

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Інженерної інфраструктури та комп'ютерних наук"

Кафедра "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

**До захисту допущено
завідувач кафедри**

І. В. Нездвецька

“ ” 2024 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної випускової роботи
освітньо-професійного ступеня “фаховий молодший бакалавр”
спеціальність **141 “Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка”**

на тему: “Розробка системи автоматичного керування системою
життєзабезпечення котеджа”

Виконав: студент IV курсу, групи Е -41
спеціальності

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
Дітківський В.В.

Керівник роботи _____ к.т.н., доц. Нездвецька І.В.

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Випускова кваліфікаційна робота «**Розробка системи автоматичного керування системою життєзабезпечення котеджа**» складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка виконана на 75 сторінках формату А4, містить 29 рисунків та 10 таблиць. В роботі розроблено електронну систему управління «розумним будинком» з підвищеною ефективністю, яка дозволяє переглядати показання з датчиків, керувати побутовими приладами та освітленням.

Актуальність теми. «Розумний будинок» – це сучасний інструмент підвищення рівня комфорту і життя людини, а оскільки більшість процесів керується електронікою і відбувається автоматично, то це робить актуальним вивчення і вдосконалення таких технологій.

Мета роботи полягає в розрахунку розробці ефективної системи «розумного будинку» з автономним джерелом електроенергії, яка буде керуватися сучасними електронними пристроями.

Об'єктом дослідження є процеси в електронних системах «розумного будинку».

Предмет дослідження: ефективність роботи «розумного будинку» з автономним джерелом живлення.

Ключові слова: РОЗУМНИЙ БУДИНОК, КОНТРОЛЕР, ДАТЧИК, СИГНАЛІЗАЦІЯ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»...	6
1.1 Поняття, концепція та основні характеристики "розумного будинку"	6
1.2 Шляхи та засоби підвищення ефективності систем автоматичного управління в розумних будинках.....	13
1.2.1 Освітлення	13
1.2.2 Система клімат-контроль	16
1.2.3 Системи безпеки і відеоспостереження	17
1.2.4 Контроль витоків води та газу.....	19
1.2.5 Штучний інтелект у розумних будинках.....	20
Висновки до розділу 1.....	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	23
2.1 Аналіз готових рішень для «розумного будинку».....	23
2.2 Вибір техніко-технологічного забезпечення для проекту.....	28
2.2.1 Технології зв'язку Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave	28
2.2.2 Вибір компонентів	31
2.3 Керовані вітрові турбіни, що постачають енергію до енергоприймального обладнання розумного будинку.....	40
2.4 Обґрунтування обладнання для встановлення системи управління	43
2.4.1 Вибір лінії електропередач.....	43
2.4.2 Розрахунок апаратів захисту.....	45

					ДП 14.104.1028 ПЗ					
Змн.З	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ					
Розроб.		Дітківський В.В.						Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Нездвєцька І.В.								
Реценз.								ЖАТФК зр. Е-41		
Н. Контр.										
Затверд.										

2.4.3 Розрахунок струмів короткого замикання.....	48
Висновки до розділу 2.....	51
РОЗДІЛ 3. АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ НА ОСНОВІ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛERA.....	52
3.1 Архітектура і алгоритм роботи системи керування	52
3.2 Вибір обладнання	53
3.3 Програмна реалізація системи керування	57
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ.....	63
4.1 Підготовка до початку експлуатації вітроустановки	64
4.2. Організація робочих процесів на ВЕУ	66
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

ВСТУП

На початку ХХІ століття людству довелося зіткнутися з проблемою розв'язання енергетичних проблем, спрямованих на майбутнє та пов'язаних з вичерпанням традиційних джерел енергії і погіршенням екологічного стану планети Земля. У промислово розвинених країнах звертають велику увагу на розробку систем, в основі яких лежать поновлювані джерела енергії, у тому числі енергія Сонця і вітру. Незворотне виснаження світових вуглеводневих запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинених країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики та створювати енергопостачання об'єктів різного масштабу незалежним від традиційної енергосистеми.

Разом з цим, виникають певні проблеми з інтеграцією генераторів електроенергії на базі відновлюваних джерел з загальнодержавною єдиною енергосистемою. Нестабільність генерації в часі, спотворення форми кривої електричного струму, відносно висока вартість відповідного обладнання та інші чинники спонукають науковців і виробників до пошуку більш досконаліх технічних рішень.

В сучасному світі більшість повсякденних завдань спрощені або автоматизовані, і з кожним роком ця тенденція зростає. У побут сучасної людини щільно увійшли електроніка і технології віддаленого управління. Популярність автоматизованих систем, таких як «розумний будинок», обумовлена прагненням людини до комфорту і зручності. Додатковою привабливістю є безпека, будь то протипожежна система або сигналізація з дистанційним оповіщенням.

					<i>ДП 14.104.1028 ПЗ</i>			
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дітківський В.В.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нездвєцька І.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>ЖАТФК зр. Е-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

"Розумні будинки" є сучасними інструментами для підвищення рівня комфорту та проживання, а також придатні для досліджень і вдосконалення, оскільки деякі процеси є автоматичними, а іншими можна керувати дистанційно. На відміну від інших методів формування житлових просторів, розумний будинок характеризується авангардним методом комунікації між людьми та житловим простором, який визначає режим роботи всіх електричних та інженерних систем за заздалегідь визначеним алгоритмом і надсилає інструкції автоматичним системам, які перевіряють. Відрізняється можливістю задати бажану ситуацію за допомогою

Загальноприйняті тенденції розвитку суспільства загалом і технологічних систем зокрема свідчать про необхідність впровадження систем домашньої автоматизації, які використовують сучасну електроніку, програмне забезпечення та допоміжні пристрої з метою покращення життя людей та підвищення ефективності роботи технологічних систем. Крім того, не слід забувати про необхідність враховувати переваги та недоліки існуючих та проєктованих систем.

Метою даної роботи є розробка електронної системи управління для розумних будинків з підвищеною ефективністю, яка зможе відображати показання з датчиків і керувати побутовими приладами та освітленням. Будинки будуть живитися від вітрових турбін, альтернативного джерела енергії. Керувати системою можна через веб-браузер або мобільний додаток.

Завдання, вирішені в рамках дипломного проєкту: аналіз існуючих систем та готових рішень, проєктування та розробка системи.

1 ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Поняття, концепція та основні характеристики "розумного будинку"

Стрімкий темп розвитку сучасної цивілізації зумовлює необхідність впровадження інноваційних розробок у всі сфери людського життя. Створення комфортного житлового простору вимагає вирішення проблем системи "людина-соціум-середовище".

Архітектура стала соціальним явищем, спрямованим на задоволення біологічних і соціальних потреб людини, не тільки в умовах боротьби з глобальним потеплінням, а й через зростання інтенсивності людської праці та численні вимоги до економії суспільної енергії. Завдяки технологічному прогресу дизайнери не можуть обмежуватися лише пасторальним ландшафтом людини і природи. Основними проблемами в архітектурі майбутнього є енергозабезпечення та глобальне потепління, саме тому вчені-теоретики розробили системи "розумного дому". "Розумний дім" - це сучасний житловий будинок, організований для проживання людини за допомогою автоматизації та високотехнологічного обладнання [1].

Кількість клієнтів, які бажають "інтелектуалізувати" своє житло, зростає з кожним роком. Зростає і кількість компаній, що займаються проектуванням та впровадженням систем, але, незважаючи на це, в Україні цей процес відбувається повільно. Проблемою є недостатня обізнаність споживачів про всі можливості автоматизованого житла та висока вартість житла. Слабка комп'ютерна культура також впливає на попит. Велику роль відіграють рівень розвитку компаній, що мають потенціал для впровадження таких систем,

					<i>ДП 14.104.1028 ПЗ</i>			
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дітківський В.В.</i>			<i>1 ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нездвєцька І.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Лаврищев О.О.</i>						
						<i>ЖАТФК зр. Е-41</i>		6

4) Google. Це американський бренд, який виробляється в Китаї. Його розумним будинком можна керувати як за допомогою мобільних додатків, так і голосом. Асистент реагує на привітання "Okay Google" і виконує такі запити, як увімкнення музики або встановлення будильника. Музична колонка (єдиний пристрій, який виробляє Google) використовується як центр управління. Всі інші гаджети розроблені партнерами Google, такими як Xiaomi, TP-Link і Philips. Тому список сумісних пристроїв досить великий. Ціна комплектів, які можуть керувати освітленням, опаленням, нагріванням води та іншими побутовими пристроями, визначається в кожному випадку індивідуально.

Переваги.

- Наявність розумних динаміків;
- Можливість голосового управління;
- Сумісність з еко-системою побутової техніки різних виробників.

