

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА ДАХОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Виконала: студентка 4 курсу, групи ДЕ-41
спеціальності 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Дарина БУЧИНСЬКА /
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Анатолій КУЧЕР /
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / Юлія ПАЩЕНКО /
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

В. о. зав. кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ /
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Валентина ШАПОВАЛОВА /
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Раїса САВІЦЬКА /
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2021 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра – екології та менеджменту довкілля
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

_____ / Андрій АЧАСОВ /
(підпис) (ім'я та прізвище)

«21» травня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дарині БУЧИНСЬКІЙ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Еколого економічне обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції

керівник роботи Анатолій КУЧЕР, доцент кафедри екології та менеджменту довкілля, доктор економічних наук, кандидат педагогічних наук, старший дослідник.
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «15» березня 2021 року № 0210-05/467

2. Строк подання студентом роботи «11» травня 2021 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити .

- 1) Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку геліоенергетики.
- 2) Методика еколого-економічного обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції.
- 3) Розроблення проекту можливого будівництва дахової електростанції.

4) Оцінювання вигідності проекту будівництва дахової сонячної електростанції, зокрема в контексті кліматичних змін.

5) Визначення готовності населення до реалізації проекту будівництва дахової сонячної електростанції на основі його опитування.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Провести аналіз сучасного стану та перспективи розвитку геліоенергетики
2	Підібрати методику еколого-економічного обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції
3	Розробити проект можливого будівництва дахової електростанції
4	Оцінити вигідність проекту будівництва дахової сонячної електростанції, зокрема в контексті кліматичних змін
5	На основі опитування населення визначити його готовність до реалізації проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

5. Дата видачі завдання «21» травня 2020 року

Студент

(підпис)

Дарина БУЧИНСЬКА

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

доц. Анатолій КУЧЕР

(посада, ім'я і прізвище)

АНОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ
БУДІВНИЦТВА ДАХОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

Дарина БУЧИНСЬКА

Кваліфікаційна робота: «Еколого-економічне обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції» містить 46 сторінок, 3 розділи, 11 таблиць, 13 рисунків, 6 формул, 28 використаних джерел та 5 додатків.

Актуальність роботи. Обрана тема нині особливо актуальна, оскільки експлуатація сонячних електростанцій із кожним роком становиться дедалі більш поширеною та прибутковою. Разом із цим, вони сприяють боротьбі з планетарним потеплінням клімату на Землі завдяки виробленню «чистої» енергії. В останні роки вартість сонячних електростанцій поступово зменшується завдяки удосконаленню технології їх виготовлення, але разом із тим, тарифи на сонячну електричну та теплову енергію змінюються у часі. Дослідження ефективності застосування сонячних електростанцій і принципу дії від цих факторів в умовах зміни цін у часі на ринку відновлювальної енергетики є актуальною задачею.

Об'єкт дослідження – еколого-економічні аспекти процесу енергоспоживання в типовому п'яти поверховому багатоквартирному будинку в м. Харків.

Мета – здійснити еколого-економічне обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

Завдання. Для поставленої мети вирішено ряд завдань:

- 1) провести аналіз сучасного стану та перспективи розвитку геліоенергетики;
- 2) підібрати методика еколого-економічного обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції;
- 3) розробити проект можливого будівництва дахової електростанції;
- 4) оцінити вигідність проекту будівництва дахової сонячної електростанції, зокрема в контексті кліматичних змін;
- 5) на основі опитування населення визначити його готовність до реалізації

проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

Науково-практична цінність. Наукова новизна полягає в тому, що: дістали дальшого розвитку положення щодо еколого-економічного обґрунтування доцільності реалізації проекту будівництва дахової електростанції в типовому п'яти поверховому багатоквартирному будинку; удосконалено методичний підхід до оцінки екологічної ефективності проекту в контексті кліматичних змін на основі натуральної та вартісної оцінки зменшення вуглецевого сліду, тобто скорочення викидів CO₂-екв. Практична цінність полягає в тому, що розроблено проект будівництва дахової електростанції, який може бути практично реалізований як мешканцями досліджуваного будинку, так і мешканцями інших аналогічних і/або подібних багатоквартирних будинків за певної його адаптації до конкретних умов.

ДАХОВА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ВАРТІСТЬ ПРОЕКТУ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ, ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ, ЗМІНИ КЛІМАТУ.

ANNOTATION

**ECOLOGICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE PROJECT OF
CONSTRUCTION OF A ROOF SOLAR POWER PLANT**

Daryna BUCHYNSKA

Qualification work: «Ecological and economic justification of the project of construction of a roof solar power plant» contains 46 pages, 3 sections, 11 tables, 13 figures, 6 formulas, 28 sources used and 5 appendix.

Relevance of work. The chosen topic is especially relevant today, as the operation of solar power plants is becoming more common and profitable every year. At the same time, they help combat global warming on Earth by producing «clean» energy. In recent years, the cost of solar power plants is gradually declining due to improvements in their manufacturing technology, but at the same time, tariffs for solar electricity and heat change over time. The study of the efficiency of solar power plants and the principle of action of these factors in the conditions of changing prices over time in the renewable energy market is an urgent task.

The object of research is ecological and economic aspects of the energy consumption process in a typical 5-storey apartment building in Kharkiv.

The purpose is to carry out ecological and economic substantiation of the project of construction of a roof solar power plant.

Task. A number of tasks have been solved for this purpose:

- 1) to analyze the current state and prospects of solar energy development;
- 2) select a method for the environmental and economic justification of the project for the construction of a rooftop solar power plant;
- 3) develop a project for the possible construction of a rooftop power plant;
- 4) assess the profitability of the project of construction of a rooftop solar power plant, in particular in the context of climate change;
- 5) on the basis of a survey of the population to determine its readiness to implement the project of construction of a rooftop solar power plant.

