

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Обґрунтування використання сонячних
електростанцій для подолання «блекаутів»
багатоквартирними будинками в умовах м. Суми»

Виконав

(підпис)

Поліщук О.І.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2301-2м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Чепіжний А.В.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

«_____» _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Поліщук Олександр Іванович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування використання сонячних електростанцій для подолання «блекаутів» багатоквартирними будинками в умовах м. Суми

керівник роботи: Чепіжний Андрій Володимирович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» __ 02 __ 2024 р. № 572/ос

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «11» __ 11 __ 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи показники з роботи сонячних електростанцій, технічні характеристики обладнання, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Вступ.

1 Аналіз особливостей генерування електричної енергії в умовах м. Суми.

2 Особливості моделювання енергоспоживання багатоквартирним будинком.

3. Реалізація СЕС для забезпечення умов подолання «блекаутів» багатоквартирним будинком.

4 Охорона праці.

5. Економічне обґрунтування.

Висновки та пропозиції.

Список використаних літературних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Презентаційний матеріал виконаний в програмі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 14.10.2024 р.	
7	Підготовка розділу «Розділ 4»	до 21.10.2024 р.	
8	Написання висновків та пропозицій	до 28.10.2024 р.	
9	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
10	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Поліщук О.І.)

(прізвище, ініціали)

**(Науковий) керівник
дипломної роботи**

(підпис)

(Чепіжний А.В.)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Обґрунтування використання сонячних електростанцій для подолання «блекаутів» багатоквартирними будинками в умовах м. Суми. Магістерська робота / Поліщук Олександр Іванович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 48 с.

В роботі виконано визначення основних показників споживання електроенергії багатоквартирним будинком з визначенням максимальних піків споживання.

Визначено основні особливості виконання підключення багатоквартирного будинку до різних варіантів сонячних електростанцій.

Проведено моделювання особливостей споживання електроенергії багатоквартирним будинком, оскільки даний тип житлової забудови має певні ймовірнісні характеристики.

Наведено особливості розміщення сонячних електростанцій на території багатоквартирного будинку та виконано вибір сонячних панелей та їх кількості.

Виконано розрахунок економічних показників побудови сонячної електростанції для багатоквартирного будинку та наведено заходи по охороні праці.

Ключові слова: сонячна електростанція, ККД, кут розміщення, багатоквартирний будинок, споживання електроенергії, ефективність, інвертор

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ М. СУМИ.....	8
1.1 Аналіз потенціалу сонячної енергії в регіоні.....	8
1.2 Аналіз основних сонячних електростанцій для використання в багатоквартирному будинку.....	9
1.3 Аналіз основних показників споживання електроенергії та схеми підключення багатоповерхових будинків.....	13
Висновки до розділу.....	19
2 ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИМ БУДИНКОМ.....	20
2.1 Аналіз основних методів для проведення моделювання споживання електроенергії багатоквартирним будинком.....	20
2.2 Аналіз електричних навантажень за теорією ймовірності та математичної статистики для багатоквартирного житлового будинку.....	23
2.3 Аналіз електричного навантаження групи квартир однакових за питомим значенням навантаження.....	24
2.4 Вибір системи енергозбереження оптимальної для багатоквартирного житлового будинку.....	26
Висновки до розділу.....	28
3. РЕАЛІЗАЦІЯ СЕС ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПОДОЛАННЯ «БЛЕКАУТІВ» БАГАТОКВАРТИРНИМ БУДИНКОМ.....	30
3.1 Реалізація розміщення сонячних панелей на багатоквартирних будинках.....	30
3.2 Вибір необхідної кількості сонячних панелей та іншого обладнання СЕС.....	32
Висновки до розділу.....	41
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
Висновки до розділу.....	44

	5
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	45
Висновок до розділу.....	46
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогоднішня ситуація з енергетикою та відключеннями електроенергії різноманітних об'єктів потребує значного вирішення даного питання в плані забезпечення подолання «блекаутів». Одним з варіантів вирішення даного питання може стати сонячна енергетика.

Доволі розповсюдженим явищем використання сонячних електростанцій для різноманітних приватних будинків, але використання для багатоквартирних будинків дане питання потребує досліджень.

Основною проблемою є доволі велике споживання електроенергії приватними будинками, що фактично розподіляється по різних квартирах. При цьому іншою проблемою для вирішення даного питання є невелика площа на якій можливо використання сонячних панелей. необхідно зазначити, що в умовах значної забудови міста виникає питання відсутності значної прибудинкової території.

Необхідно також зазначити, що основною особливістю забезпечення електроенергією від сонячної електростанції залишається фактично дах будинку. Це і є одним з основних обмежень по виробітку електричної енергії даними сонячними електростанціями адже кількість сонячних панелей виходить значно обмеженою.

Виходячи з подібної проблематики можна зробити висновок, що даний напрям дослідження є доволі актуальним та потребує дослідження.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є визначення особливостей використання сонячних електростанцій для забезпечення живлення багатоквартирних будинків.

Для проведення дослідження нами пропонується вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз особливостей виробітку електроенергії СЕС в умовах м. Суми.
2. Визначити середнє значення споживання електричної енергії багатоквартирним будинком.

3. Визначити особливості розміщення сонячних панелей для потреб багатоквартирного будинку.

4. Визначити основні параметри сонячної електростанції для багатоквартирного будинку.

Об'єктом дослідження в роботі є сонячні електростанції що використовуються для багатоквартирних будинків.

Предметом дослідження в роботі є кількість електричної енергії отриманої від сонячних електростанцій для забезпечення електропостачання багатоквартирного будинку.

Методи дослідження. В роботі використовувались різноманітні математичні методи аналізу особливостей роботи сонячних електростанцій. Також застосовувався аналіз літературних джерел та різноманітних прайсів для аналізу можливості використання сонячних електростанцій в багатоквартирних будинках.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні рекомендацій по використанню сонячних електростанцій для багатоквартирних будинків м. Суми.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ М. СУМИ

1.1 Аналіз потенціалу сонячної енергії в регіоні

Станом на сьогодні все більше і більше спостерігається розвиток альтернативної енергетики в плані використання сонячних електростанцій для живлення різноманітних приватних будинків, підприємств та інших об'єктів. При цьому доволі складним питанням реалізації сонячних електростанцій для багатоквартирних будинків будь-якого міста.

Першочергово Україна має доволі значний потенціал пов'язаний з сонячною енергетикою основних її регіонів. Так на рисунку 1.1 наведено потенціал України та міста Суми в плані кількості сонячної радіації для роботи сонячних панелей.

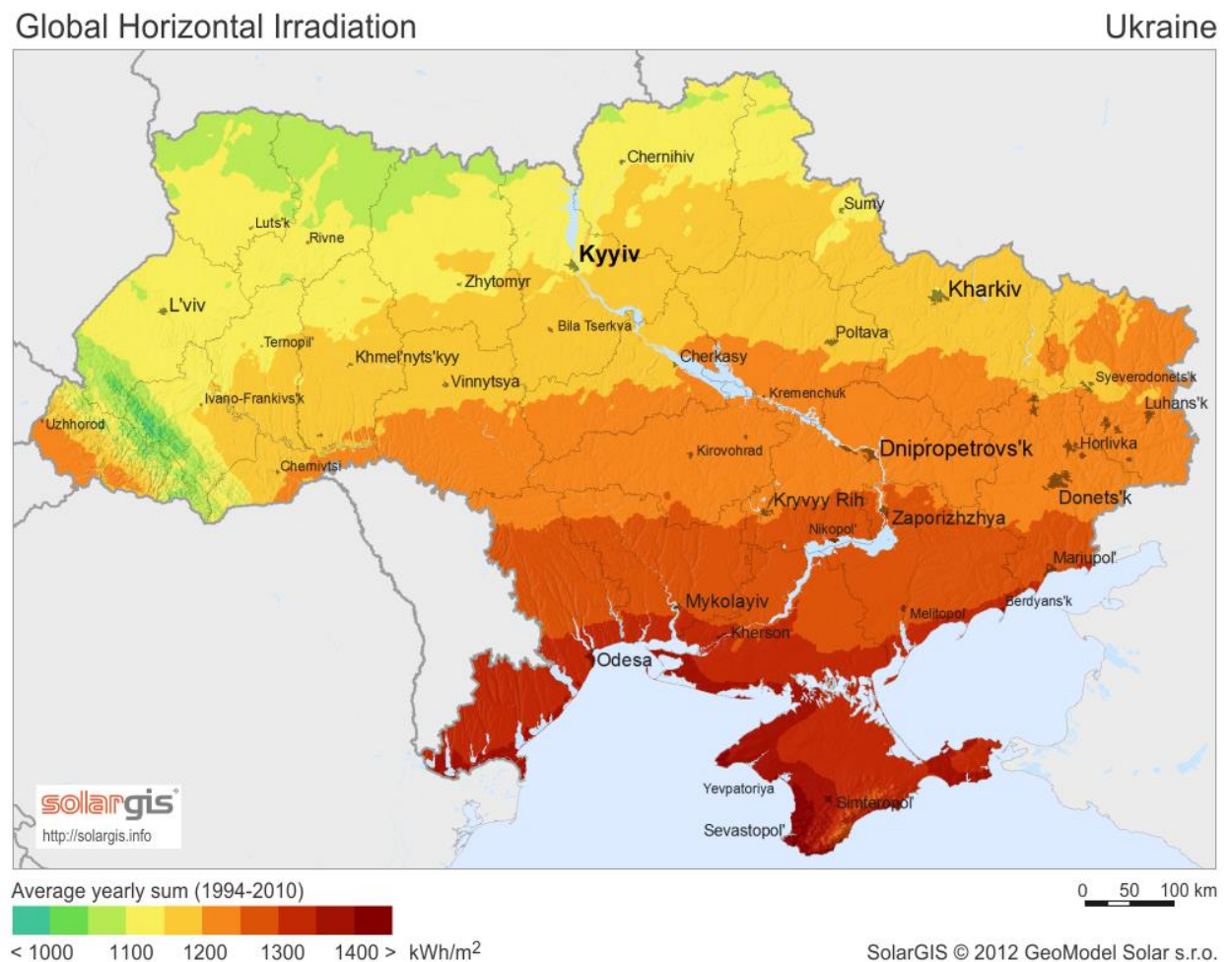


Рисунок 1.1 – Потенціал різних регіонів України в сонячній радіації

З рисунку 1.1 можна зробити висновок, що загалом потенціал сонячної енергетики в Україні є доволі гарним. Так в даному плані найбільший потенціал мають південні регіони України з доволі великими показниками.

