристрої IoT збирають дані про стан енергоспоживання, освітлення та водопостачання. Ці дані надсилаються до центрального серверу

В якості IoT-сенсорів вибираємо модель Siemens Smart Home Sensors [7] (див. рис. 3.11) та smart сенсори від Bosch [8].

Для контролю за системою автоматизації котеджу використаємо сенсорну панель з достатньою інформативністю та можливістю насканням на екран здійснювати встановлення бажаних значень параметрів та керування системою .



Рисунок 3.11 – Внутрішньо-котеджні сенсори Siemens Smart Home Sensors [16]

На рисунку 3.12 предсталені сенсорні панелі.

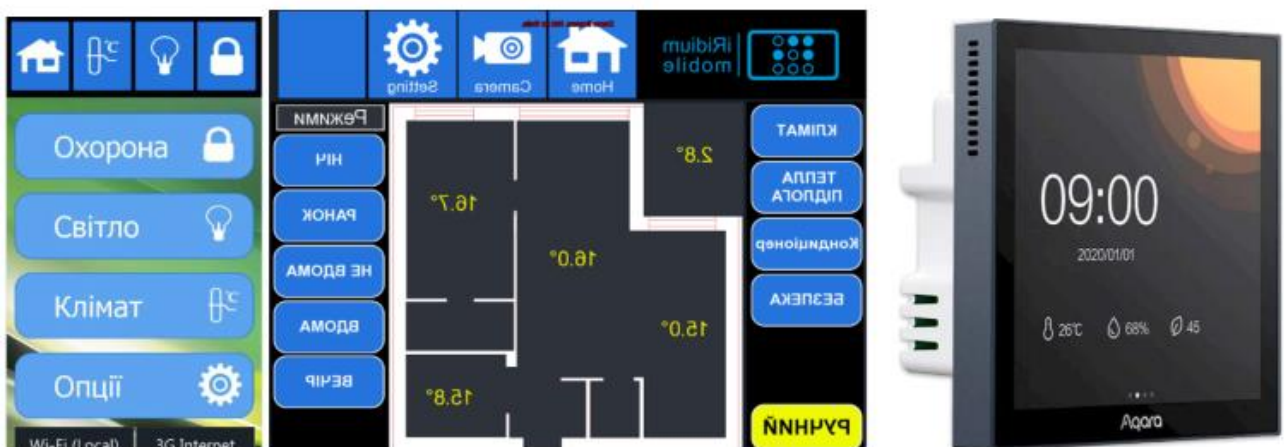


Рисунок 3.12 – Сенсорні панелі контролю та керування функціями розумного будинку в котеджі житлового комплексу персоналу АПК.

Програмне забезпечення для системи "Розумний будинок" забезпечує контроль і автоматизацію всіх підключених пристроїв через централізований інтерфейс. При цьому серверна частина обробляє запити від мобільних пристроїв і передає їх до відповідних модулів (освітлення, безпека, енергоспоживання тощо), зберігає інформацію про стан систем у базі даних, а також реалізує протоколи безпеки для захисту даних (наприклад, HTTPS, шифрування). Розроблений код програми для управління освітленням наведено в Додатку 1.

Клієнтська частина містить мобільний додаток чи веб-додаток для користувача, який дозволяє переглядати стан пристроїв у реальному часі, налаштовувати сценарії автоматизації.

Комунікаційна система використовує протоколи IoT (наприклад, MQTT, Zigbee, Z-Wave) та підтримує локальне і хмарне управління.

В системі забезпечується інтеграція із сторонніми сервісами такими, як голосові помічники (Google Assistant, Amazon Alexa) та з енергосистемами Smart Grid.

3.3. Схема та вибір засобів побудови і керування розумної енергомережі (Smart Grid) для котеджного комплексу персоналу АПК

Розумна енергомережа (Smart Grid) — це інтегрована енергетична система, яка поєднує традиційні джерела енергопостачання, відновлювані джерела енергії (ВДЕ), системи зберігання енергії, інтелектуальні прилади та цифрові технології для автоматизованого моніторингу, управління, аналізу і оптимізації енергопостачання. Така мережа створюється з метою забезпечення енергоефективності, надійності, безпеки і сталого енергозабезпечення для котеджного комплексу персоналу АПК.