Scientific and practical value. The scientific novelty is that: the provisions on the ecological and economic substantiation of the expediency of the project of construction of a roof power plant in a typical five-storey apartment building have been further developed; the methodological approach to the assessment of the environmental efficiency of the project in the context of climate change on the basis of natural and cost assessment of carbon footprint reduction, ie reduction of CO₂-eq. The practical value lies in the fact that a project for the construction of a rooftop power plant has been developed, which can be practically implemented by both residents of the building under study and residents of other similar and / or similar apartment buildings with some adaptation to specific conditions.

ROOFTOP SOLAR POWER PLANT, PROJECT COST, PROJECT EFFICIEY,
PROJECT FINANCING, CLIMATE CHANGE

АННОТАЦИЯ

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА
СТРОИТЕЛЬСТВА КРЫШНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Дарина БУЧИНСКАЯ

Квалификационная работа: «Эколого-экономическое обоснование проекта строительства крышной солнечной электростанции» содержит 46 страниц, 3 главы, 11 таблиц, 13 рисунков, 6 формул, 28 использованных источников и 5 приложений.

Актуальность работы. Выбранная тема сейчас особенно актуальна, поскольку эксплуатация солнечных электростанций с каждым годом становится все более распространенной и прибыльной. Вместе с тем, они способствуют борьбе с планетарным потеплением климата на Земле благодаря выработке «чистой» энергии. В последние годы стоимость солнечных электростанций постепенно уменьшается благодаря совершенствованию технологии их изготовления, но вместе с тем, тарифы на солнечную электрическую и тепловую энергию изменяются во времени. Исследование эффективности применения солнечных электростанций и принципа действия от этих факторов в условиях изменения цен во времени на рынке возобновляемой энергетики является актуальной задачей.

Объект исследования – эколого-экономические аспекты процесса энергопотребления в типичном пятиэтажном многоквартирном доме в г. Харьков.

Цель – осуществить эколого-экономическое обоснование проекта строительства крышной солнечной электростанции.

Задания. Для поставленной цели решен ряд задач:

- 1) провести анализ современного состояния и перспективы развития гелиоэнергетики;
- 2) подобрать методику эколого-экономического обоснования проекта строительства крышной солнечной электростанции;
- 3) разработать проект возможного строительства крышной электростанции;

4) оценить выгодность проекта строительства крышной солнечной электростанции, в частности в контексте климатических изменений;

5) на основе опроса населения определить его готовность к реализации проекта строительства крышной солнечной электростанции.

Научно-практическая ценность. Научная новизна заключается в том, что: получили дальнейшего развития положения по эколого-экономического обоснования целесообразности реализации проекта строительства крышной электростанции в типичном пятиэтажном многоквартирном доме; усовершенствован методический подход к оценке экологической эффективности проекта в контексте климатических изменений на основе натуральной и стоимостной оценки уменьшения углеродного следа, то есть сокращение выбросов CO₂-экв. Практическая ценность заключается в том, что разработан проект строительства крышной электростанции, который может быть практически реализован как жителями исследуемого дома, так и жителями других аналогичных и / или подобных многоквартирных домов по определенной его адаптации к конкретным условиям.

КРЫШНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, СТОИМОСТЬ ПРОЕКТА,
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА, ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА, ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕЛІО - ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ.....	13
1.1 Сучасний стан розвитку геліоенергетики України.....	13
1.2 Досвід функціонування й ефективність використання сонячних електростанцій у Харківській області.....	15
1.3 Переваги й недоліки різних типів фотоелектричних перетворювачів з позиції екологічної безпеки.....	17
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА ДАХОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	20
2.1 Методика еколого-економічного обґрунтування проекту.....	20
2.2 Методика вимірювання Люксометром.....	22
2.3 Методика визначення готовності населення до реалізації проекту.....	22
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ДАХУ П'ЯТИПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ.....	25
3.1 Обґрунтування основних параметрів проекту.....	25
3.2 Оцінка прогнозової еколого-економічної ефективності проекту..	35
3.3 Оцінка готовності населення до реалізації проекту.....	38
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні все більше компаній вкладають інвестиції у будівництво відновлювальних джерел, що спроможні генерувати електричну енергію. Експлуатація сонячних електростанцій з кожним роком становляться над прибутковими. Разом із цим, вони сприяють і боротьбі з планетарним потеплінням клімату на Землі завдяки виробленню «чистої» енергії. В останні роки світова вартість сонячних електростанцій поступово зменшується завдяки удосконаленню технології їх виготовлення, але разом із тим, тарифи на сонячну електричну та теплову енергію змінюються у часі. Роль їх зростає зі світовою тенденцією розвитку будинків із мінімальними шкідливими викидами у довкілля. Строки окупності зазначеного відновлювального джерела живлення залежать від багатьох чинників, таких як їх вартість та монтаж, тарифів на електричну та теплову енергію, року введення в експлуатацію тощо. Дослідження ефективності застосування сонячних електростанцій і принципу дії від цих факторів в умовах зміни цін у часі на ринку відновлювальної енергетики є актуальною задачею.

Мета дослідження – здійснити еколого-економічне обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

Об'єкт дослідження: еколого-економічні аспекти процесу енергоспоживання в типовому п'яти поверховому багатоквартирному будинку в м. Харків. За адресою вул. Любові Малої, 12 А.

Предмет дослідження: еколого-економічні й енергетичні показники проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

Завдання дослідження:

- 1) провести аналіз сучасного стану та перспективи розвитку геліоенергетики;
- 2) дослідити умови при яких сонячні електростанції будуть вигідними для застосування;
- 3) підібрати методика еколого-економічного обґрунтування проекту будівництва дахової сонячної електростанції;
- 4) розробити проект можливого будівництва дахової електростанції;

5) оцінити вигідність проекту будівництва дахової сонячної електростанції.