При цьому північні регіони мають значно менший потенціал по забезпеченню сонячною енергією. Так місто Суми відноситься саме до таких регіонів. При цьому кількість сонячної радіації, що припадає на місто Суми знаходиться в межах 1100-1200 кВт/м².

Виходячи з таких значень по кількості сонячної радіації в регіоні можна зробити висновок, що загалом використання сонячних електростанцій в регіоні є виправданим. Але використання сонячних електростанцій саме для отримання електричної енергії.

Додатково необхідно зазначити, що використання сонячних електростанцій додатково може ускладнюватись великою кількістю лісів та інших перешкод, якими характеризується даний регіон.

Також необхідно враховувати особливості встановлення сонячних панелей під необхідним кутом, що є характерним для даного регіону. При цьому для міста Суми кут встановлення сонячних панелей знаходиться в межах 55 градусів. В результаті подібного розміщення сонячних панелей можна досягти найбільшої ефективності їх роботи.

1.2 Аналіз основних сонячних електростанцій для використання в багатоквартирному будинку

На сьогодні існує три типи СЕС. Основною метою їх використання є їх призначення. Відповідно до цього вони поділяються на мережеві електростанції, автономні електростанції та гібридні електростанції.

Для початку необхідно визначитись з основними особливостями їх використання для більш чіткого підбору її для багатоквартирного будинку.

Найпростішими на сьогодні сонячними електростанціями є автономні. Працюють вони наступним чином. Енергія від сонячних панелей генерується та накопичується в акумуляторних батареях. Далі в години відсутності сонячної енергії відбувається споживання електроенергії з батарей. При цьому

дана сонячна електростанція не забезпечує можливість синхронізації її з електричною мережею об'єкту. При цьому вироблена електроенергія виробляється лише на накопичення в батареях, а надлишок електроенергії не направляється до електричної мережі. Фактично надлишок виробленої електричної енергії виробленої даною сонячною електростанцією пропадає.

Загальна схема автономної СЕС наведена на рисунку 1.2.

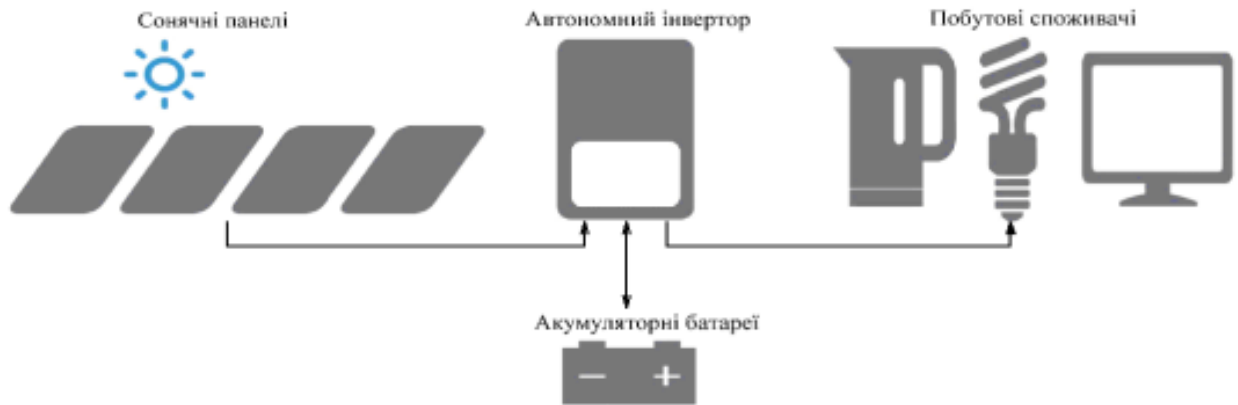


Рисунок 1.2 – Загальна схема автономної СЕС

Основною проблемою використання даних сонячних електростанцій (рис. 1.2) є в тому, що неможливо додатково забезпечити заряджання акумуляторних батарей від мережі електропостачання. При цьому для забезпечення роботи даної схеми необхідною умовою є забезпечення достатньої кількості акумуляторних батарей та сонячних панелей для їх заряджання адже дозаряджання їх з мережі фактично не можливе. При цьому необхідно зауважити, що використання даної сонячної електростанції для умов багатоквартирних будинків буде мало можливим адже є певні обмеження по потужності.

Іншим типом сонячної електростанції є мережева. Даний тип сонячної електростанції фактично повністю синхронізований з електричною мережею. Але необхідно зауважити, що дана електростанція фактично повністю віддає всю електричну енергію в мережу електропостачання. А отже використання її для забезпечення подолання «блекаутів» багатоквартирним будинком неможливе через відсутність повністю до акумулювання електроенергії.

Мережева сонячна електростанція може забезпечувати роботу багатоквартирного будинку протягом дня з врахуванням необхідного її обсягу (рис. 1.3).

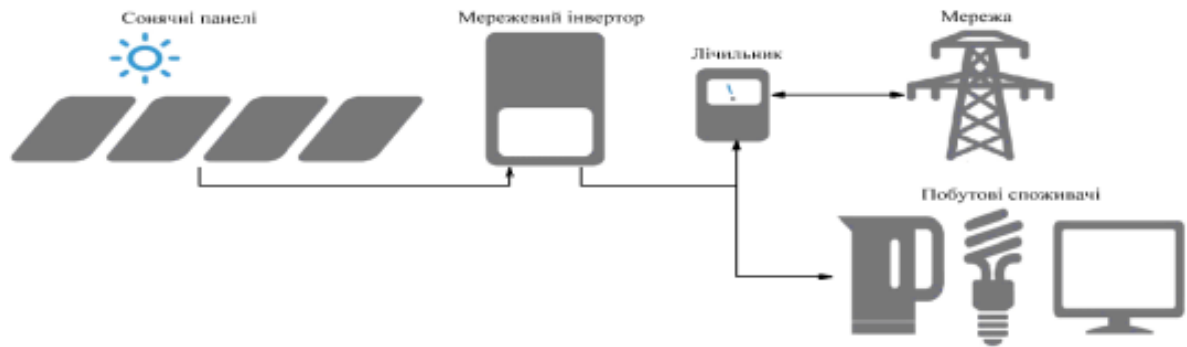


Рисунок 1.3 – Схема мережевої СЕС

Виходячи з цього можна дану електростанцію використовувати лише в денний час доби без можливості використання її в нічний час. Як варіант можливо вночі споживати електричну енергію з мережі. Даний тип сонячних електростанцій використовується фактично повністю під зелений тариф. Нажаль за умови організації генерування електроенергії неможливе в моменти довготривалих «блекаутів» взагалі для будь якого об'єкту.

На сьогодні основне рішення проблеми «блекаутів» з використанням сонячних електростанцій дає можливість реалізувати лише гібридна СЕС. При цьому для достатньо великих об'єктів, як багатоквартирний будинок маємо врахувати можливість дозаряджання акумуляторних батарей з мережі в години, коли є електрична енергія. Гібридна СЕС наведена нижче на рисунку 1.4.

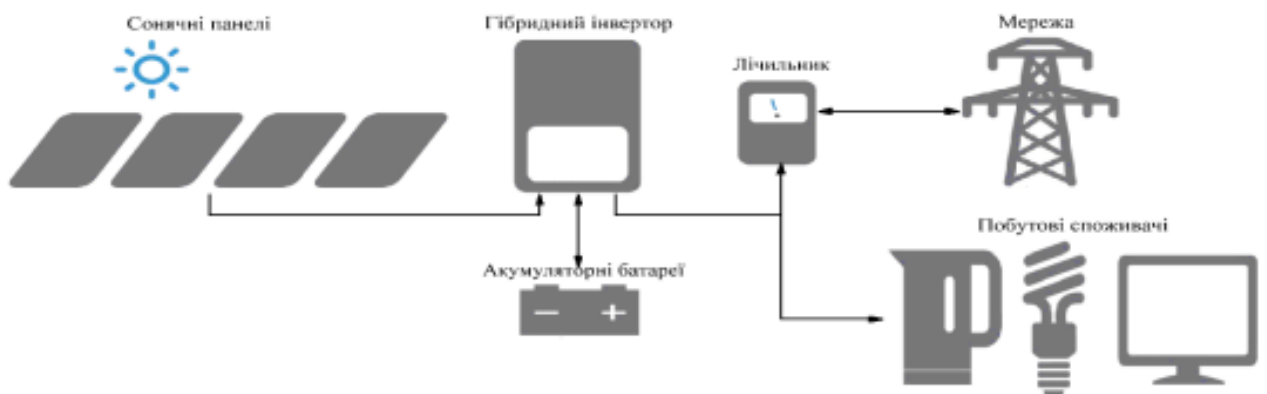


Рисунок 1.4 – Схема принципу роботи гібридної СЕС

В даній електростанції за основне джерело живлення приймається сонячні панелі. При цьому необхідною умовою є використання їх для одночасного заряджання акумуляторів та на роботу електричних приладів. Фактично аналізуючи графік виробітку електричної енергії сонячними електростанціями можна сказати, що зранку та ввечері електричної енергії фактично буде вистачати лише на споживання електроприладами. В денний час коли спостерігається пік виробітку електричної енергії від СЕС виникає можливість додатково заряджання акумуляторних батарей. Данна сонячна електростанція, як і мережева має можливість додатково виконувати продаж електричної енергії в мережу за зеленим тарифом.