Схема розумної енергомережі (Smart Grid) для котеджного комплексу персоналу АПК представлена на рисунку 3.13.



Рисунок 2.4 – Пропонована схема внутрішньої локальної розумної енергомережі (Smart Grid) для котеджного комплексу персоналу АПК

Як видно з рисунку 3.13, представлена розумна енергомережа окрім підключення до зовнішньої центральної енергомережі інтегрує в собі відновлювані джерела енергії. В даному випадку це - сонячні фотопанелі на дахах котеджів, які генерують енергію протягом дня, а також вітрові турбіни, що забезпечують додаткове джерело енергії у вітряну добу. Таким чином, у внутрішній енергомережі може генеруватися в певні періоди часу надлишкова електроенергія.

Цей надлишок можна зразу продати в зовнішню енергомережу за «зеленим» тарифом, але, на наш погляд, економічно вигідніше спочатку накопичити електроенергію для використання її в пікові години або вночі і тільки після накопичення, якщо лишиться ще надлишок, то його й продати в зовнішню енергомережу. Продаж надлишкової енергії в загальну мережу створює додатковий дохід для комплексу.

Це сучасний підхід до управління енергосистемами, що передбачає інтеграцію споживачів, розподілених джерел енергії, систем зберігання енергії, інтелектуальних пристроїв та інших компонентів безпосередньо на межі між

центральною енергосистемою і кінцевими споживачами. Основна мета Grid Edge — створити двонаправлену, інтерактивну та децентралізовану модель енергопостачання.

Такий підхід вписується в загальну сучасну концепцію інтелектуальних енергомереж Grid Edge, наприклад, з рішеннями від Siemens (див. рис. 3.14).