Недоліки: висока ціна.

5) Amazon - найближчий конкурент Google Home, американо-китайська компанія. Екосистема побудована навколо розумних колонок компанії, які чудово працюють з IoT-пристроями різних виробників. Це дозволяє користувачам легко зібрати необхідний їм набір з можливістю подальшого розширення. Amazon вважається найбільш гнучким і перспективним брендом у цьому сегменті завдяки широкій сумісності, високій якості, безлічі новітніх розробок і помірним цінам.

Як і у випадку з Google Home, Amazon виробляє лише колонки. Решту пристроїв збирають інші виробники.

Переваги:

- гнучкість системи;
- можливість налаштування великої кількості сценаріїв автоматизації;
- сумісність з багатьма виробниками;
- голосове керування.

Недоліки: відсутність української мови.

Порівняльні характеристики різних систем для «розумного будинку» наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики систем для «розумного будинку»

Система керування	Ajax StarterKit	Xiaomi Mijia	Redmond	Google Home	Amazon
Простота налаштування	+	+	+	+	+
Відкритість системи	–	+	–	+	+
Мобільний додаток	+	+	–	+	+
Web-інтерфейс	+	+	+	+	+
Голосове керування	–	–	–	+	+
Середня вартість системи, грн.	8000	4000	6500	16000	18000

Серед готових програмно-апаратних рішень Google Home та Amazon є найбільш функціональними та простими в інтеграції, оскільки їх легко налаштовувати та встановлювати додаткове обладнання. Однак ці варіанти не є ідеальними через їхню високу ціну та необхідність "збирати" системи з обладнання різних виробників.

2.2 Вибір техніко-технологічного забезпечення для проекту

2.2.1 Технології зв'язку Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave. Наразі найпопулярніші пристрої розумного будинку використовують технології Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee та Z-Wave [13]. Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, і ніхто не забороняє використовувати їх разом, щоб компенсувати

відповідні недоліки. Однак різні технології використовуються для різних завдань і різних типів смарт-пристроїв.

Наприклад, побутова техніка (телевізори, холодильники, кавоварки) зазвичай використовують Wi-Fi або Bluetooth, які можна знайти в будь-якому мобільному телефоні. Це тому, що ця технологія використовується без повноцінної системи розумного будинку. Вбудовані модулі, такі як ZigBee і Z-Wave, підходять для автоматизації освітлення. Однак для їх повноцінної роботи потрібні спеціальні хаби для

1) Wi-Fi. IP-камери, телевізори, аудіо/медіаплеєри та інші пристрої передачі відео не можуть існувати без Wi-Fi. Звичайно, Wi-Fi можна використовувати і для вимикачів світла, датчиків і термостатів, але неможливість ретрансляції сигналів і високе енергоспоживання призводить до того, що датчики, які працюють роками, не можуть. Виробники випускають власні додатки для Wi-Fi пристроїв, таких як розумні лампочки, чайники, холодильники та роботи-пилососи, і не існує єдиного стандарту для керування всіма приладами з одного додатку. Це унеможлиблює використання розумного будинку, що працює лише через Wi-Fi, по-справжньому корисним [13].

2) Bluetooth. Поточна версія, Bluetooth Low Energy 4.2, має низьке енергоспоживання, завдяки чому працюють невеликі бездротові навушники, колонки та різні датчики на батарейках. Проблема тут така ж, як і з Wi-Fi: немає єдиного стандарту управління, тому виробникам доводиться створювати власні програми.

Це незручно для користувачів, оскільки їм доводиться створювати власні програми. Дуже важлива для розумного будинку технологія Mesh (комірчасті мережі) з'явилася лише у версії 5.0 і поки що не дуже популярна, але майбутнє розумного будинку може бути саме за Bluetooth LE 5.

3) ZigBee. ZigBee спочатку був розроблений для сенсорних мереж для електрики, води та електроніки.

ZigBee був спочатку розроблений для сенсорних мереж, таких як датчики електроенергії, води, газу і температури. Існують різні топології

Таблиця 2.2 – Порівняння технологій зв'язку для «розумного будинку»

Технологія	Де використовується	Наявність єдиного стандарту, щоб управляти всією технікою з однієї програми	Вартість
Wi-Fi	IP-камерах, телевізорах, аудіо/медіа-плеєрах і іншій техніці для передачі відеосигналу	Немає	Середня
Bluetooth	бездротові навушники, колонки і різні датчики на батарейках	Немає	Середня
ZigBee	для застосування в мережах з датчиків, таких як лічильники електроенергії, води, газу, датчики температури	Немає	Мала
Z-Wave	спеціально для домашньої автоматизації	Повна сумісність	Висока

2.2.2 Вибір компонентів. Розглянувши все, що було сказано в розділі 2.2.1, перейдемо до вибору компонентів розумного будинку. Перш ніж вибрати пристрої, необхідно визначити завдання, яке повинен вирішувати розумний будинок. У цьому кваліфікаційному тесті буде реалізована охорона і часткова автоматизація в замському котеджі.

Найпростішим гаджетом, з якого починається облаштування розумного будинку, є розумна лампочка. На основі аналізу сучасних технологічних засобів у відповідному напрямку (табл. 2.3) обрано пристрій з максимально можливим світловим потоком та найнижчою ціною і енергоспоживанням. Це модель Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb.

W3 White (рис. 2.4). Для максимізації енергоефективності цього технічного рішення рекомендується встановити в електричний ланцюг датчик руху.



Рисунок 2.4 – Смарт-лампа Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White

Таблиця 2.3 – Порівняльні дані для вибору смарт-ламп

Бренд (виробник)/показник	Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White	Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White	Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White	Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White	Xiaomi Yeelight Smart LED Bulb W3 White	LEDVANCE A60 8W 2700K E27
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тип	LED	LED	LED (RGB)	LED (RGB)	LED (RGB)	LED з акумулятором
Споживання, Вт	8	15.5	9	8.7	8.5	8
Еквівалент потужності лампи розжарювання, Вт	50	100	69	60	55	60
Світловий потік (яскравість), лм	900	1600	950	806	800	806
Колірна температура, К	2700	2700				2700
Кут розсіювання		220 °		220 °		200 °
Регулювання яскравості	✓	✓	✓	✓	✓	-
управління зі смартфона	✓	✓	✓	✓	✓	-

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Підтримка Apple HomeKit	-	✓	-	-	✓	-
Підтримка Google Home	-	✓	✓	✓	-	-
Голосові асистенти	+	+	+	+	+	
Заявлена тривалість роботи, год	15000	25000	25000	15000	25000	15000
Дата виходу у масовий продаж	листопад 2021	січень 2021	грудень 2020	липень 2022	липень 2020	вересень 2023

Також передбачено датчик температури та вологості. Зовнішній вигляд показано на рис. 2.5, а технічні характеристики – в табл. 2.4. MIR-TE200-WT має дуже високі показники надійності, зручний і простий інтерфейс і відносно недорогу вартість.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики датчика Tuuya Smart Life Wi-Fi MIR-TE200-WT White

Тип	Гігрометр-термометр WiFi
Виробник	Tuuya
Колірне виконання	Білий
Спосіб зв'язку	WiFi 2,4G
Робоча температура	-10 ~ + 55 °C 0 ~ 100% RH
Живлення	DC 4.5 V
Матеріал	АБС-пластик/Полікарбонат



Рисунок 2.5 – Датчик температури і вологості TuYa Smart Life Wi-Fi MIR-TE200-WT White

Домовласник може дистанційно перевіряти температуру всередині будинку та встановлювати необхідні параметри за потреби. Дистанційне керування особливо корисне для підтримки мінімального опалення, щоб запобігти замерзанню труб взимку. Датчики також можуть бути інтегровані в схеми розумного будинку для автоматизації активації зволожувачів повітря, кондиціонерів, обігрівачів, очищувачів повітря та іншого кліматичного обладнання.

Наступний елемент – датчики відчинення/зачинення дверей і вікон. При виборі датчика відчинення/зачинення дверей слід враховувати наступні параметри:

1) Тип. Датчики можуть бути інфрачервоними, магнітними або радіочастотними. Кожен варіант має свої особливості та вимоги до застосування, тому перед покупкою геркона потрібно визначитися, який з них буде найкращим для вас.

2) Відстань передачі сигналу. Цей параметр дуже важливий для бездротових моделей. Рекомендується вибрати геркон, який передає сигнали на відповідну відстань, щоб забезпечити повне покриття необхідної площі.

3) Надійність. Необхідно вибрати контролери від надійних виробників.

Це пов'язано з тим, що він повинен виконувати свою функцію ефективно і без помилок.

4) Сумісність. Якщо на об'єкті вже встановлена система безпеки або контролю доступу, потрібно переконатися, що нове обладнання сумісне з тим, що вже є.