При цьому вночі забезпечується живлення електроприладів квартир багатоквартирного будинку саме від акумуляторних батарей. Для забезпечення працездатності даної СЕС в необхідних режимах енергоспоживання необхідною умовою є забезпечення необхідної кількості акумуляторів.

Додатково також необхідно встановити АВР для реалізації дозаряджання акумуляторів від електричної мережі.

Додатково пропонується виконати порівняння вищенаведених типів сонячних панелей та навести основні показники в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні показники порівняльного аналізу СЕС

Порівняльний параметр	Тип сонячної електростанції		
	автономний	мережевий	гібридний
Енергонезалежність	+	-	+
Захист від аварійних відключень	+	-	+
Зниження витрат на споживання електричної енергії з мережі	+	+	+
Можливість продажу електричної енергії в мережу	-	+	+
Затрати капіталовкладень	високі	низькі	середні
Термін окупності, років	-	10...15	10...15

Виходячи з наведених даних можна зробити висновок, що в більшості випадків для подолання «блекаутів» багатоквартирним будинком можливо фактично лише з гібридною СЕС.

Для загального розуміння особливостей роботи та визначення потужностей СЕС необхідно провести аналіз схеми підключення будинку до електричної мережі та витрату електроенергії приватним будинком в загальному випадку.

1.3 Аналіз основних показників споживання електроенергії та схеми підключення багатоповерхових будинків

Для організації особливостей підключення СЕС для умов багатоквартирного будинку потрібною умовою є схема їх підключення до електричної мережі. Оскільки планується дозарядження акумуляторів з мережі то необхідною умовою є обов'язкове узгодження роботи СЕС з мережею.

В основному багатоквартирні будинки підключаються до мережі відповідно до 3 категорії за значенням надійності в електропостачанні. Живлення багатоквартирних будинків на території міста Суми здійснюється за допомогою трансформаторних підстанцій виділених лише на потреби кожного будинку окремо. В більшості випадків доволі часто подібні схеми виконуються з використанням двох трансформаторів типу ТМ-1000. Відповідно напруга на яку вони в основному розраховані це 10/0,4 кВ. Виходячи з цього підключення СЕС необхідно здійснювати саме в приміщеннях підстанцій будинку.

Необхідно також врахувати ту особливість, що трансформатори працюють не постійно два. Один розрахований на основний ввід, а другий фактично розрахований на резервний ввід. Також необхідно сказати, що живлення підстанцій багатокартирних будинків, а саме їх підстанцій, в основному виконується з використанням кабельних ліній.

В більшості випадків загальна схема електропостачання багатоквартирних будинків виглядає наступним чином (рис. 1.5).

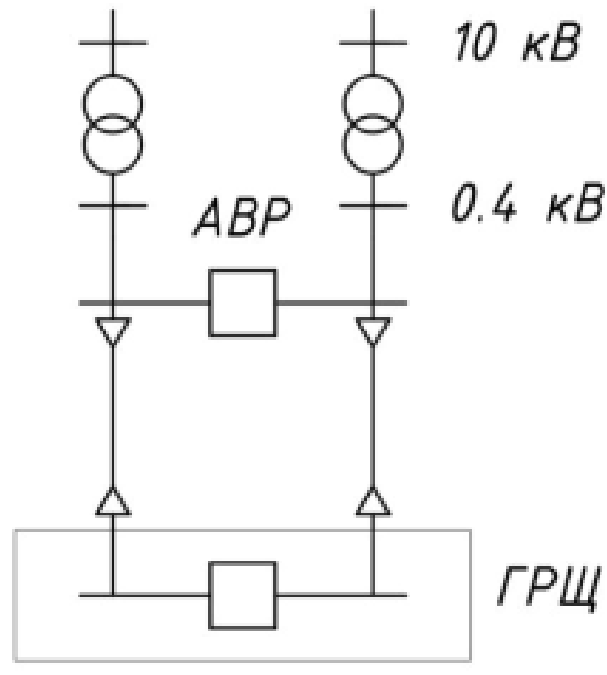


Рисунок 1.5 – Загальна схема живлення багатоквартирних будинків

Після здійснення вводу в будинок виконується розводка по окремим під'їздам аж до кожної квартири. При цьому на кожен під'їзд в основному здійснюється встановлення лічильників обліку електричної енергії.

Для виконання обліку електричної енергії на кожні квартиру встановлюється окремий лічильник. При цьому необхідно зауважити, що споживання в багатоквартирному будинку виникає не лише з квартир, а і ще додатково загальною системою електропостачання що живить освітлення під'їзду, прибудинкової території та різноманітними технічними приміщеннями.

Різниця між показниками приладів обліку на кожен під'їзд та показниками приладів обліку для всіх квартир вказує на значення спожитої електричної енергії спожитої освітленням під'їзду, прибудинкової території в вечірній час та технічними приміщеннями. Дана вартість електроенергії потім розкидається на всі квартири.

Врахувати конкретне споживання електроенергії кожною окремою квартирою доволі важко, адже необхідно проводити аналіз місячного

споживання. При цьому необхідно зазначити, що кожна квартира відповідно до договору початково забезпечується 3 кВт потужності.

Для аналізу особливостей споживання електричної енергії необхідно також врахувати особливості електричних приладів, що в середньому використовуються в квартирах багатоквартирних будинків. Необхідно зазначити, що вмикання всіх приладів одразу фактично не можливе в межах однієї квартири, а отже повне завантаження електричної мережі одразу не буде. Так величина середніх витрат різними електричними приладами квартир наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Витрата електричної енергії різними приладами

№ з/п	Електричне обладнання квартири	Особливості використання	Кількість спожитої електроенергії, кВт год
1	Холодильник	Робота протягом 7 днів	7
2	Посудомийна машина	Робота за один цикл	2
3	Мікрохвильова піч	Приготування м'яса двох шматків до 400 г	1
4	Електричний чайник	Кип'ятіння води що необхідна для 40 чашок	1
5	Тостер	Приготування як мінімум 70 тостів	1
6	Електрична витяжка	Робота протягом доби	1
7	Пральна машина	Один цикл прання за умови повного завантаження	2,5
8	Сушильна машина	Один цикл сушіння за умови повного завантаження	2,5
9	Праска	Робота, як мінімум 2 годин	1
10	Пилосос	Робота, як мінімум 2 години	1
11	Електричний обігрівач потужністю 2 кВт	Робота за одну годину	2
12	Стереосистема	Робота, як мінімум 8 годин	1
13	Телевізор	Робота, як мінімум 6 годин	1
14	Комп'ютер	Робота, як мінімум 1 годину	1
15	Фен	Робота, як мінімум 2 години	1
16	Електрична бритва	Використання більше 1800 циклів	1
17	Електрична дріль	Робота, як мінімум 4 години	1
18	Електрична лампочка потужністю 100 Вт	Робота, як мінімум 10 годин	1
19	Люмінесцентна лампа денного світла потужністю 40 Вт	Робота, як мінімум 20 годин	2,5

В результаті отриманих даних можна провести аналіз особливостей споживання електричної енергії середньостатистичною квартирою

багатоквартирного будинку. При цьому необхідно зазначити, що найбільше споживання електроенергії відбувається саме різноманітним холодильним обладнанням.

В під'їздах в основному використовується різноманітне освітлення. А також необхідно зазначити, що більшість багатоквартирних будинків мають додатково витрату електроенергії від ліфтових установок. Аналіз споживання електроенергії різними додатковими приміщеннями та обладнанням багатоквартирного будинку наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Визначення показників споживання електричної енергії різними загально доступними приміщеннями багатоквартирного будинку

Обладнання	Кількість, шт	Потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Середня потужність, кВт	Тривалість роботи, год/місяць	Загальне споживання електроенергії, кВт
Освітлення сходових майданчиків							
LED лампи	80	0,01	0,80	0,75	0,60	540	324,00
Зовнішнє освітлення прибудинкової території							
Вуличні LED світильники	6	0,08	0,48	0,75	0,36	540	194,40
Освітлення підвальних приміщень							
LED лампи	20	0,01	0,20	0,75	0,15	100	15,00
Освітлення технологічних приміщень							
LED лампи	20	0,01	0,20	0,75	0,15	100	15,00
Освітлення теплопункту							
LED лампи	5	0,01	0,05	0,75	0,0375	20	0,75
Інше обладнання							
Ліфтові установки	4	5	20	0,80	16	60	960
Насосні установки опалення, ХВП та ГВП	3	4	12	0,85	10,2	200	2040
Інші споживачі (домофон, системи безпеки та ін.)	8	0,01	0,08	0,75	0,06	540	32,4
Всього							3581,55

Необхідно зазначити, що споживання електроенергії загальнодоступними приміщеннями та різноманітними електроустановками багатоквартирного будинку є доволі значним. Виходячи з цього необхідною умовою є використання енергозберігаючих технологій для всіх споживачів.