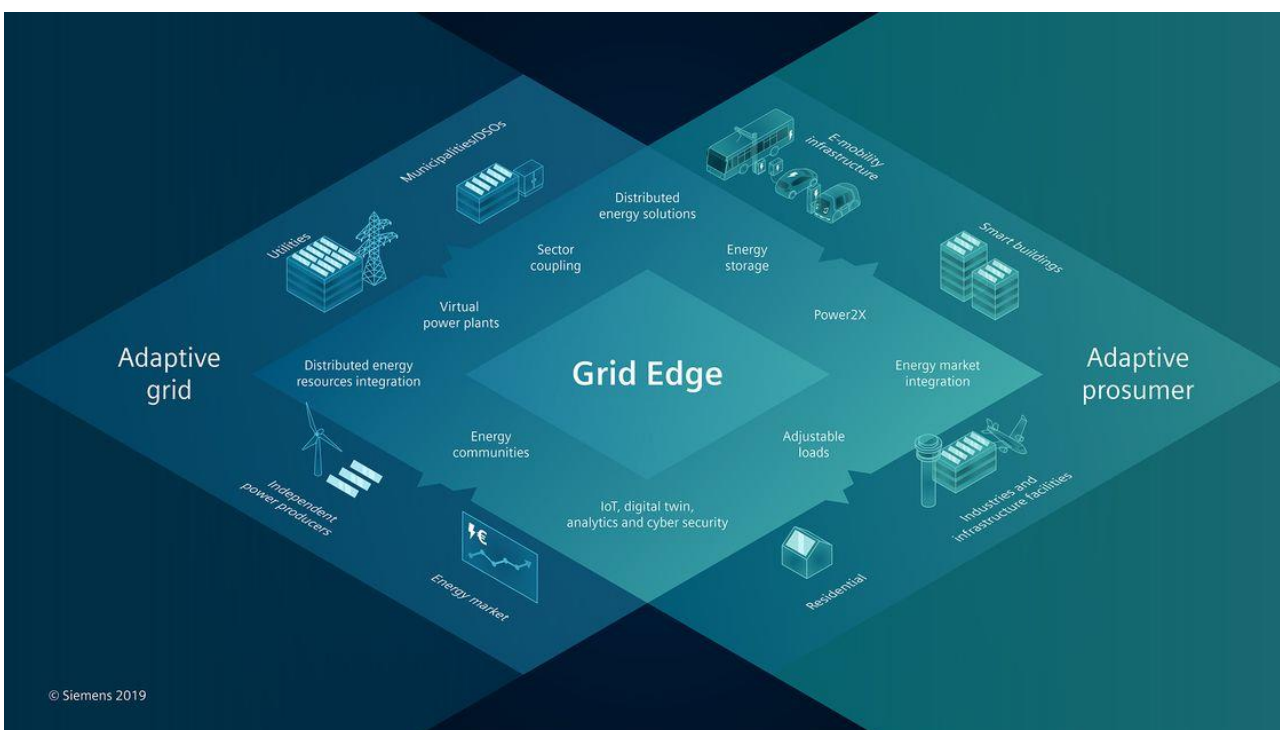


Рисунок 3.14 - Концепція Grid Edge та рішення від Siemens [17].

Основні принципи Grid Edge передбачають децентралізацію, коли виробництво енергії (сонячні панелі, вітрогенератори) та зберігання (акумулятори) відбуваються ближче до споживачів. При цьому енергопотоки двонаправлені і енергія може передаватися від центральної мережі до споживачів або від локальних джерел у центральну мережу. Основна мета Grid Edge - чотирьох етапний [викопна енергія – відновлювані джерела енергії – гнучкість в зберіганні та гнучкий попит (див. рис. 3.15) – ефективне використання цифрових даних для керування в енергетиці] перехід нульове споживання енергії ззовні (див. рис. 3.16).

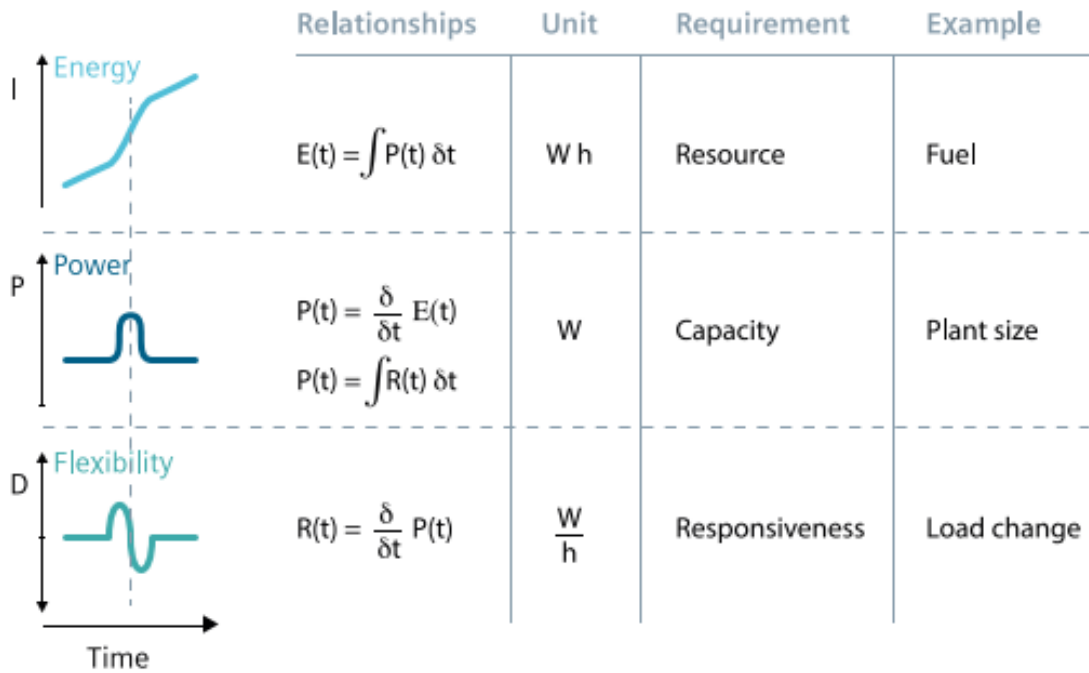


Рисунок 3.15 – Перехід від споживання викопної енергії до гнучкості у використанні різних видів енергогенерації [17]

Четвертий етап передбачає обов'язкову повну цифровізацію з використанням IoT-пристроїв, Smart-лічильників та інтелектуальних систем управління для автоматизації усіх процесів для реакції на зміну попиту, погодних умов чи стану мережі, що підвищує енергоефективність за рахунок оптимізації розподілу та споживання енергії.