5) Простота встановлення. Датчики відчинення/зачинення дверей повинні бути простими в налаштуванні та швидкими в установці. Завдяки цьому можна уникнути додаткових витрат на встановлення або заміну пристрою.

Найпоширеніші моделі датчиків відчинення дверей

- накладний магнітоконтактний SMK 40M SILVER (метал) TRINIX - 335₴;
- датчик відчинення/зачинення X-Shift Tiras - 1 020₴;
- врізні магнітні контакти SMK 3-44 BROWN (метал) TRINIX - 78₴;
- Магнітні контакти SMK 42MK (N) SILVER (метал) TRINIX накладні - 371₴;
- магнітні контакти SMK 3-16 BROWN (дерево, пластик) TRINIX - 78₴.

Враховуючи наведені вище вимоги та рекомендації, обираємо датчик X-Shift Tiras для встановлення (рис. 2.6, табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики датчика X-Shift Tiras

Дальність передачі	Дальність радіозв'язку на відкритому
Тип сенсору	Сенсор Хола
Шифрування	AES
Клас захисту	IP30
Підключення	Бездротове
Робоча частота	868-868.6 МГц
Розміри та вага	20 / 89 / 20 мм та 32 г
Робоча температура	-10 °С ~ +40 °С
Живлення	Літієва батарея CR123A

Ключові особливості.

- використання датчиків Холла замість звичайних герконів дає багато переваг, таких як калібрування, захист від несанкціонованого доступу за допомогою сильних магнітів і можливість розміщення магнітів з обох боків;
- можна підключити дротові датчики відкриття/закриття або зовнішні світлодіоди;
- датчик не приклеюється;
- датчики можна встановлювати горизонтально або вертикально;
- зашифрований двосторонній зв'язок з централлю;
- середній час роботи 5 років від комплектних батарей CR123A;
- швидкий монтаж за допомогою кронштейнів.

Основне застосування – повідомлення про несанкціоноване проникнення, але також може використовуватися, наприклад, для команди вимкнення кондиціонера, якщо відкрито вікно. Якщо хтось намагається проникнути в будинок, на смартфон власника надходить сповіщення. Його також можна підключити до камери спостереження, щоб увімкнути тривогу, яка відлякає злодіїв або повідомить сусідів.



Рисунок 2.6 – Датчик відкриття дверей/вікон X-Shift Tiras

Димові пожежні сповіщувачі необхідні для виявлення диму та забезпечення пожежної безпеки. Враховуючи існуючі рекомендації, було обрано модель Sparta AF-20 (рис. 2.7). В автономному режимі він може функціонувати як пожежна сирена, а також може подавати команду на вимкнення електроприладів у разі пожежі.



Рисунок 2.7 – Датчик диму Sparta AF-20

Детектори витоку води слід встановлювати у ванних кімнатах, туалетах, під кухонними мийками, біля пральних машин та біля радіаторів опалення; обирайте Ezviz T10 (рис. 2.8). Такі датчики найкраще встановлювати разом з електромагнітними водяними клапанами. Якщо виникає проблема, датчик надсилає сигнал, щоб перекрити воду.



Рисунок 2.8 – Датчик протікання води Ezviz T10

Ще один важливий елемент - датчик руху. Він визначає рух людей і тварин за допомогою теплових хвиль і не реагує на собак і котів. Пристрій розумного будинку Hommyн MS-20-Z (рис. 2.9) можна закріпити одним шурупом або приклеїти до стіни двостороннім скотчем. Залежно від частоти використання, однієї батарейки вистачає приблизно на 2-3 роки. Датчик дуже компактний і тому малопомітний у коридорах і ванних кімнатах.



Рисунок 2.9 – Сенсор руху Smart home Hommyн MS-20-Z

Завдання розумного будинку часто зосереджені на вмиканні та вимиканні електроприладів. Тому необхідно передбачити розумні розетки. Розумні розетки виконують роль адаптера від звичайної розетки до електроприладу і не потребують монтажу. Функціонал таких розеток дуже широкий. Обрана для цього дослідження TP-Link HS100 (рис. 2.10) може вмикати електроприлади за таймером, наприклад, коли доступний найвигідніший тарифний план, а також збирати статистику енергоспоживання.

Наразі деякі прилади можуть бути інтегровані в систему без розумної розетки. Наприклад, пристрої в системі Redmond на платформі Ready For Sky (розумний чайник, мультиварка тощо) [13].



Рисунок 2.10 – «Розумна розетка» TP-Link HS100

Проект розумного будинку також включає моторизовані карнизи для штор. Інсталяція показана на рис. 2.11: для керування двигунами штор і жалюзі підійдуть мікромодулі Fibaro, Zipato і Qubino. Тут буде обрано найбільш функціональний мікромодуль Qubino для керування звичайним двигуном і фазовим керуванням жалюзі. Цей модуль може вимірювати споживання енергії та автоматично визначати кінцеве положення жалюзі. Крім того, він може синхронізуватися з будильником вашого смартфона.

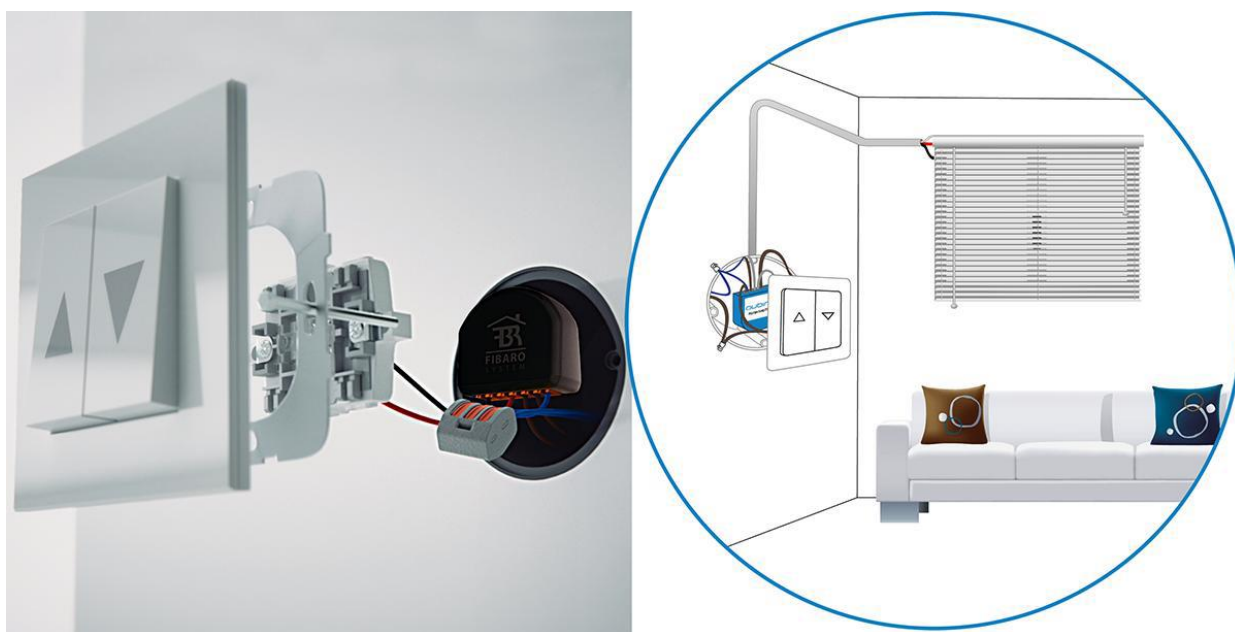


Рисунок 2.11 – Принцип установки електричного карнізу

Як згадувалося вище, існує багато виробників та елементів, кожен з яких використовує різні технології. Щоб об'єднати їх в одну систему

потрібен додатковий пристрій, який називається шлюз. Шлюз виконує роль центру мережі, збираючи дані з усіх датчиків, надсилаючи їх у хмару, щоб до них могли отримати доступ смартфони, і перенаправляючи команди між пристроями. Не існує єдиного стандарту для інтеграції різних пристроїв в одну систему. Тому необхідно вибирати одного виробника і його систему (див. розділ 2.1) або будувати розумний будинок з використанням IoT-маршрутизатора, який підтримує кілька протоколів одночасно: наприклад, Wi-Fi, Z-wave, Zigbee і Bluetooth. У проєктованій системі таким маршрутизатором буде Rubetek CC1.

2.3 Керовані вітрові турбіни, що постачають енергію до енергоприймального обладнання розумного будинку

Автономна енергосистема будинку, структура якої показана на рис. 2.12, забезпечує кількість енергії, необхідну для роботи всіх компонентів розумного будинку, без перебоїв в електропостачанні або перебоїв з напругою.