Методи дослідження: теоретичні методи (аналіз і синтез, узагальнення), емпіричні методи (опитування, розрахунки, SWOT-аналіз, експертні оцінки, прогнозування), експериментальний метод (вимірювання світлового потоку Люксометром), методи статистичної обробки даних і прогнозування.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в тому, що: дістали дальшого розвитку положення щодо еколого-економічного обґрунтування доцільності реалізації проекту будівництва дахової електростанції в типовому п'яти поверховому багатоквартирному будинку; удосконалено методичний підхід до оцінки екологічної ефективності проекту в контексті кліматичних змін на основі натуральної та вартісної оцінки зменшення вуглецевого сліду, тобто скорочення викидів CO₂-екв.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблено проект будівництва дахової електростанції, який може бути практично реалізований як мешканцями досліджуваного будинку, так і мешканцями інших аналогічних і/або подібних багатоквартирних будинків за певної його адаптації до конкретних умов.

Апробація результатів дослідження: результати дослідження апробовано на англomовній студентській науковій конференції «Ecology is a priority», місті Харків, 30 березня 2020 року.

Публікації: опубліковано одну роботу в матеріалах збірника тез доповідей щорічної англomовної студентської наукової конференції «Ecology is a priority», 5 квітня 2020 р.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕЛІОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

1.1 Сучасний стан розвитку геліоенергетики України

Сонячна енергія впевнено займає стабільні позиції у світовій енергетиці. Переваги сонячної енергії включають той факт, що сонячна енергія є екологічно чистим джерелом енергії, яке може використовуватися у все більших масштабах без негативного впливу на навколишнє середовище. Сонячна енергія - це майже невичерпна енергія. Кожен куточок нашої планети може використовувати сонячну енергію. Потенційні можливості енергетики, що засновані на використанні безпосередньо сонячного випромінювання, надзвичайно великі. Так, використання всього лише 0,0125 % кількості енергії Сонця могло б забезпечити всі сьогоденні потреби світової енергетики, а використання 0,5 % – повністю покрити потреби на перспективу [1].

Загальна встановлена потужність для установок з відновлюваною енергетикою в Україні Станом на 1 січня 2020 року в Україні працює 23 110 (1142 промислових домогосподарства та 21 968 СЕС домогосподарств), які мають «зелені» тарифи та загальну потужність 6932 МВт. серед них [2]:

- 852 СЕС загальною потужністю 4925 МВт;
- 69 вітрових електростанцій загальною потужністю 1170 МВт;
- 21 968 СЕС для приватних домогосподарств 553 МВт;
- 49 біогазових електростанцій загальною потужністю 86 МВт;
- 15 електростанцій на біомасі загальною потужністю 84 МВт.

Станом на 1 січня 2020 року загальна потужність сонячних електростанцій у приватних домогосподарствах досягла 553 МВт, з яких у 2019 році використано 393 МВт [2].

Взяті Україною зобов'язання в частині зниження впливу енергетики на довкілля зумовлюють потребу у додаткових обсягах інвестицій. Пріоритетом у цьому напрямі буде реалізація комплексу заходів з енергоефективності,

енергозбереження та розширення використання відновлюваної енергетики [2].

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження геліосистем як теплоенергетичного, так і фотоелектроенергетичного обладнання практично на всій території. Загалом територія України є зоною помірного сонячного випромінювання. Сонячна радіація в Україні становить 3500 - 5200 МДж / м² на рік. У той же час в нашій країні більше сонячних годин на рік, ніж в половині країн ЄС, що робить її дуже привабливою для місцевих інвестицій в геліоенергетиці. Однак кількість сонячного випромінювання залежить від координат місцевості, властивостей атмосфери та поверхні, часу доби та сезону. Тому річна сонячна радіація на квадратний метр землі в різних регіонах України дуже різниться [2].

Сезонний період для активного використання сонячної енергії в північних регіонах триває з квітня по вересень, а в південних з березня по жовтень, що становить 1900 - 2400 год / рік. Загальна середньорічна сонячне випромінювання варіюється від 1070 кВт × год / м² в північних районах України до 1400 кВт × год / м² на півдні країни. За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання (радіації) на території України необхідно виділити чотири зони, які показані на рисунку 1.1 [2].



Рис. 1.1 – Зони інтенсивності сонячного випромінювання в Україні

Сонячна енергія відноситься до так званих відновлюваних або «зелених» видів енергії. За людськими мірками, яка є невичерпною. Електропостачання

промислових компаній та житлових районів має свої особливості. Головною особливістю є необхідність постачання електроенергії великій кількості установок з відносно невеликою потужністю на великій території. В результаті протяжність мереж в багато разів перевищує цю величину в інших секторах економіки [3]. Водночас значення електроенергії в сільськогосподарській галузі зростає. Промислові реформи призвели до децентралізації великих виробників та посилення ролі дрібних фермерських господарств у державній економіці [2]. Основними вимогами електромережі є:

- надійність електропостачання;
- забезпечення норм якості електричної енергії;
- ефективність транспортування електричної енергії;
- безпека обслуговування;
- енергозбереження та екологічна безпека;
- можливість безперервного подальшого розвитку та реконструкції електричних мереж без корінних змін існуючої її частини.

На думку всесвітньо відомих експертів, сонячна енергія повинна стати «нафтою 21 століття». Тому до 2070 року сонячна енергія буде найважливішим джерелом електроенергії на землі. На початку наступного століття кількість сонячної енергії буде в 3,5 рази вищою, ніж у нафтовій промисловості, і в шість разів більше атомної енергії [4].

1.2 Досвід функціонування й ефективність використання сонячних електростанцій у Харківській області

Харківський регіон знаходиться у четвертій зоні областей по використанню геліоенергетики. Незважаючи на це, вважається доцільне використання геліосистем у промислових масштабах.