Інтеграція інтелектуальної Центральної (зовнішньої) енергомережі, побудованої за концепцією Grid Edge, із розумною внутрішньою (локальною) енергомережею котеджного комплексу АПК створює стійку, ефективну та адаптивну систему енергозабезпечення, яка відповідає сучасним вимогам енергоефективності, екологічності та комфорту.

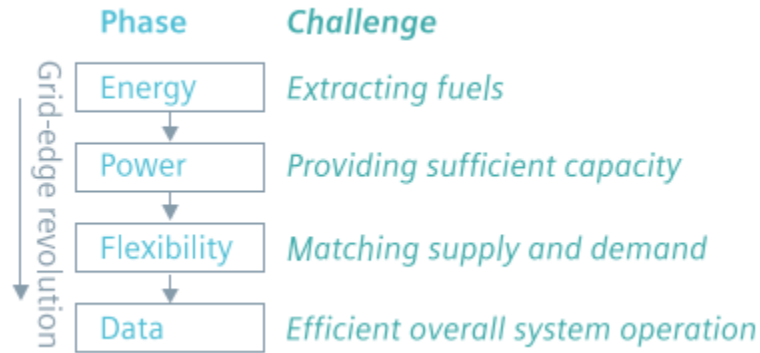


Рисунок 3.16 – Чотири етапи впровадження концепції Grid Edge [17]

При цьому в котеджному комплексі встановлюються локальні джерела енергії. Це сонячні панелі, пропонуємо модель Canadian Solar CS6K-300MS потужністю 300 Вт з ККД до 18.5%, тривалістю роботи 25+ років та з захистом від перегріву і погодних умов.

Для площ, де багато часу дме вітер, пропонуємо встановити вітрові генератори моделі Vestas V39 потужністю 5–10 кВт, які підходять для вітрових швидкостей 5–25 м/с та мають тривалість роботи 20 років.

Для місцевості з водними ресурсами, навіть з невеликими перепадами висоти, пропонуємо використати МікроГЕС моделі PowerSprout PLT потужністю 1–5 кВт.

Системи зберігання енергії пропонуємо побудувати з акумуляторних батарей моделі Tesla Powerwall 2 ємністю 13.5 кВт·год, вихідною потужністю 5 кВт, з можливістю об'єднання до 10 акумуляторів у мережу та з гарантією 10 років. Також пропонуємо акумуляторний блок для відновлюваних джерел енергії моделі LG Chem RESU10H ємністю 9.8 кВт·год, ККД: 95% та компактного розміру.

Основними елементами автоматизації та керування розумною енеогомережою котеджного комплексу є інтелектуальні пристрої для моніторингу та управління.

Це, зокрема, smart (інтелектуальні) лічильники. Пропонуємо модель Landis+Gyr E350, яка забезпечує двонаправлений облік енергії з можливістю віддаленого управління та підтримкою стандартів IoT (див. рис. 3.17) та передавання даних в мережі GSM/GPRS або PLC.



Технічні характеристики

Клас точності:
 ZCF110Ax клас 1
 ZCF120Ax клас 2
 Частота вимірювальної мережі, Гц: 50±2.5
 Номінальна напруга, В: 230
 Номінальний (максимальний) струм, А: 5/10/20 (80/100)
 Стартовий струм, ма:
 клас A $I_{st} \leq 0.005 \cdot I_{ref}$
 клас B $I_{st} \leq 0.004 \cdot I_{ref}$
 Споживана потужність:
 активна 0.45 Вт
 повна 0.51 ВА
 Діапазон робочих температур, °С: мінус 40 до +70
 Габаритні розміри, не більше, мм: 220,6 x 134 x 60,7
 Маса, не більше, кг: 1,3

Рисунок 3.17 – Smart лічильник електроенергії [18]

В якості контролеру енергосистеми пропонуємо модель Siemens SICAM A8000, що забезпечує інтеграцію із системами SCADA, підтримку протоколів Modbus, IEC 61850 та обробку даних в реальному часі (див. рис. 3.18).