Загальний механізм автономної енергосистеми складається з послідовно з'єднаних елементів:

1. первинне джерело енергії - в якості такого джерела можуть використовуватися сонячні панелі і різні вітрогенератори малої потужності;
2. зарядний пристрій з контролером заряду;
3. акумуляторні батареї;
4. інвертор.

В якості системи керування вітрогенератором використовується готове рішення на базі пристрою OVEN [15]. До складу системи входять:

- програмоване реле PR200 - 2 шт;
- модуль аналогового вводу MV110-8A;
- модуль цифрового вводу MV110-16DN;
- модуль ME110-220, який вимірює параметри електричної мережі;

- блок керування симісторами та тиристорами BUST2;
- мережевий шлюз OwenCloud RS-485 <-> Мережевий шлюз для доступу до GPRS-сервісу PM210.

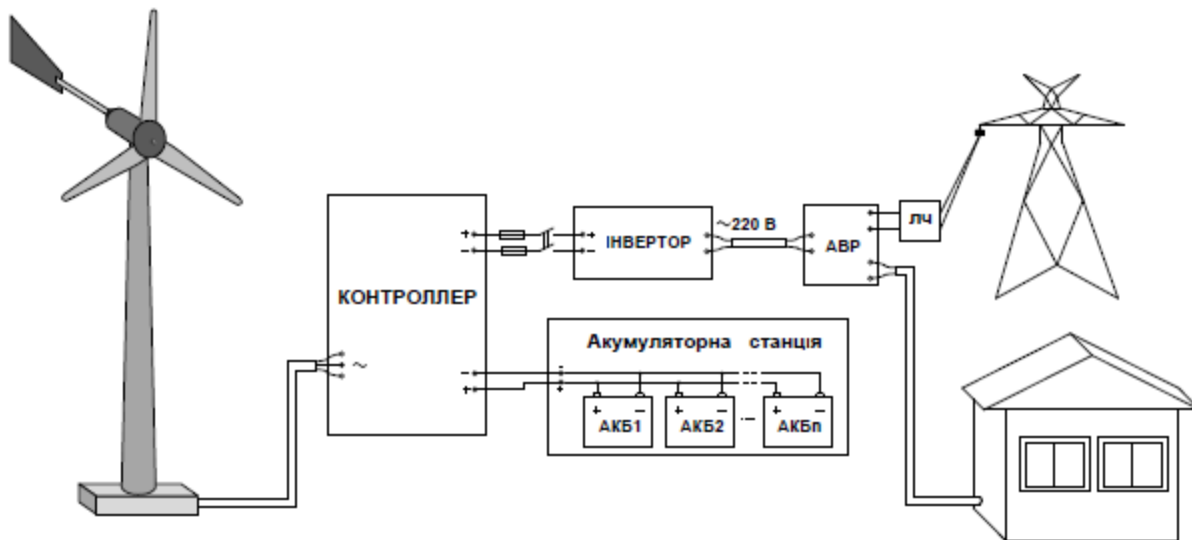


Рисунок 2.12 – Система автономного електропостачання «розумного будинку»

Одне реле PR200 (головне) керує запуском вітрогенератора та механічних систем і забезпечує обмін дискретними та аналоговими даними датчиків з хмарним сервісом OwenCloud та модулем MV110; друге реле PR200 (підлегле) керує силовою автоматикою та підключенням генератора до електромережі, а також контролює параметри генератора та підключення до мережі і контролює параметри мережі та струми в ланцюгах генератора за допомогою модуля ME110, який зчитує струм, частоту і коефіцієнт потужності.

BUST2 використовується для керування силовими тиристорами. Для синхронізації використовується спеціальний алгоритм, який керує перемиканням силових тиристорів, забезпечуючи плавне з'єднання генераторів на синхронних частотах. Схема системи керування, обраної для автономної вітроелектростанції, показана на рис. 2.13.

Якщо установка ВЕУ покрита стільниковим зв'язком, є можливість

дистанційно керувати запуском і контролювати робочі параметри ВЕУ через хмарний сервіс OwenCloud. Система дозволяє контролювати наступні параметри ВЕУ [15]:

- вихідна напруга, струм, коефіцієнт потужності та частота генератора;
- частота обертання валів турбіни та генератора
- напрямок вітру та швидкість вітру на гондолі;
- температура масла в агрегаті, підшипниках турбіни та редукторі;
- генерація електроенергії та миттєва потужність;
- стан окремих датчиків системи управління вітрогенератором;
- стан сигналів керування електроавтоматики.

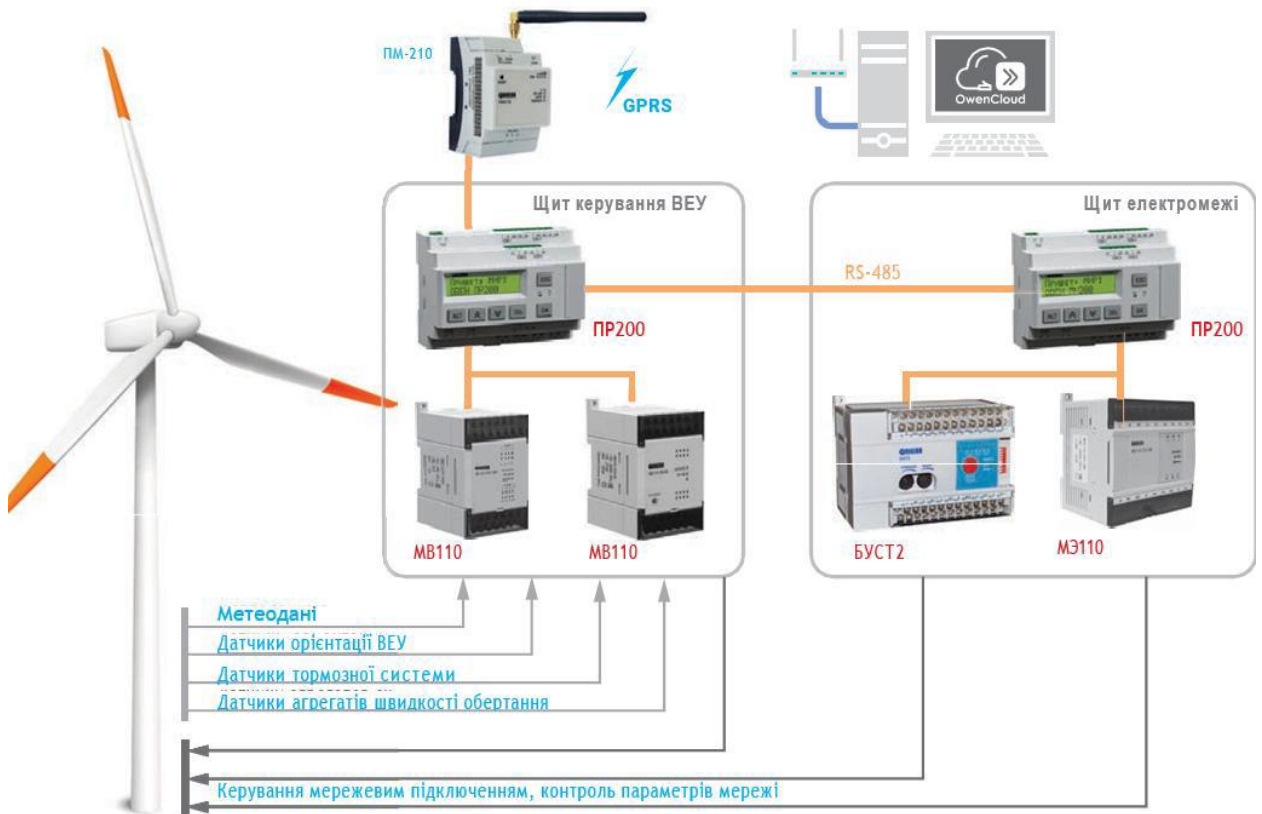


Рисунок 2.13 – Система керування вітроенергетичною установкою для «розумного будинку»

Моніторинг ВЕУ можна здійснювати через додаток OwenCloud з ПК або смартфона. Кожен параметр відображається в режимі реального часу на вкладці "Хмарні сервіси" та зберігається в архіві протягом 90 днів.