Екологічний вплив використання сонячної енергії має важливе значення для зменшення екологічних небезпек Харківської області, яка має високе техногенне навантаження.

Потенціал сонячної енергії Харківської області є достатньо високим для широкого впровадження як фотоенергетичного, так і теплоенергетичного обладнання. Найпривабливішими з екологічного погляду є виробництво фотоелектричних систем. За допомогою напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів енергію сонячного випромінювання можна перетворювати безпосередньо та ефективно в електричну енергію протягом року [5].

Одинична потужність фотоелектричних систем становить 50 - 200 Вт (приблизно 0,5 - 2 м²). Вдень вони можуть отримати 0,5 - 2 кВт × год потужності. Сьогодні ці пристрої дозволяють отримувати 250 Вт (або 2,5 кіловата на день) від фотобатареї площею 1 квадратний метр [5].

Технічний потенціал сонячної енергії в Харківській області становить 170 мільярдів кіловат-годин на рік, тоді як економічний потенціал сонячної енергії становить 270 мільйонів кіловат-годин на рік. Щорічне використання дозволить заощадити до 85 000 тонн органічного палива [5].

Приведені енергетичні показники з надходження сонячної енергії є базовими при впровадженні сонячного енергетичного обладнання і рекомендуються до використання, у першу чергу, проектувальниками об'єктів сонячної енергетики для вибору типу обладнання (сонячні теплові, фотоелектричні установки) та для встановлення їх оптимальної потужності і терміну ефективної експлуатації обладнання в області [5].

На 2020 рік Харківська область є одним з лідерів України у будівництві сонячних електростанцій та використанні альтернативних джерел енергії. Наприклад, у Харкові в червні 2019 року введено в експлуатацію дах виробничої майстерні паркетної фабрики «Тандем Імпекс». Це одна з найбільших СЕС в Україні потужністю 557,82 кВт. Це друга промислова покрівля СЕС в Харківській області. Ще одна наземна промислова сонячна електростанція працює в Мерефі, оціночна встановлена потужність якої становить 3,9 МВт [6].

Впровадження «зелених технологій» у виробництво електроенергії вважається одним із головних пунктів у стратегії розвитку Харківської області 2021 – 2027 рр. [6].

1.3 Переваги й недоліки різних типів фотоелектричних перетворювачів з позиції екологічної безпеки

На сьогоднішній день сонячна енергія є одним із найпоширеніших відновлюваних джерел енергії, що використовується для виробництва електроенергії. Сьогодні сонячна енергія використовується в багатьох галузях промисловості, включаючи сільське господарство, військову та аерокосмічну промисловість, транспорт тощо.

Варто зазначити, що енергію сонця можна використовувати як для генерації електроенергії (сонячні електростанції), так і для підігріву води (сонячні колектори) [7].

Значний інтерес щодо використання сонячних фотоенергетичних систем обумовлений низкою їх переваг, до основних з яких належать [7]:

- наявність і невичерпність сонячного випромінювання як джерела життєздатності;
- теоретично повна екологічна безпека для навколишнього середовища (є мала імовірність нагрівання атмосфери над фотоелектростанцією);
- ефективність витрат процесу використання ФЕП;
- мінімальне планове технічне обслуговування та висока надійність (Для високоякісних сонячних елементів приблизно від 25 до 50 років втрати потужності сягають 80 % від самого початку).

Однак, попри вищезазначені переваги, сонячна енергетика має і свої недоліки, серед яких [7]:

- залежність генерації електроенергії від кліматичних умов, пори року, часу доби;
- для реалізації проектів у сонячній галузі потрібні великі початкові інвестиції. Це негативно позначиться на вартості електроенергії, виробленої сонячною радіацією, через що вона не зможе вільно конкурувати з традиційними технологіями виробництва електроенергії;

• наявність високотоксичних металів (кадмій, свинець тощо) у складі сонячних панелей. Тому вони повинні використовуватися й утилізуватися з особливою обережністю, щоб не допустити проникнення цих речовин у ґрунт та воду.

Незважаючи на деякий ряд недоліків, переваг процесу виробництва сонячної електроенергії значно більше, незаперечні переваги сонячної енергії сприяли значному розвитку потужностей з виробництва електроенергії у всьому світі, особливо в Україні [7].

Найбільш високий ККД мають сонячні батареї на основі монокристалічного кремнію – 18,7 % [3]. Кожний із трьох видів матеріалів сонячних батарей має свої переваги і недоліки, які представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Переваги і недоліки типів фотоелектричних перетворювачів [7]

Тип ФЕП	Переваги	Недоліки
ФЕП на основі Монокристалічного кремнію Si	<ul style="list-style-type: none"> - високий ККД (17- 19 %); - висока надійність (25- 50 років роботи); - стабільність параметрів протягом тривалого часу (падіння потужності до 80 % від максим. за 25 років експл.) - більш висока вартість (2.5-3.3\$/Вт); - вища чутливість до рівня та кута джерела світла - виготовлення полімерних панелей повністю безпечно для навколишнього середовища – за дослідженнями вчених, викиди від виготовлення таких установок на 3/4 менше, ніж від кремнієвих варіантів 	<ul style="list-style-type: none"> - більш висока вартість (2.5- 3.3 \$/ Вт); - менша технологічність; - вища чутливість до рівня та кута джерела світла - висока вартість отримання та енергозатратність технології виготовлення
ФЕП на основі полікристалічного кремнію	<ul style="list-style-type: none"> - нижча вартість (2.1- 2.8 \$/Вт); - висока технологічність; - стабільність параметрів (падіння пот. до 80 % від максим за 25 років експл.) 	<ul style="list-style-type: none"> -дещо нижчий ККД (15- 17 %); -менша стабільність параметрів
Тонкоплівкові ФЕП на основі аморфного кремнію	<ul style="list-style-type: none"> - висока технологічність - низька вартість (1.5- 2.4 \$/Вт) - менша у 10-100 разів товщину та використання матеріалів - здатність до перетворення дифузного світла - набагато краще оптичне поглинання (у 20 разів); - краща робота за відсутності прямого сонячного опромінення (коли похмуро); 	<ul style="list-style-type: none"> - низький ККД (7- 11 %); -нестабільність параметрів; -низька надійність (строк служби 5-8 років) - високої токсичності хімічних елементів

Отже, найефективнішими типом сонячних батарей є сонячних панелі на основі монокристалічного кремнію, оскільки вони мають найкращі екологічні, технічні та економічні показники.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО
ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА ДАХОВОЇ СОНЯЧНОЇ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.