Додатково пропонується розглянути показники лічильників та величини споживання електричної енергії по місяцях на кожен окремий під'їзд (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Середня величина споживання електроенергії багатоквартирним будинком

№ з/п	Місяць року	Споживання за показниками лічильників, кВт/год		Загальне споживання по будинку, кВт/год
		1-2 під'їзди	3-4 під'їзди	
2022 рік				
1	Січень	16 244	15 622	31 866
2	Лютий	14 255	13 293	27 548
3	Березень	10 740	11 506	22 246
4	Квітень	12 475	12 065	24 540
5	Травень	13 033	12 683	25 716
6	Червень	12 021	11 824	23 845
7	Липень	12 053	11 221	23 273
8	Серпень	12 065	12 131	24 196
9	Вересень	13 474	13 498	26 972
10	Жовтень	13 100	13 150	26 250
11	Листопад	14 849	14 054	28 903
12	Грудень	14 324	14 211	28 535
Всього за 2022 рік		158 633	155 258	313 890
2023 рік				
1	Січень	15 938	14 605	30 543
2	Лютий	15 411	14 905	30 316
3	Березень	13 540	14 051	27 591
4	Квітень	14 190	15 527	29 717
5	Травень	13 699	14 545	28 244
6	Червень	12 894	13 284	26 178
7	Липень	12 170	13 052	25 222
8	Серпень	12 122	14 214	26 336
9	Вересень	13 546	14 687	28 233
Всього за аналітичний період 2023 року		123 510	128 870	252 380

В розгляд не брався 2024 рік через неповноту даних по витраті електроенергії за рік. Необхідно зазначити, що основним навантаженням в багатоквартирних будинках є саме електрообладнання квартир. Для загальної характеристики споживання електроенергії багатоквартирного будинку пропонується побудувати схему розподілу електроенергії в відсотках (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Розподіл електроенергії в багатоквартирному будинку

Отже як і зазначалось вище найбільше електроенергії споживається в квартирах. А отже при виборі СЕС для забезпечення подолання «блекаутів» необхідно враховувати загальне споживання будинком. Фактично якщо обрати СЕС для багатоквартирного будинку то необхідно враховувати загальне споживання максимальне значення якого відповідно по показникам становить 30 кВт. При цьому необхідно враховувати, що є певні значення показників споживання, що є значно більшими за дані показники виробітку.

При цьому необхідно враховувати, що для забезпечення ефективної роботи всієї системи необхідно в моменти «блекаутів» максимально економити електроенергію. Також необхідно враховувати, що в цей час потрібно також максимально економити електроенергію і не використовувати ліфти, оскільки вони споживають також велику кількість електроенергії.

Додатково також необхідно враховувати особливості споживання електроенергії за добу, де виконується доволі значний розкид показників. При цьому в середньому квартири споживають електричну енергію відповідно до графіків, що наведено нижче на рисунку 1.7.

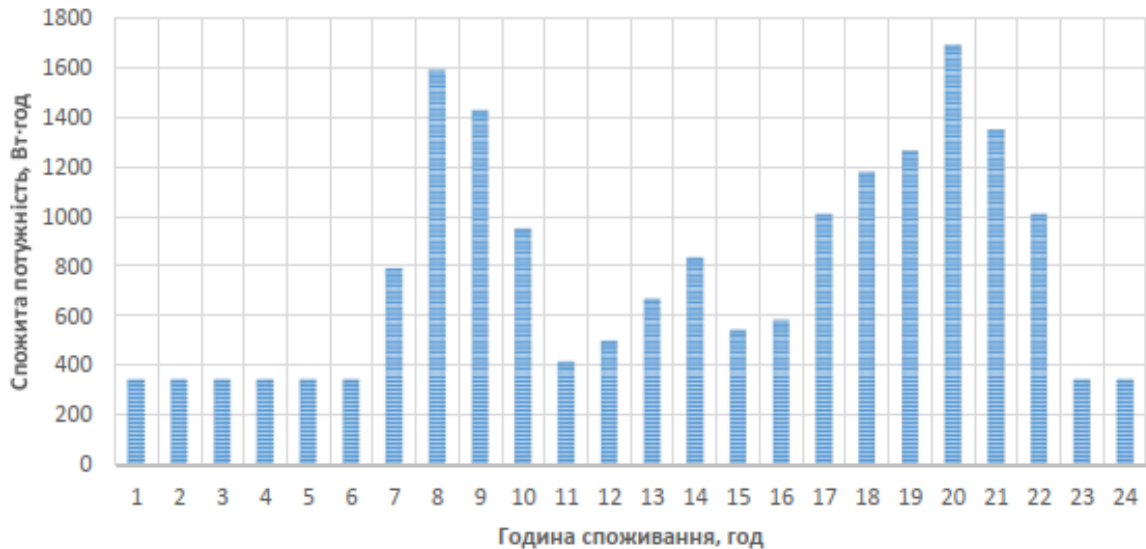


Рисунок 1.7 – Графік споживання електричної енергії в квартирі

Виходячи з наведених рисунків можна зробити висновок, що виникає в основному два пікові періоди споживання які виникають з 7 години ранку до 10 години, а також з 17 години до 22 години вечора. Це в основному можна пояснити активізацією людей, що пов'язана зі збиранням на роботу та поверненням з роботи з подальшим включенням великої кількості електроприладів в квартирі.

Висновки до розділу

Використання СЕС для потреб багатоквартирного будинку є доволі перспективним напрямком адже виникає можливість певної незалежності від мережевої електричної енергії. При цьому ефективність сонячної енергії в умовах міста Суми має гарні показники. Але використання подібної системи потребує від усіх жителів тотального режиму економії енергоресурсів. При цьому необхідно враховувати споживання електроенергії за добу та за місяць, а також враховувати нерівномірність споживання електроенергії по годинах доби в цілому.

2 ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БАГАТОКВАРТИРНИМ БУДИНКОМ

2.1 Аналіз основних методів для проведення моделювання споживання електроенергії багатоквартирним будинком

Подібного роду моделювання можна використовувати з використанням різноманітних часових рядів чи навіть рівнянь регресії. При цьому можливо використовувати методи кореляції та порівняння.

Метод часових рядів є певна послідовність значень якогось конкретного показника, що розташовують в певному хронологічному порядку. Для аналізу показників даним методом застосовують рівні, які повинні відповідати часовим моментам. Часові рівні можуть носити випадковий характер або детермінований, але порядок не повинен мати довільної зміни. Слід зазначити, що можливі ситуації, коли в один і той же момент часу може бути декілька значень. В такому випадку виникає певна багатовимірність побудови часового ряду.

Умовою якісного аналізу методом часових рядів є те, що ряди повинен мати однорідність за змістом та враховувати мету дослідження. А отже всі статистичні дані для аналізу даним методом потрібно порівнювати з іншим показником, таким як одиниці вимірювання величини або інше.

Основною умовою, що повинні враховувати данні при аналізі є різностороння повнота охоплення явища, що аналізується. А отже для аналізу необхідно використовувати єдину методику проведення розрахунків. Слід враховувати також неоднаковість одиниць вимірювання значень аналізу. Подібна проблема доволі часто виникає при аналізі потужності в енергетиці.

Іншою умовою, що необхідна для даної методики аналізу є певна однорідність етапів, тобто межі в яких показник характеризується одним і тим же законом. Отже основною метою застосування даного методу є характеристика зміни конкретного показника в часовому проміжку.

У випадку появи аномальних значень рівнів часових рядів основними причинами можуть бути помилками на стадії збору або обробки інформації, хоча зустрічаються і реальні стрибки показників в зміні динаміки.

Регресійний метод найчастіше використовують для аналізу зв'язків між різноманітними явищами. Слід зазначити, що показники енергоспоживання залежить від доволі великої кількості показників та чинників. Регресійний метод аналізу в основному призначений для вивчення різноманітних стохастичних залежностей з змінними величинами.

Регресійний метод аналізу проводять побудовою рівня регресії, а отже проводиться визначення впливу кожної змінної в досліджувану величину. А рівняння регресії показує зміну показника під дією зміни факторних ознак. Однією із математичних залежностей є парна регресія, що показує певні математичні залежності між двома різними змінними. Основним рівняння такої регресії є:

$$\bar{y} = f(x) \quad (2.1)$$

Функція опису зв'язків може бути лінійною або нелінійною. Лінійний зв'язок має вигляд:

$$\bar{y} = a_0 + a_1 \cdot x \quad (2.2)$$

де \bar{y} – результуючий показник;

x – незалежний показник (змінна);

a_0, a_1 – параметри лінійної парної регресії.

В статистиці застосовується доволі часто рівень значущості α події, тобто значення при якому подія є неможливою або помилковою. Найбільшого поширення при аналізі набув рівень 0,05, що означає допуск не більше 5% ймовірності помилки. Для найбільшої впевненості в результатах застосовують рівень 0,01, а інколи можуть приймати рівним 0,1. Виходячи з цього виникає

певний рівень надійності P , або довірчою ймовірністю, що визначається за формулою:

$$P = 1 - \alpha \quad (2.3)$$

З даного рівняння (2.3) можна зазначити, що рівень надійності обирають також рівним 0,95 або більш точно 0,99. Також можуть застосовувати значення 0,90.

При вирішенні різноманітних практичних задач ймовірність менше 1 % (нульова ймовірність), а також менше 5 та 10 %. Також відсікають значення 99 % (нульова ймовірність) та 95 і 90 %.

Регресивний метод аналізу є найбільш вдосконалим на сьогодні і застосовується в усіх сферах технологій а також систем.

Наступним методом аналізу є порівняльний метод. Порівняння може виконуватись в двох вимірах: в просторі або в часі. Просторовий вимір має можливість порівняння двох та більше значень в синхроністичному аналізі, а часовий – порівнює різні історичні періоди цих значень в діахроністичному аналізі. Особливістю порівняльного методу є наявність певної загальної або спільної ознаки чи властивості на фоні яких є певні розрізнені перемінні.