2.4 Обґрунтування обладнання для встановлення системи управління

Для розробки системи управління будівлею будуть використані вихідні дані, наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Вихідні дані

Найменування	P, кВт
Газовий котел типу Bosh-16CH/KE	0,07-0,15
Насосна станція Metabo HWW 40/4500	1,3
Система вентиляції	0,3
Система кондиціонування	1,5
Холодильник и інші побутові прилади	0,04-0,3
Освітлення	0,3
Система поливу	0,8
Інше	1
Системи контролю «розумний будинок»	0,5
Разом:	6

2.4.1 Вибір ліній електропередач. Вибираємо переріз кабелю або проводу відповідно до довготривалого допустимого струму. Розрахунковий струм в кабелі або проводі повинен бути меншим або дорівнювати довгостроково допустимому струму з урахуванням поправочного коефіцієнта. Розрахунковий струм визначається за наступним рівнянням:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_H \cos\varphi}, \quad (2.1)$$

де P_p – розрахункова потужність, кВт;

U_H – номінальна напруга, кВ;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності (0.5).

Перевіримо обраний переріз економічної щільності струму за формулою:

$$F=I_p/J_{ек}, \quad (2.2)$$

де $J_{ек}$ – економічна щільність струму (1,7), А/мм².

Перевірте втрати напруги обраного перерізу. Якщо втрати перевищують допустимі межі, переріз слід збільшити:

$$\Delta U=(P_p*L)/(C*F*\cos\varphi), \quad (2.3)$$

де P_p – розрахункова потужність, кВт;

L – довжина лінії, м;

C - коефіцієнт, що приймається 72 - для міді, 44 - для алюмінію при лінійній напрузі 380В трифазної лінії з нулем, і 12 - для міді та 7.4 для алюмінію при фазній напрузі 220В двопровідної лінії;

F -переріз жили, мм²;

$\cos\varphi$ -коефіцієнт потужності.

Розрахунки зведені до табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок перерізу живильної лінії

$I_p, (A)$	$F, (Amm^2)$	$\Delta U, (B)$
28	5470	0,92

Виходячи з розрахункових параметрів для прокладання повітряної лінії, було обрано провід типу СПП-5, 4х6 мм² з алюмінієвого сплаву.

Вибір проводів живлення електроприладів.

Для трьохфазної мережі розрахунки проводимо за такою формулою:

$$I=P/(\sqrt{3}*U*\cos\varphi), \quad (2.4)$$

де P – розрахункова потужність, кВт;

U – номінальна напруга, кВ;

$$I_{т.р} \geq I_{\max}, \quad (2.6)$$

де $I_{т.р}$ – номінальний струм або вставка теплового розчіплювача автоматичного вимикача з нерегульованою або регульованою назад залежною від струму характеристикою (незалежно від наявності або відсутності відсічення), А;

I_{\max} – максимальний розрахунковий струм навантаження, А.

Для електродвигунів автоматичний вимикач має бути обраний за умовами:

$$I_{т.р} \geq 1,25 I_{\text{ном.}} \quad (2.7)$$

$$I_{у.е.о.} \geq 1,25 I_{\text{пуск}}, \quad (2.8)$$

де $I_{\text{ном.}}$ – номінальний струм електроприймача, А;

$I_{\text{пуск}}$ – пусковий струм електроприймача, А;

$I_{у.е.в.}$ – номінальне значення струму вставки електромагнітного розчіплювача миттєвої дії (відсікання), А.

1,25 – коефіцієнт, що враховує розкид характеристик при налаштуванні автоматів, і навіть неточність у визначенні пускового струму.

Для групи електроприймачів:

$$I_{т.р} \geq 1,1 I_{\max}. \quad (2.9)$$

$$I_{у.е.о.} \geq 1,2 (I_{\text{пуск}} + I_{\max}), \quad (2.10)$$

де $I_{\text{пуск}}$ – найбільший пусковий струм одного електроприймача у цій групі, А.

При одночасному запуску групи електродвигунів сумарний пусковий струм цієї групи.

I_{\max} – розрахунковий максимальний струм інших електроприймачів групи, що працюють у тривалому режимі, А.

Автоматичні вимикачі повинні надійно переривати всі види коротких замикань у мережах з глухозаземленою нейтраллю.

У пункті 1.7.79 Правил улаштування електроустановок зазначено, що струм короткого замикання повинен бути не менше ніж утричі більшим за номінальний струм некерованих роз'єднувачів або струм вставки автоматичних вимикачів із струмозалежними характеристиками.

Якщо мережі захищаються тільки електромагнітними роз'єднувачами (відсікачами), коефіцієнт вставки струму короткого замикання повинен бути не менше 1,4 для номінального струму до 100 А і не менше 1,25 для номінального струму понад 100 А.

Довготривалий допустимий струм проводу повинен бути обраний відповідно до умов:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p, \quad (2.11)$$

$$I_{\text{доп}} \geq (K_{\text{зах}} * I_{\text{зах}}) / K_{\text{п}}, \quad (2.12)$$

За нормальних умов прокладання $K_{\text{п}} = 1$.

Коефіцієнт захисту $K_{\text{зах}}$, обчислений за формулою:

$$K_{\text{зах}} \leq I_{\text{доп}} / (I_{\text{зах}} * a K_{\text{п}}). \quad (2.13)$$

Забезпечення селективності вимикачів

Селективність повинна бути забезпечена між послідовними вимикачами в мережах 0,4 кВ, між високовольтним захистом і вимикачами 0,4 кВ у трансформаторах живлення 6(10)/0,4 кВ, а також між вимикачами і магнітними пускачами в лініях, що захищаються.

Магнітні пускачі.

Селективність тільки між тепловими роз'єднувачами та послідовно з'єднаними вимикачами може бути забезпечена за таких умов.

$$I_{a.p.б} \approx 1,5 I_{a.p.м}, \quad (2.14)$$

де $I_{a.p.б}$ – струм торкання теплового розчіплювача вищого ступеня захисту, А;

$I_{a.p.м}$ – струм торкання теплового розчіплювача нижче ступеня захисту, А.

У разі захисту комбінованими автоматичними вимикачами або автоматичними вимикачами з електромагнітним розчеплювачем селективність не може бути забезпечена у всіх випадках, коли струм короткого замикання в лінії, що захищається меншим автоматичним вимикачем, може бути більшим, ніж миттєвий струм відключення (струм спрацьовування) більшого автоматичного вимикача. Це пов'язано з тим, що час відключення через струм короткого замикання майже однаковий, незважаючи на різні номінальні струми.

Таблиця 2.9 – Вибір захисних апаратів

№ авт..вим.QF	$i_{\text{ном.сп.}} \text{ (A)}$	$I_{т.р} \text{ (A)}$	$I_{\text{ном.авт. вим.}} \text{ (A)}$
1,3	26,05	31,9	32
2	12,1	15,3	16
4	3	6,1	10

2.4.3 Розрахунок струму короткого замикання. Коротке замикання – це коротке замикання між фазами, яке не передбачене за нормальних умов експлуатації, а в мережах із заземленою нейтраллю – це також замикання на землю або нейтраль однієї або декількох фаз.

У мережах з ізольованою нейтраллю замикання на землю однієї фази не є коротким замиканням. Однак одночасне замикання на землю двох або трьох фаз є коротким замиканням.

Трифазні, двофазні та однофазні короткі замикання можуть виникати в системах із заземленою нейтраллю. Трифазні, двофазні та двофазні замикання на землю присутні в системах з ізольованою нейтраллю. Вищезазначені типи

коротких замикань можуть комбінуватися по-різному: окрім короткого замикання в одній точці, короткі замикання можуть також відбуватися одночасно в різних точках мережі.

Короткі замикання можуть бути спричинені пошкодженням ізоляції або неналежною поведінкою обслуговуючого персоналу.

Коли відбувається коротке замикання, опір всієї електричної системи різко знижується. Це призводить до збільшення струму, що протікає через окремі елементи електроустановки, і зниження напруги, особливо поблизу місця інциденту.

Збільшення струму викликає нагрівання компонентів, що знаходяться під напругою, що також може призвести до механічних пошкоджень елементів електрообладнання. Падіння напруги може негативно вплинути на роботу споживачів і навіть призвести до перебоїв у стабільній роботі системи.

Розрахунок струмів короткого замикання проводиться для вирішення таких основних завдань:

- вибір, оцінка та порівняння системи електричного підключення з іншими;
- визначення умов роботи споживачів в аварійному режимі;
- вибір електрообладнання та перевірка провідників на стійкість до короткого замикання;
- проектування систем захисного заземлення;
- проектування та узгодження релейного захисту;
- аналіз аварій в електроустановках.

Струми короткого замикання розраховуються одним з двох методів: методом номінальних одиниць або методом відносних одиниць.

Розрахунок струму короткого замикання виконується в наступному порядку:

1. Вибирається метод розрахунку. Для розрахунку використовується критичне первинне комутаційне коло.

2. Вибирається частина системи, для якої потрібно визначити струм короткого замикання. Схема повинна бути створена з використанням однопровідної конструкції. Ця схема включає генератор, лінії електропередач та інші елементи, що з'єднують джерело живлення з точкою короткого замикання. Кожному елементу схеми надається серійний номер і номінальні дані.