2.1 Методика еколого-економічного обґрунтування проекту

Алгоритм визначення потужності сонячної електростанції:

1) визначення оптимальної потужності ФЕС при продажі надлишку енергії по «зеленому тарифу» (за формулою 2.1) [8]:

$$P_{\text{опт}} = E_p / 1100 \text{ кВт} \quad (2.1)$$

де E_p – кількість спожитої електроенергії за рік кВт × г/рік;

1100 кВт – середнє річне число годин; 1070 – 1200 залежно від області.

При небажанні продавати надлишки енергії по зеленому тарифу можна укомплектувати сонячну електростанцію «розумною» системою контролю потужності (СКПП), яка не дозволить електроенергії перетікати в загальну електромережу, або розраховувати ФЕС таким чином, щоб її генерація завжди була меншою за споживання.

2) визначення оптимальної потужності ФЕС при використанні системи СКПП (оптимальна потужність ФЕС $P_{\text{опт}}$ складатиме 50 – 60 %) (за формулою 2.2) [8]:

$$P_{\text{опт}} = (0,5 / 0,6) \times E_p / 1100 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

3) визначення потужності у разі відмови від використання «зеленого» тарифу та системи контролю в літній сезон в період часу з 10.00 до 15.30 кВт × г (за формулою 2.3) [8]:

$$P_{\text{opt}} = (0,75 / 0,85) \times E_{\text{min}} \text{ кВт} \quad (2.3)$$

де E_{min} – мінімальне енергоспоживання в літній сезон з 10:00 до 15:30.

Алгоритм вибору обладнання для кожної з підсистем:

1. Визначення потужності фотоелектричної станції:

Варіант 1: Повна автономність (за формулою 2.4) [8]:

$$P_{\text{ФЕМ}} = E_{\text{л}} / 1,5 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

де $E_{\text{л}}$ – середньодобове споживання електроенергії для літнього сезону.

Варіант 2: Часткова автономність, коли сонячна енергія в літній період повністю перекриває потребу дому в електроенергії, а в зимовий період – лише частково (за формулою 2.5) [8]:

$$P_{\text{ФЕМ}} = E_{\text{л}} / 4,5 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

2. Визначення кількості акумуляторів для автономного живлення будинку протягом доби (за формулою 2.6) [8]:

$$N_{\text{АКБ}} = E_{\text{л}} \times 3 / 2400 \quad (2.6)$$

Розрахунок необхідної площі під встановлення сонячних модулів [8]:

Розміщувати масив сонячних модулів можна будь-де, потрібно лише дотримуватись кількох основних правил:

- Генеруюча поверхня модулів, наскільки це можливо, повинна бути обернена на південь (+ / - 15°);
- Затінення сонячних модулів повинно бути мінімальним;

- Сонячні батареї не повинні підлягати дії підвищених температур, тобто непогано було б забезпечити їх в місці, де вони будуть обдуватися вітром.

Залежно від місця розташування, необхідна площа вираховується перемноженням бажаної потужності на коефіцієнт розміщення k :

- при наземному розміщенні $k = 14,8$;
- при розміщенні на плоскому даху $k = 12,6$;
- при розміщенні на скатному даху $k = 6$.

2.2 Методика вимірювання Люксометром

Для вимірювання потужності сонячного потоку обрано Люксометр Flus ET-952, що вважається одним із кращих в своєму класі. Прилад відповідає всім міжнародним стандартам якості. Діапазон вимірювання люксометра складає від 0 до 400 тис. люкс.

Принцип дії люксометра базується на фотоелектричному ефекті. Світловий потік, що падає на фотоелемент (ФЕ), викликає появу електричного струму, який вимірюється стрілочним приладом.

При проведенні роботи, для вимірювання сонячного потоку, необхідно знаходитися на відкритій ділянці вулиці.

Для підготовки люксометру до вимірювань встановити стрілочний прилад у горизонтальне положення, перевірити чи знаходиться стрілка приладу на нульовій поділці шкали (при відключеному фотоелементі ФЕ). Для попередження перевантаження приладу необхідно почати вимірювання природного освітлення, увімкнувши відповідну кнопку на лицевій панелі люксометру і встановивши на фотоелемент напівсферичної насадки. Зафіксувати отриману одиницю та записати в таблицю результатів [9].

2.3 Методика визначення готовності населення до реалізації проекту

Розроблено авторську анкету для опитування, що складається з 8 питань:

«Сонячна електростанція (СЕС) на даху багатоквартирного будинку»

1. Хто проходить анкетування?

- Мешканець багатоквартирного будинку.
- Незалежна думка.

2. Чи погодилися б Ви на встановлення сонячної електростанції на даху Вашого будинку?

- Так.
- Ні.
- За певних умов.

3. Ваше ставлення до нових енергетичних технологій:

• Я усвідомлюю важливість для країни переходу до нових енергетичних технологій.

- Нові енергетичні технології покращують енергетичну незалежність.
- Нові енергетичні технології стимулюють зростання економіки.
- Нові енергетичні технології можуть знизити ціну на електроенергію.

4. Чи готові Ви виділити власні кошти на встановлення сонячних батарей у Вашому будинку?