Порівняльний метод аналізу дає можливість отримати інформацію про ознаки порівняльних явищ, а і про загальну тенденцію розвитку чи їх функціонування.

Кореляційний метод аналізу враховує співвідношення або відповідність певних понять чи речей, тобто це дослідження сукупності ознак, що є випадковими у генеральній сукупності. Основною ознакою або проблемою є достатня кількість даних по спостереженням. Слід зазначити, що кореляційний метод аналізу тісно пов'язаний з регресивним методом.

Кореляційний метод показує свою корисність при вказанні на певні відношення, що мають передбачувальний характер практичного застосування. В енергетиці доволі часто застосовують кореляційний метод при аналізі виробітку електричної енергії та її споживанням залежно від погодних умов

або пори року. Але однієї такої залежності недостатньо для проведення кореляційного аналізу. Величина кореляції може бути як негативною так і позитивною. Негативна виникає за умови збільшення однієї величини та зменшення іншої, а додаткова виникає при збільшенні обох величин.

Найбільш відомою залежністю двох величин є коефіцієнт кореляції Пірсона, що розраховується, як відношення коваріації різних двох величин на добуток їх стандартних значень відхилення. Лінійна залежність показника кореляції двох змінних X та Y набувають відповідних значень від -1 до $+1$. Де значення $+1$ характеризує пряму зростаючу лінійну залежність, а -1 – обернену спадаючу лінійну залежність. Слід зазначити, що чим ближче значення коефіцієнта до -1 чи $+1$ тим сильніша кореляція між різними величинами. Також необхідно сказати, що при коефіцієнті кореляції рівному 0 всі змінні є статистично незалежними.

2.2 Аналіз електричних навантажень за теорією ймовірності та математичної статистики для багатоквартирного житлового будинку

Середні значення максимумів для електричних навантажень електроприймачів багатоквартирного житлового будинку, що підведені до вводу в квартиру розраховують за формулою:

$$P_{\text{макс}} = \bar{K}_{\text{П1}} \cdot P_{\text{уст1}} + \bar{K}_{\text{П2}} \cdot P_{\text{уст2}} + \dots + \bar{K}_{\text{Пn}} \cdot P_{\text{устn}} \quad (2.4)$$

де $\bar{K}_{\text{П1}}, \bar{K}_{\text{П2}}, \dots, \bar{K}_{\text{Пn}}$ – значення середніх ймовірностей ввімкнення електроприладів в момент максимального значення електричного навантаження;

$P_{\text{уст1}}, P_{\text{уст2}}, \dots, P_{\text{устn}}$ – значення потужності електроприладу.

На сьогодні доведено вченими, що формування значення електричного навантаження електроприймачів багатоквартирного житлового будинку виконується за біноміальним розподільчим законом. Слід зазначити, що для

визначення ймовірності, що із великої кількості n електричних приймачів буде ввімкнено одночасно m , необхідно скористуватись формулою:

$$\bar{P}_{r(m,n)\Sigma} = \sum_0^m \frac{n!}{m!(n-m)!} K_{\Pi}^m (1 - K_{\Pi})^{n-m} \quad (2.5)$$

Розподіл значення навантаження, що підведений до багатоквартирного житлового будинку відповідає нормальним законам розподілу. Виходячи з цього максимальне значення навантаження можна визначити з рівняння:

$$P_{\text{макс}} = \bar{P}_{\text{макс}} + t \cdot \sigma \quad (2.6)$$

де $\bar{P}_{\text{макс}}$ – активне, середньомаксимальне значення електричного навантаження;

t – значення нормативного відхилення за розподілом гауса;

σ – значення відхилення середньоквадратичне.

Дану оцінку можна застосовувати для визначення ймовірнісних показників аналізу навантаження для багатоквартирних житлових будинків. При цьому є можливість врахування певної нерівномірності споживання електричної енергії кожною квартирою окремо.

Слід також зауважити, що для більш детального аналізу електроспоживання квартири багатоквартирного житлового будинку все ж не підходить даний метод, оскільки немає чіткого врахування всіх електроприладів, що ввімкнені.

2.3 Аналіз електричного навантаження групи квартир однакових за питомим значенням навантаження

Для визначення розрахункового навантаження для групи квартир однакових за питомим значенням електричного навантаження, що підведено до житлового багатоквартирного будинку необхідно скористуватись формулою:

$$P_{рж} = p_{рж} \cdot N \quad (2.7)$$

де $p_{рж}$ – розрахункове значення питомого навантаження однієї квартири залежно від рівня її електрифікації, кВт/квартиру.

N – кількість електроприймачів, що приєднані до електричної мережі (ввідної лінії).

Характерною ознакою багатоквартирного житлового будинку є приміщення загального користування, де є в основному освітлення цих приміщень. Розрахункове значення навантаження освітлення цих приміщень знаходиться відповідно до формули:

$$P_{р.осв.заг} = P_{сх.кл} + P_{хол} + P_{кор} + P_{вес} + 0,5 \cdot P_{ін} \quad (2.8)$$

де $P_{сх.кл}$ – значення навантаження освітлення для сходових майданчиків (кліток) під'їзду будинку;

$P_{хол}$ – значення навантаження освітлення для холу під'їзду будинку;

$P_{кор}$ – значення навантаження освітлення для коридорів під'їзду будинку;

$P_{вес}$ – значення навантаження освітлення для вестибюлів під'їзду будинку;

$P_{ін}$ – значення навантаження освітлення для інших приміщень під'їзду будинку.

Для аналізу розрахункового значення навантаження для силових електричних приладів багатоквартирного житлового будинку, що підведене до вводу можна розрахувати за формулою:

$$P_{р.сил} = \sum_1^n P_{л1} \cdot K_{пл1} + \dots + P_{лі} \cdot K_{плі} + \\ + \sum_1^n P_{сан1} \cdot K_{п.сан1} + \dots + P_{сані} \cdot K_{п.сані} \quad (2.9)$$

де $P_{л1}, \dots, P_{ли}$ – паспортне значення потужності електродвигуна ліфтів, кВт;

$K_{пл1}, \dots, K_{пли}$ – коефіцієнт використання електродвигунів ліфтів, який залежить від їх кількості а також поверховості будинку;

$P_{сан1}, \dots, P_{сани}$ – паспортне значення потужності електродвигунів сантехнічних установок.

$K_{п.сан1}, \dots, K_{п.сани}$ – коефіцієнт використання електродвигунів сантехнічних установок.

Для аналізу багатоквартирного будинку дана модель визначення електричного навантаження краще підходить адже вона здатна враховувати навантаження не лише квартир, а і приміщень загального призначення. Слід зазначити, що недоліком даної моделі є те, що вона не враховує навантаження кожної окремої квартири. Навантаження квартир приймається однаковим для всіх квартир і не враховує конкретних особливостей кожної з них.

2.4 Вибір системи енергозбереження оптимальної для багатоквартирного житлового будинку

Вибір конкретних систем енергозбереження виконують за декількома показниками. Основні з яких це показники надійності та за показниками економічності. Існують і інші показники якими користуються, але слід зазначити, що ці два показники є обов'язковою складовою кожного проведеного аналізу електрообладнання. Тож наведемо основну методику дослідження за даними показниками.

Оцінка відповідно за показниками надійності проводять за результатами аналізу наступних значень коефіцієнтів: готовності, технічного використання, готовності за умови часткових відмов, ймовірність роботи без відмови.

Протягом всього періоду експлуатації електрообладнання знаходиться в одному із наведених станів: справний (робочий) стан; відмова повна; відмова часткова; ремонт для профілактики.

Показники надійності визначаються за наступними виразами:

- формула для визначення коефіцієнта, що характеризує готовність:

$$K_r = (P_0 + \sum P_2) \cdot (1 - P_3) \quad (2.10)$$

- рівняння для знаходження коефіцієнта, що характеризує технічне використання:

$$K_{ТВ} = P_0 + \sum P_2 \quad (2.11)$$

- рівняння для визначення коефіцієнта, що характеризує часткову відмову обладнання:

$$K_{чв} = 1 - (1 - P_3 - P_1) \cdot \sum P_2 \quad (2.12)$$

Ці показники потрібно застосовувати в комплексі для проведення загального аналізу конкретної електричної системи чи обладнання.

Наступним показником, що характеризує ефективність електричної системи чи обраного електричного обладнання є показник економічної ефективності. До розгляду береться найкращий варіант, що є економічно вигідним. Одним із економічних показників ефективності є термін окупності. Для його визначення необхідно визначити експлуатаційні витрати:

$$B = B_{\text{вир}} + B_{\text{зк}} \quad (2.13)$$

де $B_{\text{вир}}$ – виробнича частина експлуатаційних витрат, грн/рік;

$B_{\text{зк}}$ – екологічна частина експлуатаційних витрат, грн/рік.

Далі необхідно розрахувати економічний ефект від застосування системи енергозабезпечення чи енергозбереження:

$$\Delta B = \Delta B_{\text{вир}} - \Delta B_{\text{екол}} \quad (2.14)$$

де $\Delta V_{\text{вир}}$ – значення річного економічного ефекту від використання виробничої частини експлуатаційних витрат, грн/рік;

$\Delta V_{\text{екол}}$ – значення річного економічного ефекту від використання екологічної частини експлуатаційних витрат, грн/рік.

Отримавши всі значення можливо визначити термін окупності з виразу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta V \cdot 8760} \quad (2.15)$$

де K – загальна сума капіталовкладень для реалізації проекту, грн.