3. Визначається розрахунковий режим системи, гарантується максимальний або мінімальний струм короткого замикання, вибирається розрахункова точка (на шинах підстанції, кінець лінії тощо), розрахунковий тип короткого замикання (трифазне, двофазне, однофазне) і розрахунковий час перехідних процесів ($t=0$; $t=2,5$ с і т. д.). Для перевірки термічної та динамічної стійкості високовольтних підстанцій необхідно знати максимальне значення струму короткого замикання. Умовами розрахунку в цьому випадку є - тип короткого замикання такий, щоб значення струму було максимальним. Тривалість короткого замикання приймається рівною $t=0$. Для оцінки чутливості релейного захисту розрахункові умови повинні бути такими, щоб струм короткого замикання мав мінімальне значення.

4. Створити альтернативну схему. Для цього всі елементи розрахункової схеми замінити електричним опором, а джерело живлення позначити значенням електрорушійної сили.

Опори електрообладнання (вимикачів, роз'єднувачів тощо), з'єднувальних кабелів та шин розподільчого пристрою не враховуються через їх малі значення.

5. Перетворити схему заміщення до найпростішого вигляду. Використовуйте відомі в електротехніці правила приведення опорів схеми заміщення до єдиного результату.

Один з них є джерелом живлення, а інший – точкою короткого замикання.

6. Виберіть тип короткого замикання. Це визначається завданням розрахунку. Якщо потрібно знати максимальні значення струму, то для мереж

10 кВ і 35 кВ це трифазні струми короткого замикання, а мінімальні - двофазні; для мереж з глухозаземленою нейтраллю вище 110 кВ і 380/220 кВ однофазні струми короткого замикання можуть бути вищими, ніж трифазні струми.

Струми короткого замикання визначаються безпосередньо. Залежно від задачі розрахунку та розрахункової схеми можуть бути використані різні методи розрахунку.

Висновки до розділу 2

Проведено аналіз готових рішень для систем "розумного будинку". Серед готових програмно-апаратних рішень Google Home та Amazon виділяються максимальною функціональністю та простотою інтеграції, оскільки їх легко налаштовувати та встановлювати додаткове обладнання. Однак ці варіанти не є ідеальними через їхню високу ціну та необхідність "збирати" системи з обладнання різних виробників. Тому рекомендується створювати власну модель розумного будинку з використанням недорогих контролерів.

Ми підібрали технології та компоненти, необхідні для проекту розумного будинку, які можуть гарантувати безпеку і часткову автоматизацію. Ми також передбачили автономну систему електропостачання для будинку, якою можна автоматично керувати. Автономне джерело живлення - вітрогенератор малої потужності - забезпечує кількість електроенергії, необхідну для роботи всіх компонентів розумного будинку без відключень або перебоїв в електропостачанні. Для системи керування вітрогенератором було обрано готове рішення на базі пристрою OVEN. Моніторинг вітрогенератора здійснюється через додаток OwenCloud на ПК або смартфоні.

3 АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ НА ОСНОВІ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЕРА

3.1 Архітектура та алгоритми системи керування

Для керування обрано централізовану систему, що спрощує розробку, оскільки можна обрати недорогі та компактні датчики, а програмувати потрібно лише центральний процесор. Структурна схема системи керування зображена на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Блок-схема запропонованої системи керування

У проєктах "розумного будинку" моніторинг параметрів здійснюється за допомогою датчиків руху, датчиків диму, датчиків протікання води, а також

					ДП 14.104.1028 ПЗ					
Змн.З	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк	Аркушів
Розроб.		Дітківський В.В.								
Перевір.		Нездвєцька і.В.								
Реценз.								ЖАТФК зр. Е-41		
Н. Контр.										
Затверд.										

датчиків відчинення/зачинення дверей і вікон (див. розділ 2). Датчики встановлюються в приміщеннях. Інформація від датчиків

Інформація з датчиків передається на центральний контролер, який обробляє її і на основі отриманих даних виконує дії відповідно до подій, що відбулися.

Запропонована модель має кілька режимів роботи, перемикання між якими здійснюється шляхом введення зареєстрованого в системі ключа до RFID-зчитувача. Якщо введений ключ не зареєстрований в системі, система блокує зчитувач на запрограмований час без зміни режиму роботи зчитувача. Модель має два основних режими з наступними алгоритмами роботи

1. Режим охорони. Режим, в якому система живить систему безпеки: датчик руху, відчинення/зачинення дверей/вікон та тривогу. Якщо в цьому режимі в приміщенні відбувається рух, система реагує на нього увімкненням тривоги.

2. Режим живлення та освітлення. Режим, в якому система подає живлення в електромережу приміщення і вмикає та вимикає світло в приміщенні при появі людини. Приміщення контролюється датчиками, і якщо протягом запрограмованого періоду часу немає руху, світло вимикається. Цей режим дозволяє економити електроенергію, коли власник залишає приміщення на тривалий час.

Система керування живиться як від постійного джерела, так і від альтернативного (вітрогенератор, акумулятор або зарядний пристрій).

3.2 Вибір обладнання

Центральний блок управління побудований на базі Arduino UNO. Це недорога друкована плата з мікроконтролером відкритої архітектури (open circuit board). Плата Arduino - це незалежний процесор з пам'яттю і безліччю стандартних входів і виходів. Пристрої, механізми, датчики, перетворювачі, двигуни тощо можна легко підключити; платформа Arduino може зчитувати

вхідні дані у вигляді напруги на аналогових виводах. Коли датчики підключаються до певних входів на пристрої, інформація з цих контактів зчитується програмним забезпеченням.

Платформа Arduino підходить для створення електронних пристроїв, які можуть працювати за заданими алгоритмами і реагувати на зовнішні сигнали. Платформа також може бути використана для підключення інших пристроїв або для модифікації електричної схеми самого пристрою.

Програмований контролер Arduino UNO R3 (ATMEGA16U2 + MEGA328P) - це представницький контролер Arduino, створений на базі мікроконтролера ATmega328 [14].

Ця плата (рис. 3.1) має 14 цифрових входів і виходів, 6 з яких можуть бути використані як ШІМ-виходи і 6 аналогових виходів.

На платі використовується мікросхема Atmega16U2, яка може перетворити плату на будь-який USB-пристрій, від миші до зовнішнього накопичувача. У порівнянні з попередніми версіями, Arduino UNO R3 пропонує більш зручне маркування входів і виходів. Для розширення функціональності плати можна використовувати численні розширення.



Рисунок 3.1 – Плата Arduino UNO

Arduino UNO R3 живиться від USB або зовнішнього джерела живлення (акумуляторна батарея або мережевий AC/DC адаптер) Рекомендується живлення 7-12 В. Контролер Arduino UNO R3 можна підключити до комп'ютера, іншої плати Arduino або іншого мікроконтролера. Його можна підключити до комп'ютера, іншої плати Arduino або іншого мікроконтролера.

Зверніть увагу, що перевищення допустимих значень струму заборонено: струм одного виводу не повинен перевищувати 40 мА; струм групи виводів не повинен перевищувати 100 мА; струм групи виводів не повинен перевищувати 100 мА. Струм всього мікроконтролера не повинен перевищувати 200 мА. Технічні характеристики обраного контролера наведені в таблиці 3.1 [14].

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики контролера

Тип мікроконтролера	АТmega328P
Напруга живлення мікроконтролера	5 В
Рекомендована напруга живлення плати	7-12 В
Максимально допустима напруга живлення плати	6-20 В
Максимально допустимий струм мікроконтролера	200 мА
Цифрові входи-виходи	14
Виходи ШІМ-модуляції	6
Аналогові входи	6
Допустимий струм цифрових виходів	20 мА
Допустимий струм виходу 3,3 В	50 мА
Об'єм флеш-пам'яті	32 кБ
Об'єм оперативної пам'яті	2 кБ
Об'єм енергонезалежної пам'яті	1 кБ
Частота тактування	16 мГц
Довжина плати	68,6 мм
Ширина плати	53,4 мм
Вага	25 г

Щоб отримати дані з Arduino, потрібно підключити цей пристрій до комп'ютера через USB-інтерфейс. Комп'ютер розпізнає дані так, ніби вони надходять через COM-порт. Платформа може працювати незалежно від ПК, використовуючи додаткове джерело живлення та окремий канал зв'язку.

Для роботи контролера потрібні додаткові датчики і RFID-зчитувач: RFID-зчитувач RC522 призначений для управління системою сигналізації та вмикання будинку. Він також має спеціальний ключ і картку (рис. 3.2).