Для IoT-датчиків пропонується модель Schneider Electric SmartLink, яка забезпечує моніторинг навантаження, температури та стану пристроїв, а також легке підключення до мереж передавання даних Wi-Fi чи Ethernet.



Рисунок 3.18 - Контролер RTU Серії SICAM A8000 [19].

Центральний енергетичний хаб Siemens SICAM A8000 керує енергопотоками між джерелами, споживачами та системами зберігання і дозволяє котеджам не тільки споживати енергію, а й передавати надлишкову до центрального хабу, який підключений до хмарного програмного забезпечення для моніторингу та оптимізації процесів.

Мережеве обладнання складається з мережевих маршрутизаторів та шлюзів, в якості яких вибрано модель Cisco IR1101 з підтримкою 4G/5G для передачі даних, інтеграцією з IoT-пристроями та високою стійкістю до погодних умов. Для комутаторів пропонуємо модель HP Aruba 2530-8G, яка має високу пропускну здатність і оптимізована для енергозберігаючих мереж.

Програмні платформи та контролери забезпечуються SCADA-системою, пропонується модель GE Digital iFIX або Siemens WinCC для моніторингу і управління в реальному часі та візуалізацією даних про споживання, генерацію та розподіл енергії. А також системою управління енергоспоживанням (EMS), пропонується модель Schneider Electric EcoStruxure, яка забезпечує аналіз і оптимізацію енергоспоживання та інтеграцію з IoT та штучним інтелектом.

Використання вибраного нами обладнання забезпечує створення надійної, ефективної та екологічної розумної енергомережі для котеджного комплексу персоналу АПК. Інтеграція інтелектуальних систем, відновлюваних джерел енергії, мережевого обладнання та програмного забезпечення допоможе оптимізувати енергоспоживання, знизити витрати і створити комфортне середовище для мешканців.

Загалом пропонована вище ІСАФКК для персоналу АПК є актуальним і необхідним рішенням для підвищення ефективності управління ресурсами, покращення умов праці та житла для працівників, а також оптимізації операційних процесів підприємства. Це не лише дозволяє економити ресурси, але й сприяє підвищенню продуктивності працівників та загальній конкурентоспроможності аграрного підприємства.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Нормативні документи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Національна система нормативно-правових актів України з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях включає в себе закони, постанови, накази та інші акти, які регулюють права та обов'язки працівників і роботодавців щодо забезпечення безпечних умов праці і захисту від надзвичайних ситуацій. Ось декілька основних нормативно-правових актів у цій галузі:

Закон України "Про охорону праці" (від 14 грудня 1992 року № 2694-ХІІ) - цей закон встановлює загальні принципи та вимоги щодо охорони праці в Україні.

Закон України "Про надзвичайні ситуації та станом надзвичайної ситуації" (від 21 грудня 1992 року № 2693-ХІІ) - цей закон регулює організацію та управління діяльністю в галузі захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій.

Закон України "Про цивільний захист" (від 5 лютого 1993 року № 3206-ХІІ) - цей закон визначає порядок організації цивільного захисту та заходи щодо захисту населення від надзвичайних ситуацій.

Закон України "Про працю" (від 10 грудня 1971 року № 322-VIII) - цей закон встановлює основні права та обов'язки працівників і роботодавців, включаючи вимоги до охорони праці та безпеки на робочому місці.

Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку розслідування нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань" (від 23 жовтня 1996 року № 1248) - ця постанова визначає процедуру розслідування нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про організацію та проведення заходів з охорони праці" (від 10 грудня 2003 року № 1913) - ця постанова встановлює загальні вимоги до організації та проведення заходів з охорони праці в підприємствах та організаціях.

Накази Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) та інших відповідних органів, які регулюють конкретні аспекти безпеки та охорони праці в різних сферах діяльності.