Для визначення ефективності рішення по енергоефективності системи обирають за можливості по меншому терміну окупності. Слід зазначити, що використання оцінки лише за економічним показником неможлива, оскільки вона в повній мірі може не характеризувати конкретного рівня технічних рішень. Виходячи з цього необхідно виконувати комплексну систему оцінки з врахуванням економічності.

Додатково застосовують різноманітні показники економічної ефективності. Це такі показники, як NPV або IRR. Це показники, що враховують ефективність вкладання капіталовкладень в проект в відсотках та гривнях.

Додатково слід зазначити, що є і інші показники аналізу ефективності, такі як оцінка екологічності проекту, оцінка енергетичних показників та інші. Але найбільш ефективною методикою оцінки будь яких рішень в енергетиці є багатокритеріальна оцінка, що враховує одночасно декілька показників.

Висновки до розділу

Як вже зазначалось в попередньому розділі основною особливістю використання СЕС для забезпечення подолання «блекаутів» необхідною умовою залишається використання заходів по енергозбереженню, що доволі важко реалізувати. При цьому для проведення оцінки ефективності

запропонованих рішень з енергозбереження необхідно використовувати багатокритеріальність оцінки. При цьому всі наведені моделі для проведення загального аналізу мають свої переваги та недоліки, а отже використовуватись поодинокі фактично не можуть. Додатково також виникає проблема визначення особливостей та ймовірності максимального споживання електроенергії кожною з квартир багатоквартирного будинку.

3. РЕАЛІЗАЦІЯ СЕС ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПОДОЛАННЯ «БЛЕКАУТІВ» БАГАТОКВАРТИРНИМ БУДИНКОМ

3.1 Реалізація розміщення сонячних панелей на багатоквартирних будинках

Основною проблемою з забезпеченням електроенергією від СЕС багатоквартирних будинків є невелика територія розміщення панелей. Виходячи з необхідної потужності СЕС, що знаходиться в межах від 15 до 30кВт. При цьому з умови розрахунку сонячної панелі потужністю 585 Вт необхідна кількість панелей для забезпечення роботи даної сонячної електростанції має бути більшою за 50 шт.

Таку кількість сонячних панелей на багатоквартирному будинку розмістити доволі важко з врахуванням особливостей розміщення для максимального виробітку електричної енергії.

Основним місцем для розміщення сонячних панелей є дах багатоквартирного будинку. Особливості розміщення сонячних панелей на дахах розглянуто на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Особливості розміщення сонячних панелей на даху багатоквартирного будинку

Враховуючи данні особливості розміщення сонячних панелей виникає особливість їх розміщення, що пов'язана з нерівністю даху багатоквартирного будинку. При цьому виконати орієнтування панелей доволі просто в даних умовах оскільки немає значного затемнення різними об'єктами.

Іншим прикладом розміщення сонячних панелей є розташування їх на глухих стінах багатоквартирного будинку. При цьому доволі тяжко виконати орієнтування сонячних панелей до сонця. І в результаті подібного підходу загальна реалізація схеми є проблематичною, адже в більшості районів міста багатоквартирні будинки перекривають один одного і відповідно можуть затінювати панелі СЕС. Варіант розміщення сонячних панелей на фасаді будівлі наведено на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Розміщення сонячних панелей на фасаді багатоквартирного будинку

Необхідною умовою вибору місця розташування сонячних панелей на багатоквартирному будинку є забезпечення максимальної їх ефективності. При цьому можна зазначити, що за можливості можна виконувати комбінування розміщення сонячних панелей на даху та на фасаді.

3.2 Вибір необхідної кількості сонячних панелей та іншого обладнання СЕС

Для ефективного використання необхідною умовою є використання монокристалічних сонячних панелей через значний ряд переваг та більшу ефективність.

Визначення потрібної кількості сонячних панелей виконують з рівняння:

$$S_{\text{пан}} = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{фем}}} \quad (3.1)$$

де $P_{\text{н}}$ – загальне навантаження багатоквартирного будинку.

$P_{\text{фем}}$ – величина потужності однієї панелі, Вт/м².

В розрахунки також потрібно закладати додатково 20 % більше сонячних панелей для стабільності роботи їх в умовах м. Суми.

В результаті отримаємо:

$$P_{\text{н}} = P'_{\text{н}} \cdot 1,2 \quad (3.2)$$

$$P_{\text{н}} = 30000 \cdot 1,2 = 36000 \text{Вт}$$

Величину потужності сонячних панелей обираємо виходячи з рівняння:

$$P_{\text{фем.ср}} = P_{\text{фем}} \cdot \eta \quad (3.3)$$

де η – значення ККД для панелі СЕС.

Для монокристалічних панелей ККД обираємо на рівні 17%, а потужність 1000 Вт/м². В результаті отримаємо:

$$P_{\text{фем.ср}} = 1000 \cdot 0,17 = 170 \text{Вт}$$

Виходячи з вищенаведеного пропонується обрати сонячні панелі типу SOLAR PS170W1, технічні характеристики яких наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики панелі

№ з/п	Показник	Значення
1	Вага, кг	11,5
2	Розмір комірки (В×Ш), мм	156×156
3	Розмір модуля (В×Ш×Г), мм	1482×676×35
4	Кількість комірок, шт	36
5	Розміщення комірок	4×9
6	Максимальна розрахункова потужність, Вт	170
7	ККД, %	16,8

Після обрання сонячної панелі переходимо до визначення загальної їх площі:

$$S_{\text{пан}} = \frac{36000}{170} = 212\text{м}^2$$

Фактично для забезпечення багатоквартирного будинку необхідною умовою є використання доволі великої кількості площі під сонячні панелі, а отже необхідно застосовувати, як дах так і фасад для їх розміщення.

Площа однієї панелі становить:

$$S_{\text{од.фот}} = 0,767 \cdot 1,482 = 1,136\text{м}^2$$

А отже можемо визначити загальну кількість сонячних панелей:

$$N_{\text{пан}} = \frac{S_{\text{пан}}}{S_{\text{од.фот}}} \tag{3.4}$$

$$N_{\text{пан}} = \frac{212}{1,136} = 187\text{шт}$$

Також необхідно довести дане значення до більшого з використанням декількох панелей для забезпечення більшої ефективності. Тож виходячи з цього пропонується обрати 190 панелей.

Виходячи з цього номінальне значення потужності знаходиться в межах:

$$P_{\text{ел.ст}} = N_{\text{пан}} \cdot P_{\text{фем.сп}} \quad (3.5)$$

$$P_{\text{ел.ст}} = 190 \cdot 170 = 32300 \text{ кВт}$$

Виходячи з даних розрахунків можна зазначити, що потужність сонячних панелей в повній мірі забезпечує електропостачання багатоквартирного будинку. Для подальшого аналізу пропонується провести визначення кількості виробленої енергії сонячною електростанцією (таблиця 3.2).

Для розрахунку необхідно користуватись формулою:

$$W = k \cdot E_{\text{уд}} \cdot P_{\text{ел.ст}} \quad (3.6)$$

де k – коефіцієнт, що враховує період року, 0,7 та 0,5 відповідно;

P – загальна потужність СЕС, кВт.

Таблиця 3.2 – Кількість виробленої електричної енергії від СЕС

Місяць року	Питома сонячна радіація, кВт·год/м ² день	Кількість виробленої електричної енергії, кВт· год
Січень	1,2	27132
Лютий	2,2	49742
Березень	3,5	79135
Квітень	4,5	72675
Травень	5,2	83980
Червень	5,5	88825
Липень	5,4	87210
Серпень	4,7	75905
Вересень	3,4	54910
Жовтень	2,2	49742
Листопад	1,3	29393
Грудень	0,9	20349

Виходячи з отриманих даних бачимо певний складний розподіл по кількості електричної енергії, що згенерована СЕС в певні місяці є недостатньою для забезпечення потреб багатоквартирного будинку.

Наступним кроком є необхідність вибору акумуляторів для даної СЕС. В якості акумуляторів пропонується обрати акумулятори Micro Art 2 960. Технічні характеристики даного акумулятора наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика акумулятора

Показник	Значення
Ємність акумулятора, А	960
Вихідна напруга, В	2
Енергоємність, Вт	1920
Кількість електроліту для заповнення акумулятора, л	13
Кількість циклів	більше 1500
Строк служби акумулятора, років	15
Гарантія, років	2
Габарити, см	66×16×20
Вага, кг	50
Тип акумулятора	Обслуговується

Запропонований акумулятор гарно підходить по показникам роботи та кількості зарядів та розрядів.

Витрату ємності акумулятора знаходимо з виразу:

$$\Delta Z = \left(\frac{P_H}{U_H} \right) \Delta t_{\text{нв}} = \frac{P_H}{U_H} (24 - t_{\text{дв}}) \quad (3.7)$$

де P_H – значення номінальної потужності;

U_H – значення номінальної напруги 48 В.

$\Delta t_{\text{нв}}$ – інтервали часу доби, що становить для літнього часу 10 год, а для зимового 16 год.

$t_{\text{дв}}$ – значення інтервалу доби, що становить приблизно 16 год для міста Суми.

Проведемо розрахунок для зимового періоду експлуатації акумулятора:

$$\Delta Z = \frac{12313}{48} 16 = 4104,3A$$

У випадку глибокого розряду акумулятора він вийде з ладу, а отже необхідно розрахувати ступінь його розрядженості:

$$S_p = \frac{Z_H - Z_{min}}{C_H} 100 = \frac{\Delta C}{C_H} 100 \quad (3.8)$$

Підставивши отримаємо:

$$Z_{аб.н} = \frac{100}{S_p} \cdot \frac{P_H}{U_H} \cdot T_{нв} \quad (3.9)$$

Для всіх типів акумуляторів досить важким є зимовий період експлуатації, а отже значення $T_{нв} = 16$ год, при цьому ступінь розрядження складає приблизно 70%.