Радіочастотна ідентифікація (RFID) - це технологія, яка використовує радіочастотні канали зв'язку для автоматичної безконтактної ідентифікації об'єктів. Об'єкти ідентифікуються за унікальним цифровим кодом, який зчитується з пам'яті електронної мітки, прикріпленої до об'єкта, що ідентифікується. Зчитувач має передавач і антену, які використовуються для випромінювання електромагнітного поля певної частоти. Потрапляючи в зону дії зчитувача, RFID-мітка "відповідає" власним сигналом і передає зашифровану інформацію. Сигнал приймається антеною зчитувача, інформація розшифровується і передається на ПК для обробки.

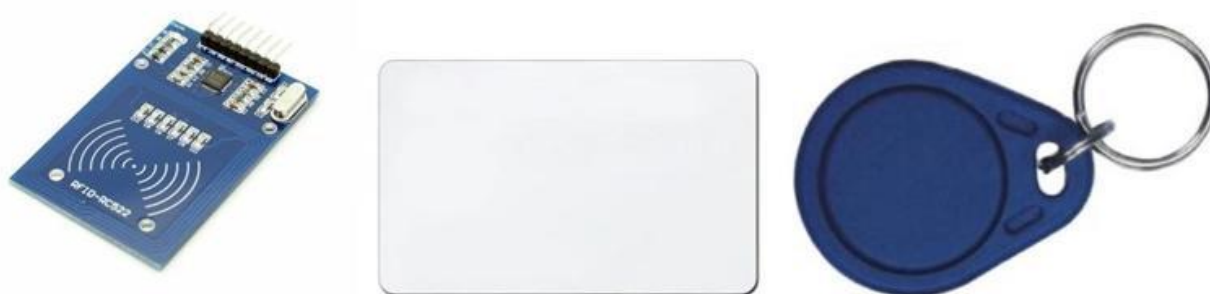


Рисунок 3.2 – Пристрій для зчитування RFID RC522, RFID-карта і RFID-ключ

Плата зарядки і захисту літій-іонних акумуляторів зі струмом до 1 А на базі TP4056 (рис. 3.3) призначена для забезпечення повної зарядки і захисту акумуляторів, які можуть бути підключені до навантаження. Розмір плати становить 27 x 17 x 4 мм. Вона може підключатися до зарядного пристрою через стандартний роз'єм microUSB або через резервні контакти "+" і "-".

Висновки до розділу 3

Для управління розумним будинком було обрано централізовану систему. Це спрощує розробку, оскільки можна вибрати недорогі та компактні датчики і запрограмувати лише центральний процесор.

У проєктах розумного будинку моніторинг параметрів здійснюється за допомогою датчиків руху, датчиків диму, датчиків протікання води, а також датчиків відкриття/закриття дверей і вікон. Датчики встановлюються в приміщеннях. Інформація з датчиків надходить на центральний контролер, який обробляє її і на основі отриманих даних вживає заходів відповідно до подій, що відбулися. Центральний контролер побудований на базі Arduino UNO, запрограмованого на C/C++.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ

Розглянемо потенціал виробничого травматизму при використанні вітрових електростанцій як джерела електроенергії для "розумних" будинків.

Травми на вітрових електростанціях можуть включати наступні випадки:

- ураження електричним струмом – наприклад, опіки, ураження електричним струмом
- вплив високих або низьких температур (опіки або обмороження)
- падіння з висоти
- поєднання деяких з перерахованих вище факторів.

Нещасні випадки на виробництві можуть мати наступні причини [16]:

- технічні;
- санітарно-гігієнічні;
- організаційні ;
- психофізіологічні.

Неправильне використання вітрових турбін може призвести до нещасних випадків, які можна розділити на наступні категорії [16] :

- за кількістю постраждалих - поодинокі (постраждав один працівник) та групові (постраждало двоє або більше працівників);
- за ступенем тяжкості - легкі, тяжкі та смертельні (нещасні випадки зі смертельними наслідками);
- залежно від обставин - нещасні випадки, пов'язані з виробництвом, не пов'язані з виробництвом, нещасні випадки, пов'язані з виробництвом та побутові нещасні випадки.

					<i>ДП 14.104.1028 ПЗ</i>		
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Дітківський В.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нездвєцька і.В.</i>					
<i>Реценз.</i>					<i>ЖАТФК гр. Е-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							

Під час роботи працівники піддаються впливу цілого ряду негативних факторів. Це можуть бути фактори виробничого походження або психофізіологічного стану працівника. Недотримання вимог може призвести до нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань [16].58

4.1 Підготовка до початку експлуатації вітроустановки

На початку робочої зміни робоче місце та обладнання, необхідне для виконання робіт, має бути перевірено на наявність дефектів, а дефекти - усунені. Якщо працівники виявляють дефекти, які вони не можуть усунути самостійно, вони повинні повідомити про них свого безпосереднього керівника [15].

Оперативні та виробничі працівники повинні бути ознайомлені з інформацією з системи автоматичного управління (САУ) ВЕУ та даними про несправності обладнання, зафіксованими в оперативних журналах до попередньої зміни, тобто [16]:

- відмова обладнання;
- назва обладнання;
- кількість годин простою;
- дата та час реєстрації несправності;
- дія;
- дата і час технічного обслуговування або ремонту;
- Причина несправності
- замінені деталі;
- аварійна ситуація та дії, вжиті для відновлення нормальної роботи.

Перед початком робочої зміни виробничі працівники, включаючи ремонтні служби, повинні отримати наряд-допуск або наряд-замовлення, в якому зазначається характер робіт, місце проведення робіт, а також дата і час початку і завершення робіт. Проведення цільових інструктажів з техніки безпеки під особистий підпис є обов'язковим.

Виробничі працівники, які обслуговують електричну частину ВЕУ, повинні бути забезпечені необхідними засобами захисту для обслуговування та виконання робіт.

Захисні засоби, пристосування та інструменти повинні бути перевірені та випробувані відповідно до НПАОП 1.1.10-1.07-82 "Правила будови і випробування засобів захисту, що застосовуються в електроустановках". Всі роботи на електроустановці та в щитах управління і розподілу повинні проводитися тільки після зупинки вітрогенератора і відключення розподільного пристрою, що з'єднує установку з електромережею [15].

За необхідності проведення робіт у гондолі ВЕУ необхідно зупинити ВЕУ, перевести лопаті ротора в положення флюгера (якщо це передбачено проектом), затягнути ручне гальмо і зупинити механізм повороту гондоли.

Під час роботи лебідки забороняється підніматися на лебідку або їздити на гондолі.

Перед початком роботи необхідно виконати наступне [16]:

- Вимкнути всі розподільні пристрої, які можуть подавати напругу в робочу зону;

- Зняти напругу з електричних ланцюгів керування цими пристроями. Заборонити роботи в ланцюзі схеми управління ВЕУ;

- Не вмикати; [17]: не вмикати; [18]: не вмикати; [19] Не вмикати; не вмикати;

- Переконайтеся, що в робочій зоні відсутня напруга;

- При необхідності заземлити робочу зону. Якщо заземлювальне обладнання є переносним, його необхідно спочатку підключити до "землі", а потім до знеструмленого обладнання. Розвісьте плакати про заземлення;

- За необхідності відгородити робочу зону або зони під напругою та розмістити на огорожі плакати з техніки безпеки;

- Переконайтеся, що сторонні особи не мають доступу до панелей управління або електрощитів.

Перед початком роботи особа, яка керує роботою, повинна визначити можливі небезпеки на робочому місці та захисні засоби, які необхідно встановити.

Перед використанням засобів індивідуального захисту, таких як монтажні запобіжні пояси, кігті та лази, працівники повинні перевірити їх наявність пошкоджень. Слід звернути увагу на наступні типи пошкоджень [16]

- подряпини
- Тріщини.
- Потертості або розриви;
- Сильний знос;
- Окислення або інша корозія.

Обладнання, у якого під час огляду виявлено дефекти, не повинно експлуатуватися.

Методи забезпечення безпеки працівників під час обслуговування ВЕУ повинні враховувати конструктивні особливості конкретного типу ВЕУ і відповідати вимогам керівництва з експлуатації.

4.2 Організація робочих процесів на ВЕУ

Експлуатація ВЕУ здійснюється експлуатаційним та виробничим персоналом на підставі експлуатаційної документації, наданої виробником ВЕУ, доповненої вимогами, пов'язаними з конкретними умовами майданчика.

Під час експлуатації ВЕУ працівники повинні дотримуватися процедур пуску та зупинки, аварійного реагування та профілактичних робіт.

Перед запуском вітрової турбіни після незапланованого автоматичного відключення необхідно визначити причину відключення. Всі незаплановані відключення слід реєструвати.

Під час проведення робіт у гондолі вітротурбіни слід встановити контакт з вищезазначеними працівниками.