Це лише загальні приклади нормативно-правових актів, які стосуються охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в Україні. При вирішенні конкретних питань, пов'язаних з цими питаннями, важливо враховувати чинне законодавство та консультуватися з фахівцями з охорони праці та безпеки.

4.2. Основні фактори організації охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях для процесів автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях важливі в контексті сертифікації медіа-ресурсів, оскільки забезпечення безпеки робочого середовища та готовності до можливих надзвичайних ситуацій є основними аспектами в управлінні ризиками. Основними факторами, які мають бути враховані при організації охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях для процесів сертифікації медіа контенту є наступними:

- визначення та розробка процедур охорони праці для працівників, що працюють у сфері сертифікації медіа-ресурсів
- навчання персоналу щодо правил та процедур безпеки
- оцінка та управління ризиками для ідентифікації потенційних небезпек та розробка стратегій їх управлінням
- визначення заходів безпеки та проактивна реакція на ризики

- розробка та впровадження планів надзвичайних ситуацій для випадків, таких як пожежі, аварії, природні катастрофи та інші небезпечні події
- тренування персоналу щодо ефективного реагування на надзвичайні ситуації
- регулярна перевірка та технічне обслуговування обладнання, яке використовується в процесі сертифікації
- забезпечення безпеки робочого середовища, включаючи вентиляцію, освітлення та інші параметри
- впровадження заходів забезпечення безпеки персональних даних, оскільки у процесі сертифікації може використовуватися чутлива інформація
- регулярне навчання персоналу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях
- створення системи навчання та тестувань для перевірки реакції персоналу на різні сценарії розвитку подій ризику
- визначення та впровадження процедур, що забезпечують безпеку під час сертифікації медіа-ресурсів, зокрема при використанні спеціалізованого обладнання
- установлення контактів та механізмів співпраці з екстреними службами та організаціями надзвичайного реагування
- розробка планів відновлення діяльності та відновлення робочого процесу після надзвичайних ситуацій
- впровадження та дотримання стандартів безпеки та регуляцій, які стосуються галузі медіа-ресурсів.

Запропоновані заходи сприяють створенню безпечного та здорового робочого середовища для тих, хто займається сертифікацією медіа-ресурсів, та допомагають зменшити ризики в надзвичайних ситуаціях.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КОТЕДЖІВ ПЕРСОНАЛУ АПК

5.1. Економічний аналіз системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Проводимо аналіз економічної доцільності проектування та впровадження технології «розумний будинок» для двохрівневих квартир житлового комплексу. Економічна вигода розглянемо для двох складових: економія коштів і економія часу.

Економія коштів в основному досягається за рахунок скорочення витрат на електроенергію, що, при регулярно зростаючих тарифах, приносить досить відчутний ефект. Основними способами впливу на витрати електроенергії є:

Впровадження в проект автоматизації більш сучасних джерел освітлення, використання датчиків присутності і руху забезпечить автоматичне вимикання джерел світла. Економія досягається при автоматизації роботи різних кліматичних систем. Економія, за умови грамотного проектування системи може скласти від 10 до 40 відсотків.

Великі витрати можливі, якщо в будинку станеться витік води, загоряння, або пограбування. Використовуючи можливості систем автоматизації можна запобігти або мінімізувати наслідки від цих ситуацій.

Можливість використання технологій «розумного будинку» для економії часу пов'язано з тим, що потрібно витратити час на перевірку чи все вимкнено, або де знаходиться пульт керування від приладу.

На даний момент «розумний будинок» - це ефективно вкладення грошових коштів, що дозволяє істотно знизити витрати на проживання, а також заощадити

на експлуатації та обслуговуванні різних інженерних систем. При цьому значно підвищується комфорт проживання і скорочуються тимчасові витрати на управління всіма можливостями Вашого будинку.

В даний час термін окупності подібних систем складає від 5 до 115 років, але із зростанням цін на електроенергію цей час буде значно зменшуватись.

Витрати складаються з суми капітальних витрат та суми експлуатаційних витрат. Дохід становлять тарифні доходи, що і забезпечує ефективність капіталовкладень і інвестицій.