Далі визначимо ємність акумулятора:

$$Z_{аб.н} = \frac{100}{70} \cdot \frac{12313}{48} \cdot 16 = 5863,3A$$

У випадку недостатньої ємності акумулятора можна використовувати послідовне з'єднання декількох акумуляторів. При цьому ємність збільшується а напруга залишається незмінною.

Проведемо розрахунок енергоємності акумулятора для сонячної електростанції:

$$W = Z_H \cdot U_H \quad (3.10)$$

Дане значення дає можливість вибрати необхідну кількість акумуляторів, оскільки чим більше значення енергоємності при сталій напрузі, тим меншу кількість акумуляторів необхідно.

Кількість послідовно під'єднаних акумуляторів визначається з виразу:

$$n = \frac{U_{\text{н}}}{U_{\text{аб}}} \quad (3.11)$$

де $U_{\text{аб}}$ – значення напруги одного акумулятора. В нашому випадку складає 2 В.

Акумулятори збирають послідовно в гілки, тож кількість таких з'єднань визначається за формулою:

$$m = \frac{C_{\text{н}}}{C_{\text{аб}}} \quad (3.12)$$

де $C_{\text{аб}}$ – значення ємності одного акумулятора. З технічної характеристики обраного нами акумулятора дане значення становить 960 А·год.

Отримавши всі показники є можливість знайти необхідну кількість акумуляторів для сонячної електростанції:

$$N = n \cdot m \quad (3.13)$$

Відповідно до наведеної методики розрахунку проведемо визначення необхідної кількості акумуляторів для приватного будинку міста Суми.

$$n = \frac{48}{2} = 24 \text{ шт};$$

$$m = \frac{5863,3}{960} = 6,1 \text{ шт};$$

Кількість гілок акумуляторів округлюємо до 6 шт.

$$N = 24 \cdot 6 = 144 \text{ шт.}$$

Дана цифра є досить завищеною, а отже потрібно кількість акумуляторів коригувати відповідно до ємності акумулятора. При цьому необхідно враховувати зміну графіку.

Вибір контролера. Для якісного вибору контролера потрібно дотримуватись наступних вимог:

- Напруга, що входить від сонячного контролера має бути більшою або рівною значенню максимальної напруги, що видають сонячні панелі з врахуванням холостого ходу.

- Напруга, що входить від сонячного колектора має бути більшою або рівною максимальному значенню напруги зарядженого акумулятора.

- Струм, що виходить від сонячного контролера має бути більшим або рівним значенню максимального струму заряду акумулятора.

Враховуючи наведені умови, потрібно також враховувати, щоб контролер підходив до обраного типу акумулятора. Для цього визначимо значення максимального струму заряджання акумулятора:

$$I_{\text{зар.ак.}} = 0,1 \cdot Z_{\text{аб}} \quad (3.14)$$

При цьому струм заряджання акумулятора становитиме:

$$I_{\text{зар.ак.}} = 0,1 \cdot 960 = 96 \text{ А}$$

Оскільки нами було розраховано необхідну кількість віток акумуляторів, то обираємо кількість контролерів рівною 18 шт. При цьому струм рівний 100 А. З отриманих даних можемо вибрати необхідний контролер. З аналізу різних технічних характеристик обираємо контролер

«ЕКО-ЕНЕРГІЯ МРРТ» з необхідними для нас параметрами. Технічні характеристики даного контролера наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика контролера

Параметр	Значення
Напруга сонячної батареї, В	200
Струм заряду, А	100
Тип акумулятора	всі типи
Напруга акумулятора, В	12, 24, 48, 96

Вибір інвертора. Нами обрано гібридні інвертори, адже вони повністю підходять до використання в наших умовах.

Обираючи інвертор необхідно значення сумарного навантаження підключених до нього приладів збільшити на 30 % або навіть більше. Це дасть можливість запуску більш потужних приладів, що знаходяться в користуванні мешканців приватних будинків.

Ще інвертори поділяють на одно- та трифазні. А отже є можливість підключення їх в трифазну мережу.

Необхідно також розглянути схему підключення гібридного інвертора в загальній схемі, яку наведено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Схема підключення гібридного інвертору

Для нашого випадку застосовуємо схему з одним центральним інвертором. Для вибору якого необхідно проаналізувати умови вибору інверторів:

- Значення вхідної напруги в інвертор повинно бути більше або рівним максимальній напрузі сонячної панелі з врахуванням напруги холостого ходу.
- Значення вхідної напруги в інвертор має бути рівним напрузі мережі.
- Значення потужності повинно бути більшим або дорівнювати значенню потужності мережі з врахуванням збільшення на 30 %.
- Значення пікової потужності обраного інвертора має бути більше або рівне значенню пускової потужності електрообладнання.
- Напруга та частота інвертора повинна повністю відповідати цим параметрам мережі.

Отже проведемо необхідні розрахунки інвертора. Необхідну потужність інвертора знаходимо з виразу:

$$P_{\text{інв}} = P_{\text{роз.наг}} \cdot 1,3 \quad (3.18)$$

$$P_{\text{інв}} = 12313 \cdot 1,3 = 16006,9\text{Вт}$$

Виконаємо підбір інверторів за даним показником. У відповідності до наведених технічних характеристик найбільш підходить інвертор Growatt-1700TL3S. Наведемо його технічні характеристики в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристики інвертора

Показник	Значення
Потужність, кВт	17
Напруга, В	48
Вихідна напруга, В	220 – 380
Частота, Гц	50
Пікова потужність, кВт	34
Максимальна потужність, кВт	40
Номінальна потужність, кВт	17
Температурний діапазон, °С	-25...+50

Висновки до розділу

Складність забезпечення багатоквартирного будинку електроенергією від СЕС полягає в декількох причинах. Основною проблемою є велике споживання будинком електричної енергії, а отже потужність сонячної електростанції має бути на рівні 30 кВт. Виходячи з цього наступним проблемним питанням постає необхідність вибору місця розташування сонячних панелей. На сьогодні є приклади їх використання на дахах багатоквартирних будинків та на фасадах. При цьому необхідно враховувати їх затінення та ефективність генерування електроенергії.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці це один з найважливіших показників роботи будь якого підприємства, виконання робіт чи інше. Основною особливістю функціонування охорони праці багатоквартирного будинку є відсутність відділу охорони праці, як на підприємстві.

За дотримання вимог охорони праці в житловому будинку відповідність несуть саме мешканці квартир. Зазначимо, що в багатоквартирного будинку уповноважена особа, що займається питаннями керівництва та організацією забезпечення нормальної роботи всіх систем житлового багатоквартирного будинку. Але управляюча особа не може брати на себе відповідальність по виконанню робіт таких, як електромонтажні, сантехнічні та інші види робіт. Всі роботи по забезпеченню діяльності багатоквартирного будинку повинні проводитись відповідними організаціями. Вибір компанії, що буде виконувати роботи в приміщеннях багатоквартирного будинку здійснює уповноважена особа, але в квартирах обирати працівників має право лише її мешканець. При виборі працівників для виконання робіт в квартирах не можна порушувати загальної системи функціонування житлового будинку. Відповідальність за неправильне виконання робіт несе саме мешканець квартири в якій порушено правила.

Для проведення будь яких електромонтажних робіт в загальнодоступних приміщеннях допускається підрядна компанія, що має відповідний дозвіл на виконання робіт. З такою компанією багатоквартирного будинку може укласти договір на проведення разових робіт або тривале обслуговування.

Підрядна компанія надсилає бригаду для проведення електромонтажних робіт, в яку входять необхідні робітники та керівник виконання робіт. У випадку виконання електромонтажних робіт підрядною компанією, вся відповідальність лягає на неї. Підрядна організація узгоджує проект на проведення електромонтажних робіт з електропостачальною

компанією, обирає матеріали необхідні для виконання робіт а також необхідний перелік інструментів.

Слід зазначити, що підрядна компанія не має права долучати до виконання електромонтажних робіт осіб, що не досягли 18 років та не мають відповідного посвідчення про підтвердження знань проведення електромонтажних робіт. Всі працівники, що виконують роботи повинні мати відповідну групу допуску. При цьому у керівника проведення робіт група допуску повинна бути вищою ніж в інших робітників.

Всі роботи виконуються відповідно до проекту та плану проведення робіт. У випадку відходу від плану проведення робіт необхідно попереднє узгодження з керівником на місці. Далі керівник проведення робіт зв'язується з проектувальниками та узгоджує особливості відходу від проекту. Після узгодження приймається відповідне рішення і вносяться зміни до виконання робіт.

Після проведення монтажних робіт виконується перевірка роботоздатності системи і здачу системи в експлуатацію. Прийом системи здійснює відповідальна особа по багатоквартирному будинку.

Після приймання в експлуатацію відповідальність за правильну експлуатацію повністю несуть жителі багатоквартирного житлового будинку. У випадку порушення умов експлуатації нанесені збитки відповідним компаніям несуть саме мешканці. Але у випадку, коли виникли ситуації де доведена вина підрядної компанії чи постачальної компанії, то всі затрати лягають на них. І в такому випадку підрядна компанія чи постачальник змушений буде виконати всі роботи за власний кошт і відповідно надати компенсацію по пошкодженому майну (у випадку якщо таке є).

При проведенні інших видів роботи, що пов'язані з постачанням газу, води, тепла чи інших енергетичних ресурсів необхідною умовою є найняття необхідної підрядної компанії, яка виконає відповідні роботи.