- Так, готовий.
- Можливо.
- Це дорого, тому ні.
- Ні, мене все влаштовує.

5. Як швидко Ви готові вкласти власні кошти для встановлення СЕС?

- Готовий відразу.
- Частинами.
- Через певний час.

6. Скільки осіб мешкає у Вашій квартирі?

- Мешкаю один.
- Двоє.
- Трое.

- Четверо.
- Більше чотирьох.

7. Приблизна кількість кВт енергії, яку Ви споживаєте в середньому за місяць:

- до 100 кВт.
- 100 - 300 кВт.
- Понад 300 кВт.

8. Який варіант використання енергії сонячної електростанції Ви вважаєте найбільш перспективним?

- Продаж державі за «зеленим» тарифом.
- Для системи гарячого водопостачання будинку.
- Для системи гарячого водопостачання та енергопостачання будинку.
- Комбіноване використання для системи гарячого водопостачання та продаж надлишку державі за «зеленим» тарифом.
- Інший варіант.

Опитування проведено за допомогою розробленої Google форми.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ БУДІВНИЦТВА СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ДАХУ П'ЯТИПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

3.1 Обґрунтування основних параметрів проекту

Резюме

Нині енергетична та екологічна безпека України та її регіонів перебуває під загрозою. У зв'язку із цим реалізація проектів з будівництва сонячної електростанції забезпечить часткове вирішення вказаних проблем. Сонячна енергія вважається однією з найперспективніших галузей економіки України. Це пов'язано з тим, що кліматичний потенціал у нашій країні дозволяє виробляти велику кількість електроенергії із сонячних електростанцій. Згідно з дослідженнями Національної академії наук в Україні, потенційний економічний потенціал для розвитку виробництва сонячної енергії в Україні становить близько 4 ГВт.

Ураховуючи досвід впровадження СЕС в європейських країнах з подібними рівнями сонячної радіації та очікуване зниження витрат на будівництво сонячних електростанцій, рівень СЕС в Україні може становити 1,5 – 2,5 ГВт до 2030 року, а їх виробництво до 2,0 – 3,3 TWh / рік. Згідно з аналізом міжнародної компанії IHS, загальна встановлена потужність СЕС в Україні у 2020 р. має становити 2,2 ГВт. Країна вже є одним із п'яти найбільших у світі ринків сонячного розвитку. Це свідчить про те, що аналізована галузь швидко розвивається.

Сонячна енергетика вважається однією з перспективних для застосування як у промисловості, так і у житлово-комунальному господарстві. Об'єктом дослідження вибрано п'яти поверховий будинок. Максимальне навантаження будинку припадає на денний і вечірній час, а оскільки максимальна інтенсивність сонячної інсоляції припадає на денний період, вибирається мережевий тип джерела живлення, що працює паралельно з міською електричною мережею. Встановлення сонячної електростанції дасть змогу зменшити вартість споживання електроенергії у будинку [8].

Місія проекту: заохочувати розвиток альтернативних джерел енергії, вироблення електроенергії для забезпечення потреб населення Харківської області.

Головна мета проекту: будівництво сонячної електростанції на даху п'яти-типоверхового будинку задля зменшення впливу на навколишнє середовища шляхом поліпшення екологічних показників виробництва електроенергії та скорочення частки безпосереднього використання палива за рахунок підвищення ролі відновлюваних видів енергії в задоволенні енергетичних потреб суб'єктів.

Основні завдання:

- розробка проекту із будівництва сонячної електростанції на даху п'яти-поверхового житлового будинку в м. Харків за адресою вул. Любові Малої, 12 А;
- реалізація використання електроенергії за «зеленим тарифом»;
- пошук джерел фінансування проекту та заходів підвищення енергоефективності будинку.

Реалізація проекту дозволить:

- підвищити обсяги вироблення електроенергії в регіоні;
- залучити нових інвесторів, зацікавлених у розвитку сонячної енергетики;
- внести вклад у розвиток енергетичної безпеки регіону;
- підвищення технологічного потенціалу регіону;
- забезпечити поповнення бюджету регіону за рахунок функціонування електростанції.

Основні напрями інвестицій: перед проектні заходи (підготовка документації, укладання договорів з органами влади та юридичними особами), закупівля необхідного обладнання, встановлення СЕС на даху будинку.

Джерела інвестицій – ОСББ, Програма «70/30», власні кошти.

Коротка характеристика об'єкта. Розміщення СЕС – м. Харків, вул. Любові Малої, 12 А, Харківська область, Україна.

Статус проекту – ефективна проектована потужність СЕС – 100 МВт. Площа СЕС – 600 м², PV-технологія: монокристалічний кремній.

Терміни реалізації проекту – червень 2021 року – жовтень 2022 року
Введення об'єкта в експлуатацію – листопад 2022 року.

Реалізація цього проекту сприятиме формуванню енергетичної незалежності конкретного будинку та посиленню такої незалежності для регіону, «озелененню» економіки регіону та створенню нових робочих місць.

Отже, роль проекту із будівництва сонячної електростанції на п'яти поверховому будинку в Харківській області полягає в наступному:

- екологічний ефект (зменшує використання викопного палива, скорочуючи тим самим викиди вуглекислого газу; підвищує рівень екологічної та енергетичної безпеки);

- соціальний ефект (можливе створення робочих місць, зменшення рахунків за електроенергію; упорядкування й модернізація даху будинку);

- економічний ефект (одержання додаткових економічних вигід від реалізації енергії за «зеленим» тарифом; можливість залучати інвесторів, кошти яких окупляться протягом визначеного періоду).

Опис об'єкта

Об'єкт: п'ятиповерховий житловий будинок. Будинок має 4 під'їзди зі сходовими клітинами (додаток 1).

Місцезнаходження: 61000, Україна, Харківська область, м. Харків, вул. Любові Малої, буд. 12 А.