Загальна сума капіталовкладень на обладнання визначається на основі вартості обладнання для кожної квартири в будинку на закупку обладнання та його монтаж. Перша черга котеджного комплексу складається із 16 однотипних будівель.

Для усього котеджного містечка капітальні витрати становитимуть:

$$K_{\text{сум}} = K * 45 = 452\,228 * 45 = 20\,350\,260 \text{ грн}$$

Тарифні доходи без врахування податку на додану вартість

$$D_{\text{тар.}} = 1733400 - 0.167 * 1733400 = 1443923 \text{ грн}$$

5.2. Розрахунок терміну окупності інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК

Статичний метод розрахунку періоду окупності

$$ТОК^C = K_m / П_{\text{бал}} < ТОК.H$$

$ТОК.H$ - нормативний термін окупності проекту ($ТОК.H = 15$ роки)

$$ТОК^C = 20\,350\,260 / 1\,308\,573 = 15,6 \text{ року.}$$

Також термін окупності можна вирахувати за допомогою відношення усіх витрат на закупку обладнання та монтаж з налагодженням обладнанням до прибутку від експлуатації «Розумного будинку» за 1 рік (тарифні доходи):

$$ТОК = K_{\text{сум}} / D_{\text{тар}} = 20\,350\,260 / 1\,443\,923 = 14,1$$

Основні показники розрахунків зведено в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1. Основні показники менеджменту

№ п/п	Показники	одиниці	Величина
1	чисельність персоналу	чоловік	15
2	Капітальні затрати	2	20 350 260
3	Експлуатаційні затрати в т.ч. - амортизація	3	4 513 776
		2	3 052 539
4	Тарифні доходи (з ПДВ) загальні ПДВ		21 658 833
			489 478 <i>грн.</i>
5	Коефіцієнт економічної ефективності		0,06
6	Термін окупності	роки	11,5

Дана система є достатньо дорога та високо затратна. Потребує витрат на обладнання та монтаж, транспортування людей та прилади, що становить 20 350 260 грн. Прибуток від системи за 1 рік 1 443 923 грн. Розрахований коефіцієнт економічної ефективності становить 0.064, а термін окупності становить приблизно - 11,1- 11,5 років. Отже, впровадження проектованої мережі є доцільним хоча і має достатньо великий термін окупності.

ВИСНОВКИ

У представленій кваліфікаційній магістерській роботі ґрунтовно проаналізовано особливості і переваги комплексів котеджів персоналу АПК.

Показано, що будівництво котеджних комплексів для персоналу є стратегічно вигідним рішенням для підприємств АПК, оскільки це одночасно підвищує ефективність виробництва, покращує умови праці й сприяє зміцненню іміджу компанії як соціально відповідального роботодавця.

Визначено технічні вимоги до інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів з використанням новітніх інформаційних технологій, які забезпечують надійну та гнучку роботу інформаційної системи, дозволяючи знизити витрати на управління, покращити комфорт і безпеку мешканців та здійснювати високий рівень контролю над всіма процесами.

Проведено класифікаційний аналіз принципів та засобів побудови системи «розумний будинок» для котеджного комплексу персоналу АПК. та показано система «Розумний будинок не тільки підвищує комфорт і безпеку, а й сприяє ефективнішому використанню ресурсів, що відповідає сучасним стандартам екологічності та енергоефективності.

Досліджено методи та засоби smart технологій автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК, зокрема, методи та засоби Smart Grid енергомереж в рамках концепції глобальних інтелектуальних енергомереж Grid Edge.

Здійснено проєктування інтегрованої інформаційної системи автоматизації функціонування комплексу котеджів персоналу АПК на основі технологій розумних енергомереж (Smart Grid) згідно концепції інтелектуальних енергомереж Grid Edge (нульового споживання електроенергії ззовні) , розумних будинків (Smart house), Інтернету речей (IoT), хмарних сервісів (Cloud Technology) та сучасних Інформаційно-комунікаційних технологій (ICT).