Слід зазначити, що вносити будь які зміни в вищеназвані системи самостійно без узгодження з відповідними постачальними та проектувальними організаціями заборонено. Слід зазначити, що певні роботи

потрібно узгоджувати не лише з постачальною організацією а і з іншими мешканцями під'їзду житлового будинку. Так наприклад для встановлення системи індивідуального опалення необхідною умовою є дозвіл постачальної компанії та відмова всіх мешканців від системи центрального опалення. В іншому випадку, коли необхідно узгодження з всіма мешканцями, це зміна енергопостачальної компанії, за умови постановня такого вибору.

На жаль в Україні більшість процесів строго регламентуються державою і створені всі умови для відсутності конкуренції між енергопостачальними компаніями, то ж і вибір споживачем постачальника фактично неможливий. Вартість енергоресурсів при такій ситуації повністю регулюється нормативними документами держави. А отже виходить, що споживачі є певними заручниками ситуації в країні.

Висновки до розділу

Багатоквартирні житлові будинки, з точки зору забезпечення заходів з охорони праці є доволі складним та розмежованим по відповідальності. За дотримання вимог правильної експлуатації різноманітного електрообладнання відповідальність лежить на мешканцях конкретної квартири. Загальнодоступні приміщення також розмежовані по мешканцях під'їзду та будинку загалом. Слід відзначити, що недотримання заходів з охорони праці при виконанні робіт чи експлуатації обладнання будинку може призвести до негативних наслідків, ліквідація яких може лягти на всіх мешканців. при цьому можливе завдання шкоди і іншим мешканцям будинку. Отже дотримання всіх вимог охорони праці забезпечить безпечне проживання всіх мешканців багатоквартирного житлового будинку.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

На сьогоднішній складний момент для нашої країни досить складно прорахувати економічний ефект від продажу електричної енергії в мережу. Тож розглянемо вартість обладнання, що вибрано в попередніх розділах.

Таблиця 5.1 – Показники вартості обладнання для багатоквартирного будинку м. Суми

Обладнання	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість обладнання, грн
Сонячна електростанція			
Панель електрична сонячна	78	7958	620724
Акумулятор	80	5050	404000
Контролер	1	20500	20500
Інвертор	1	70031	70031
Разом			1 115 255

Отже виходячи з даних таблиці 5.1, бачимо що для встановлення сонячної електростанції необхідна доволі значна сума коштів.

При цьому залишається проблема використання альтернативних джерел енергії, оскільки влітку виникає значна кількість виробленої електричної енергії а взимку залишається доволі значна її недостача.

Нажаль нами не враховується на сьогодні вартість електромонтажних робіт та вартість додаткового обладнання через те, що для проведення такого розрахунку необхідно точно знати характеристику конкретного об'єкта і вже для нього виконувати такі прорахунки.

Можна проаналізувати можливість продажу електричної енергії в мережу по зеленому тарифу. Нажаль аналіз можна провести лише для показників 2024 року. Так зелений тариф для електричної енергії від сонячних електростанцій становить 4,8 грн/кВт·год, а для енергії отриманого від вітрогенератора – 4,32 грн/кВт·год. Також існують певні надбавки на обладнання для альтернативних джерел енергії у випадку використання

обладнання, що вироблено в Україні та за умови, що потужність електростанції не перевищує 30 кВт.

Виходячи з приблизних розрахунків кількості електричної енергії, яку можна подати на продаж до електричної мережі за рік маємо близько 48 468 кВт·год за рік. Знаючи вартість зеленого тарифу можемо досить легко порахувати, що з продажу електричної енергії від сонячної електростанції отримуємо 232 055 грн доходу.

Висновок до розділу

Як бачимо з проведеного розрахунку вартість використаного обладнання для сонячної електростанції має на сьогодні досить великі значення, які мало доступні населенню міста Суми. Та все ж за умови продовження зеленого тарифу станом на сьогодні є можливість отримувати певні доходи з продажу електричної енергії. Строки окупності на сьогодні досить важко прорахувати адже йде досить швидка зміна вартості обладнання та вартості виконання монтажних робіт.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Використання СЕС для потреб багатоквартирного будинку є доволі перспективним напрямком адже виникає можливість певної незалежності від мережевої електричної енергії. При цьому ефективність сонячної енергії в умовах міста Суми має гарні показники. Але використання подібної системи потребує від усіх жителів тотального режиму економії енергоресурсів. При цьому необхідно враховувати споживання електроенергії за добу та за місяць, а також враховувати нерівномірність споживання електроенергії по годинах доби в цілому.

2. Як вже зазначалось в попередньому розділі основною особливістю використання СЕС для забезпечення подолання «блекаутів» необхідною умовою залишається використання заходів по енергозбереженню, що доволі важко реалізувати. При цьому для проведення оцінки ефективності запропонованих рішень з енергозбереження необхідно використовувати багатокритеріальність оцінки. При цьому всі наведені моделі для проведення загального аналізу мають свої переваги та недоліки, а отже використовуватись поодинокі фактично не можуть. Додатково також виникає проблема визначення особливостей та ймовірності максимального споживання електроенергії кожною з квартир багатоквартирного будинку.

3. Складність забезпечення багатоквартирного будинку електроенергією від СЕС полягає в декількох причинах. Основною проблемою є велике споживання будинком електричної енергії, а отже потужність сонячної електростанції має бути на рівні 30 кВт. Виходячи з цього наступним проблемним питанням постає необхідність вибору місця розташування сонячних панелей. На сьогодні є приклади їх використання на дахах багатоквартирних будинків та на фасадах. При цьому необхідно враховувати їх затінення та ефективність генерування електроенергії.

4. Багатоквартирні житлові будинки, з точки зору забезпечення заходів з охорони праці є доволі складним та розмежованим по відповідальності. За дотримання вимог правильної експлуатації різноманітного

електрообладнання відповідальність лежить на мешканцях конкретної квартири. Загальнодоступні приміщення також розмежовані по мешканцях під'їзду та будинку загалом. Слід відзначити, що недотримання заходів з охорони праці при виконанні робіт чи експлуатації обладнання будинку може призвести до негативних наслідків, ліквідація яких може лягти на всіх мешканців. при цьому можливе завдання шкоди і іншим мешканцям будинку. Отже дотримання всіх вимог охорони праці забезпечить безпечне проживання всіх мешканців багатоквартирного житлового будинку.

5. Як бачимо з проведеного розрахунку вартість використаного обладнання для сонячної електростанції має на сьогодні досить великі значення, які мало доступні населенню міста Суми. Та все ж за умови продовження зеленого тарифу станом на сьогодні є можливість отримувати певні доходи з продажу електричної енергії. Строки окупності на сьогодні досить важко прорахувати адже йде досить швидка зміна вартості обладнання та вартості виконання монтажних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2008.
2. Дослідження тенденцій розвитку вітроенергетики в Європі і в Україні С. Кудря, Б. Тучинський, В. Дресвянников, З. Рамазанова /Вітроенергетика України. – 2004. – № 1–2.
3. Кудря С., Тучинський Б. «Бізнесопридатність» вітроенергетики України /Докл. II Междунар. конф. «Нетрадиционная энергетика в XXI веке». – Ялта, 2001
4. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії /О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен та ін. За заг. ред. О.І. Солов'я. – Черкаси: Вид. ЧДТУ, 2007.
5. Енергетичні ресурси та потоки За заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2003.
6. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: «Українські енциклопедичні знання», 2007.
7. Даковські М., Вянцковські С.-К. Про енергетику для споживачів та скептиків. – Львів: ЕКОінформ, 2007.
8. Жовтянський В.А. Стан виконання Комплексної державної програми енергозбереження та перспективи її послідовної реалізації /Проблеми загальної енергетики. – 2000.
9. Руденко М.Д. Енергія прогресу: Нариси з фізичної економії. – К.:Молодь,1998.
10. Склярів В.Ф. Необхідність прогнозування забезпечення екологічної та енергетичної політики /Екологічна безпека в аспекті перспективного розвитку енергетики України. Громадські слухання: Зб. матеріалів. – К., 2008.
11. Енергетика світу та України. Цифри та факти Г.К. Вороновський, С.П. Денисюк, О.В. Кириленко та ін. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2005.

12. Дулесова, Н. Ст. Системи електропостачання : навчальний посібник по курсовому проектуванню / Н. Ст. Дулесова. – Абакан: :Ред.-вид. сектор ХТІ філії СФУ, 2016.
13. Розрахунок електричних навантажень: Проектуємо електрику разом – Москва, 2013.
14. Наземне сонячне випромінювання: ТОВ «Енергосистеми». – Санкт-Петербург, 2017.
15. Барановська В.Є. Методичні рекомендації щодо використання зелених закупівель у державному та приватному секторах економіки: посібник / В.Є. С. В. Берсіна, О. Д. Богдан, О. І. Возний, М. Ю. Камаса, В. Г. Потапенко, В. В. Савицький, Л. А. Шереметьєва, І. І. Яресковська. К .: Інтерсервіс Верлаг, 2013
16. Енергетична стратегія України до 2035 року. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605-р
17. Аккумулятор тяговий панцерний MicroArt 2-720./ ЕнерджіВінд.– Москва, 2017.
18. Види контролерів для сонячних батарей і як вибирати. Електрика в будинку. – Москва, 2017.
19. Охоткин, Р. П. Методика розрахунку потужності сонячних електростанцій / Г. П. Охоткин. // Вісник Чуваського університету. – Чебоксари, 2013.
20. Шевцов А. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив.
21. Петрук В.Г. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. Матеріали II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. (Вінниця, 2014).