Для передачі дрібних предметів працівникам над ВЕУ слід використовувати нескінченні мотузки (канати і стяжки), а за необхідності - кошики. Використання металевих мотузок для цієї мети заборонено. Кидати предмети вгору (вниз) забороняється [14].

При виконанні робіт на механічній та/або електричній частинах ВЕУ необхідно забезпечити цілісність захисного заземлення.

Для визначення технічного стану системи заземлення необхідно виконати наступне

- Зовнішній огляд видимих частин.
- Огляд для перевірки цілісності електричного кола між землею та елементом, що підлягає заземленню.

Кількість працівників, які одночасно перебувають на одній ВЕУ під час проведення технічного обслуговування, визначається інструкцією виробника, але не менше двох. Виняток робиться для ВЕУ малої потужності, де доступ до механізму або обладнання, розташованого зверху, може бути забезпечений ззовні. У цьому випадку оператор, який виконує висотні роботи, повинен вести спостереження знизу.

Під час підйому (спуску) баштовою драбиною на кожній секції драбини має перебувати не більше однієї особи.

У разі необхідності подачі напруги на ВЕУ (або будь-який її компонент) для перевірки обладнання під час технічного обслуговування або ремонту діяти згідно з вимогами відповідних інструкцій з експлуатації.

У разі штормового попередження від метеостанції, сильної грози або швидкості вітру, що перевищує допустимі межі для безпечної експлуатації ВЕУ, обладнання буде відключено і всі роботи на ВЕУ припиняться. У цей час працівникам заборонено заходити на територію вітроелектростанції [16].

Висновок до розділу 4

Були розглянуті особливості експлуатації вітроелектростанцій та процедури підготовки робочого місця до технічного обслуговування.

Обговорено потенціал виробничого травматизму при використанні ВЕС для забезпечення електроенергією "розумних будинків".

Травми на вітрових електростанціях можуть статися в наступних ситуаціях:

- ураження електричним струмом - наприклад, опіки, ураження електричним струмом;
- вплив високих або низьких температур (опіки або обмороження);
- падіння з висоти;
- поєднання деяких з перерахованих вище факторів.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблена електронна система управління «розумним будинком» з підвищеною ефективністю, яка дозволяє переглядати показання з датчиків, керувати побутовими приладами та освітленням. Живлення будинку передбачається від альтернативного джерела енергії – вітрогенератора. Система передбачає можливість управління з web-браузера або мобільного додатка.

У першому розділі розглядаються існуючі технології для «розумного будинку» та подібні технології, які виконують ті ж або схожі завдання. Визначено сильні та слабкі сторони аналізованих систем. Крім того, проаналізовано методи та засоби підвищення ефективності «розумного будинку».

У другому розділі проведено аналіз готових рішень систем «розумний будинок». Серед розглянутих готових програмно-апаратних рішень Google Home і Amazon характеризуються найкращим функціоналом і простотою інтеграції, оскільки є основними при налаштуванні та установці додаткових пристроїв. Однак ці варіанти не є ідеальними через високу ціну та необхідність «збирати» систему з пристроїв різних виробників. Тому рекомендуємо створити власну модель «розумного будинку» з економічною системою управління.

Наступним кроком став вибір технології та компонентів для проекту «розумний будинок». У заміському будинку зробили акцент на безпеку та впровадили часткову автоматизацію. Існують також системи, які автономно забезпечують електрикою будинки за допомогою автоматичного керування. ВЕС малої потужності, як автономне джерело живлення, забезпечує необхідну

					<i>ДП 14.104.1028 ПЗ</i>				
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Дітківський В.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Нездвєцька і.В.</i>							
<i>Реценз.</i>					<i>ЖАТФК зр. Е-41</i>				
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Затверд.</i>									

кількість потужності для роботи всіх компонентів «розумного будинку» без перебоїв в електроживленні та живленні, забезпечуючи необхідну напругу.

Для керування вітрогенератором було обрано готове рішення на основі пристрою Owen. Стан вітряної турбіни можна контролювати за допомогою програми OwenCloud на ПК або смартфоні.

У третьому розділі обрана центральна система управління «розумним будинком». Це дозволяє вибрати недорогі та компактні датчики, а також спрощує розробку, оскільки потрібно програмувати лише центральний процесор. У проекті «розумний будинок» параметри відстежуються за датчиками руху, диму, потоку води, відкриття/закриття дверей/вікон. Датчик встановлюється в приміщенні. Інформація з датчиків надходить до центрального контролера, який обробляє її та впливає на події, що відбуваються на основі отриманих даних. Центральний контролер заснований на Arduino UNO і запрограмований мовою C/C++.

Розділ 4 розглядає специфіку роботи та процедури підготовки робочого місця до обслуговування вітрогенератора. Пропонований апаратно-програмний комплекс управляється електронікою і може використовуватися не тільки для автоматичного поливу, освітлення та сигналізації, а й для контролю мікроклімату будинку. Система є гнучкою та масштабованою, її можна використовувати й для інших завдань.

Вибір зупинився на програмованому контролері Arduino UNO R3 (ATMEGA16U2 + MEGA328P) виконаному з мікроконтролером ATmega328.

Центральний контролер заснований на Arduino UNO і запрограмований мовою C/C++.

Програмний код скомпільовано мовою програмування C в середовищі розробки Arduino IDE.

У кодi використовувалися бібліотеки MFRC522.h і SPI.h.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Умный дом. [Електронне джерело]. Режим доступу: http://www.directinfo.net/index.php?option=com_content&view=article&id=139%3A2010-07-06-13-57-09&catid=1%3A2008-11-27-09-05-45&Itemid=84&lang=ru
2. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.
3. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/>.
4. Power Load Event Detection and Classification Based on Edge Symbol Analysis and Support Vector Machine [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/742461/>.
5. An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>.
6. Державні санітарні правила та норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин: ДСанПіН 3.3.2.007-98.
7. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99-2000.
8. Granzer W. P. Security in Building Automation Systems / Wolfgang Praus Granzer. Munich: Appress, 2018. – 578 с.
9. Що таке розумний будинок? Все що потрібно знати про систему Розумний Дім [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bron.ua/article/scho-take-rozumnij-budinok-vse-scho-potrбно-znati-pro-sistemu-rozumnij-dm/5/>

					<i>ДП 14.104.1028 ПЗ</i>					
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Дітківський В.В.</i>								
<i>Перевір.</i>		<i>Нездвєцька і.В.</i>								
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>										
								<i>ЖАТФК зр. Е-41</i>		

10. Розумне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://milight.com.ua/ua/umnoe-osveshchenie/>
11. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogo-budynku-yak-ai-stvoryuye-prostir-komfortnyj-dlya-zhyttya/>
12. Найкращі системи «Розумний дім» у 2021 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://yanashla.com/luchshie-sistemy-umnyj-dom/#i-3>
13. Датчики відкривання дверей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shop-security.com.ua/ohoronna-sygnalizaciya/datchyky-okhoronni/datchyk-vidkryttya-dverej/>
14. Як вибрати датчик відкриття дверей/вікон для дому [[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://blog.allo.ua/ua/yak-vibrati-datchik-vidkrittya-dverej-vikon-dlya-domu_2021-04-55/
15. Як вибрати датчик диму для дому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://blog.allo.ua/ua/yak-vibrati-datchik-dimu-dlya-domu_2021-03-55/
16. Обзор плат Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://geekmatic.in.ua/the_different_arduinosaurs
17. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
18. Серіков Я.О., Пархоменко О.М. Виробничий травматизм та професійні захворювання на вітроелектричній станції / Зб.тез «Охорона праці та соціальний захист працівників». – К.; 2008. С. 45-46
19. Електропостачання житлового будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electric-in-home.com/drawings-of-electricity-supply-of-an-apartment-house-technical-conditions-for-the-power-supply-of-the-office/>
20. Світловський О.Ф., Зінченко М.В. Інтелектуальна система енергозабезпечення населеного пункту. Практика і теорія ефективного

використання ресурсів Полісся: зб. тез XIV наук.-практ. конф., 22–23 лют. 2017 р. Житомир: Вид-во ЕЦ "Укрекобіокон", 2017. С. 140–142.

19. Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник. Ужгород, 2000. – 80 с.

21. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України. НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, Держ. ком. України з енергозбереження. Київ: 2005. – 45 с.

22. Антипов С. Т. Машины и аппараты умных домов / С. Т. Антипов – М.: Высшая школа, 2001. – 680 с.

23. Котунова, Д. Г. Огляд DIY елементів для систем «Smart Home» / Д. Г. Котунова, О. М. Павловський // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 35–38.

24. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням/ Я.В.Моніт // XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – С. 43-44.