Окреслено можливості практичного використання результатів у різних галузях АПК, що забезпечують надійну та гнучку роботу інформаційної системи, яка автоматизує функціонування комплексу котеджів для персоналу АПК, дозволяючи знизити витрати на управління, покращити комфорт мешканців та здійснювати високий рівень контролю над всіма процесами. та здійснено класифікаційний аналіз принципів та засобів побудови системи «розумний будинок» для котеджного комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Котеджний комплекс LAGOM URL: <https://lagom-development.com/lagom/> (дата звернення 17.09.2024)
2. Григоровський П.Є. Аналіз світового досвіду та сучасних технічних рішень будівництва швидкопоруджуваних житлових будинків. *Нові технології в будівництві*. 2022, № 4. С. 10-20. DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2022.41.2> (дата звернення 17.09.2024)
3. Матвій О.В. Основи комп'ютерних мереж: навчальний посібник / Матвій О.В., Мельник В.С., Черевко І.М. – Чернівці : Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, 2024. –158 с.
4. Сіменс-Україна. Технології Grid Edge — початок розвитку енергетичної системи майбутнього. URL: <https://press.siemens.com/ua/uk/presreliz/tehnologii-grid-edge-pochatok-rozvitku-energetichnoi-sistemi-maybutnogo> (дата звернення 18.09.2024)
5. Siemens. The grid edge revolution. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:17c4b7e8-6b2c-420c-bfca-324407938900/8594-05-whitepaper-the-grid-edge-complete-191115-final.pdf>
6. Жураковський Б.Ю., Зенів І.О. Технології інтернету речей. Навчальний посібник.-2021-С.133.
7. Siemens Global. Sensors. URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/hvac/sensors.html> (дата звернення 17.09.2024)
8. Bosch. Smart-sensor. URL: <https://www.bosch-sensortec.com/products/smart-sensor-systems/bhi260ab/> (дата звернення 17.09.2024)
9. Microsoft Dynamics 365 Business Central. URL: <https://innoware.ua/crm/> (дата звернення 17.09.2024)
10. Архітектура і технології IoT // електрон. текст. дані URL:

https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/68838/mod_resource/content/2/%D0%9B1.pdf.

(дата звернення 17.09.2024).

11. Баранов О.А. Інтернет речей (ІоТ) і блокчейн / О.А Баранов // Інформація і право. -2018. - № 1. - С. 59-71.7. Баранов О.А. Інтернет речей (ІоТ): мета застосування та правові проблеми / О.А.Баранов // Інформація і право. - 2018. - № 2. - С. 31-44.

12. ПРОГРАМИ ІОТ: найкращі програми ІоТ у 2023 році [Electronic resource] URL: <https://businessyield.com/uk/technology/iot-a> (дата звернення 17.09.2024).

13. Системи Розумного будинку. URL: <https://www.smarthouse.ua/ua/> (дата звернення 17.09.2024).

14. АІоТ: навіщо Інтернету речей потрібен штучний інтелект [Electronic resource] URL: <https://iotji.io/aiot-navischo-internetu-rechei-potriben-shtuchnyi-intelekt/> (дата звернення 17.09.2024).

15. MQTT: відкритий мережевий протокол та його значення в ІоТ. [Electronic resource] URL:<https://www.hwlibre.com/uk/mqtt/> (дата звернення 17.09.2024).

16. Architecture of Internet of Things (IoT) [Electronic resource] URL: <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-internet-of-things-iot/>.

17. Intelligent Systems for the Internet of Things: Essence, Perspectives and Problems [Electronic resource] URL: https://www.researchgate.net/publication/356458069_Intelligent_Systems_for_the_Internet_of_Things_Essence_Perspectives_and_Problems.

18. Internet of Things (IoT) Architecture: Layers Explained [Electronic resource] URL: <https://dgtlinfra.com/internet-of-things-iot-architecture/>.

19. Fog Computing Definition [Electronic resource] URL: <https://www.heavy.ai/technical-glossary/fog-computing>.

20. Edge Computing [Electronic resource] URL:
<https://www.accenture.com/us-en/insights/cloud/edge-computing-index/>