Тип будинку – хрущовка

Кількість квартир – 56

Кількість мешканців – 140

Площа даху спільна (скатна) – 872 м²

Площа фасад – 1532 м²

Система електропостачання – централізоване.

Планування та контроль проекту

Для реалізації проекту будівництва сонячної електростанції необхідна площа даху розміром 600 м².

Графік виконання проекту включає етапи, які потрібні для отримання

деяких ліцензій і дозволів, а саме:

- отримання ліцензії на право виробництва електроенергії НКРЕКП;
- отримання «зеленого» тарифу;
- реєстрація договору «купівлі-продажу»;
- оформлення процедури з ОСП та ОСР.

Процес будівництва сонячної електростанції на даху будинку буде контролюватися замовником та штатним менеджером проекту. Будівельно-монтажні роботи будуть проводитися за участі підпорядкованих компаній. Початок впровадження послуг з проектування, будівництва та постачання обладнання заплановано на 2021 рік.

Планування ресурсів і витрат, складання проектного бюджету

Для успішної реалізації проекту знадобляться такі ресурси [10]:

1. сонячні панелі Risen Solar RSM144-6-405M (монокристал, Tier1, Half-Cell) – 250 шт.;
2. мережевий інвертор Huawei SUN2000-50KTL-M0 (4 MPPT, система захисту) – 2 шт.;
3. кабель соларний «Top cable» 6 мм – 1000 м.;
4. система захисту ОПН по змінному струму, плавкі запобіжники, автоматичний вимикач 63А, електрощиток, ОПН – 1 комплект;
5. додаткове обладнання:
 - конектори, 1 комплект;
 - система кріплень для монтажу сонячних панелей на дах – 250 шт.;
 - монтаж системи, налаштування, перевірка, інструктаж – 1 комплект;

Станція може виробляти приблизно 117990 кВт електроенергії на рік. Максимальна щомісячна потужність – 16 - 17 МВт (травень, червень, липень, серпень). Щоб максимізувати ефективність робочої станції, слід розрахувати вартість споживання обладнання відносно рівня виробництва [10].

Загальні інвестиційні витрати за проектом становлять 1 451 620,15 грн.

Еколого-енергетичне обґрунтування потужності сонячної електростанції

При продажі надлишку енергії по «зеленому тарифу»:

$$P_{\text{опт}} = 80\,640 / 1100 \text{ кВт} = 73,31 \text{ кВт}$$

При небажанні продавати надлишки енергії за «зеленим» тарифом можна укомплектувати сонячну електростанцію системою контролю перетікання потужності (СКПП).

При використанні системи СКПП:

$$P_{\text{опт}} = (0,5 / 0,6) \times 80\,640 / 1100 = 61,09 \text{ кВт}$$

При базовій системі без зеленого тарифу і СКПП:

Основними електроспоживачами влітку в обід є кондиціонер, холодильник, розеткові мережі, тобто в межах 1,4 – 1,7 кВт:

$$P_{\text{опт}} = (0,75 / 0,85) \times 1,7 = 1,65 \text{ кВт}$$

Вибір кожної з підсистем

У досліджуваному будинку рахунок на оплату електроенергії в середньому за місяць складає 150 гривень. Розраховуємо оптимальну потужність сонячної фотоелектростанції для обраного будинку.

По тарифу на електроенергію 1,68 грн за 1 кВт × г, кількість спожитої електроенергії на одну квартиру складає 120 кВт за місяць.

Розрахуємо середньодобове споживання електроенергії:

$$E_{\text{д}} = 120 / 30 = 4 \text{ кВт (на 56 квартир 224 кВт)}$$

Розрахуємо потужність фотоелектростанції для 2 варіантів:

Варіант 1: Повна автономність, потужність ФЕС складає:

$$P_{\text{фес}} = 4 / 1,5 = 2,6 \text{ кВт (на 56 квартир 244 кВт)}$$

Варіант 2: Часткова автономність, потужність ФЕС складає:

$$P_{\text{фес}} = 4 / 4,5 = 0,88 \text{ кВт (на 56 квартир 49,78 кВт)}$$

Кількість акумуляторів для автономного живлення будинку на добу:

$$N_{\text{акб}} = 2000 \times 3 / 2400 = 2,5 \text{ (на 56 квартир 140 акумуляторів)}.$$

Вибір місця й способу монтажу сонячної електростанції

Загальна необхідна потужність електростанції складає 100 кВт ($P_{\text{фем}}$):

- при наземному розміщенні: $S_{\text{фес}}=100 \times 14,8=1480 \text{ м}^2$;
- при розміщенні на плоскому даху: $S_{\text{фес}}=100 \times 12,6=1260 \text{ м}^2$;
- при розміщенні на скатному даху: $S_{\text{фес}}=100 \times 6=600 \text{ м}^2$.

Виконавши розрахунки за обраною методикою, можна зробити висновок, що дах будинку повністю задовольняє умовам розміщення сонячної електростанції.

Результати вимірювання Люксометром

Проведено експериментальне вимірювання потужності світлового потоку біля самого об'єкта. Виміри здійснювалися 4 рази на день, з 12 до 18, з проміжком часу 2 години (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати вимірювання потужності світлового потоку для підтвердження проектної потужності СЕС

Дата	Час виміру	Результат, LUX	Результат, люкс	Вт/м ²
21.03.2021	12:00	90,1 к	90100	1319,18
	14:00	49,8к	49800	729,14
	16:00	2 000	2000	29,28
	18:00	69,1	6910	101,2
22.03.2021	12:00	54,1к	54100	792,09
	14:00	76,5к	76500	1120,06
	16:00	348,0	348000	5095,17
	18:00	56,2	56200	822,84

Продовження таблиці 3.4

26.03.2021	12:00	67,5к	67500	988,29
	14:00	83,1к	83100	1216,7
	16:00	74,6к	74600	1092,2
	18:00	41,2к	41200	603,2
27.03.2021	12:00	54,6к	54600	799,4
	14:00	74,7к	74700	1093,7
	16:00	85,9к	85900	1257,7
	18:00	49,4к	49400	723,3
28.03.2021	12:00	49,2к	49200	720,4
	14:00	60,5к	60500	885,7
	16:00	79,0к	79000	1156,6
	18:00	62,8к	62800	919,5
3.04.2021	12:00	4,24к	42400	620,8
	14:00	49,7к	49700	727,7
	16:00	80,1к	80100	1172,7
	18:00	53,5	53500	783,3
4.04.2021	12:00	4,88к	48800	714,5
	14:00	20,4к	20400	298,7
	16:00	4564	4564	66,82
	18:00	2841	2841	41,59
<i>Середнє значення</i>			63157,68	924,7

Результати експериментального вимірювання потужності світлового потоку підтвердили проектну потужність СЕС. Так, провівши вимірювання в конкретному місці, де планується установка СЕС, розраховано реальну одержувану потужність від встановлення сонячної батареї в різний час доби. У нашому випадку навіть у весняні не надто сонячні дні середнє значення потужності становить 63158 люкс, або 925 Вт / м², тобто встановлені величини близькі до рекомендованих (68000 люкс, або 1000 Вт/м² відповідно). Зрозуміло, що в літні сонячні дні вказані показники будуть значно вищими. Таким чином, експериментальні вимірювання та розрахунки в місці установки СЕС свідчать про реальну можливість отримати запроектований обсяг сонячної енергії за встановлення обраного обладнання.

Маркетинговий план проекту

Нестача енергоресурсів в Україні вимагає раціонального їх використання, впровадження енергозберігаючих технологій та сприяння розвитку нетрадиційної енергетики. Зі збільшенням ціни на традиційні види палива та загостренням екологічних проблем, пов'язаних з експлуатацією традиційних електростанцій, його

значення зростає. Загалом очевидно, що в Україні розвитку нетрадиційної енергетики заважає криза та незадовільна економічна ситуація. Особливе занепокоєння викликає падіння досліджень та розробок у галузі відновлюваної енергетики через різке скорочення фінансування відновлюваних джерел енергії [4].

Нині триває процес переходу з централізованої системи на децентралізовану систему енергопостачання. Найбільший внесок зробить використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, особливо використання сонячної енергії. Для того, щоб мати можливість більш ефективно використовувати відновлювану енергію, необхідно створити нову систему енергопостачання, яка повинна враховувати властивості енергій та властивості споживачів цього виду енергії [4].

Аналіз ринку показав високу привабливість досліджуваного проекту (рис.3.1). Виходячи з даних додатка 2, маємо такі експертні оцінки: сильні сторони – 43 бали, слабкі сторони – 29 балів, можливості – 30 балів, загрози – 17 балів.

Визначення вірогідності стратегічного успіху:

- сильні сторони – слабкі сторони = $43 - 29 = 14$ балів;
- можливості – загрози = $30 - 17 = 13$ балів;
- привабливість ринку = $30 / (30 + 17) = 0,638 = 63,8 \%$;
- положення на ринку = $49 / (43 + 29) = 0,685 = 68,5 \%$;
- вірогідність стратегічного успіху = $(63,8 + 68,5) / 2 = 66 \%$.

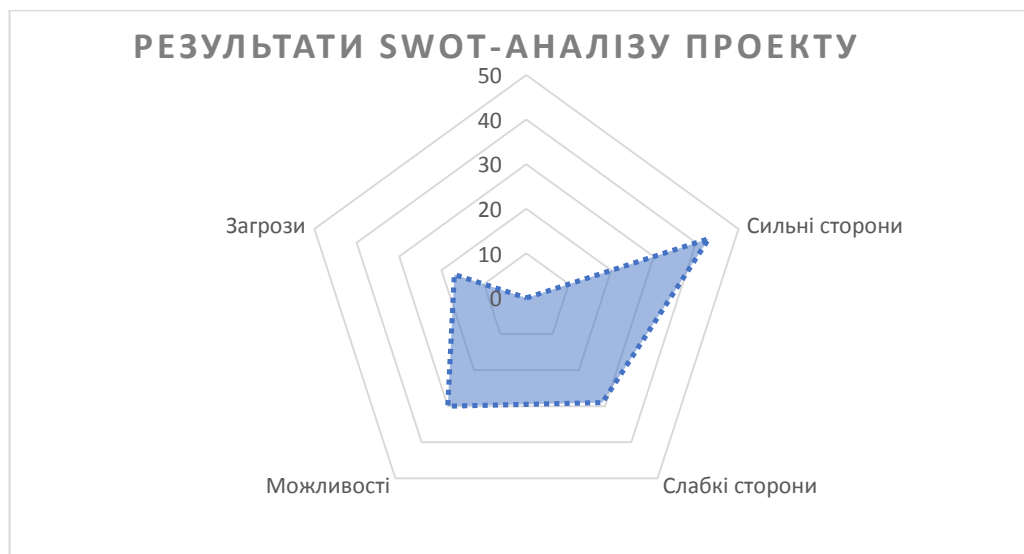


Рис. 3.1– Результати SWOT-аналізу проекту будівництва сонячної електростанції на даху п'ятиповерхового будинку

Результати SWOT-аналізу показують, що будівництво сонячних електростанцій займає вигідні ринкові позиції, що вказує на те, що можливість розвитку та успішного виведення на ринок нових продуктів є високими. Переваги домінують над недоліками, а загрози та можливості оптимально збалансовані. Це відкриває кілька шляхів розвитку та вдосконалення сонячних електростанцій на дахах багатоповерхових будинків, представлених у різних регіонах України, не лише як єдиний проект, але і як загальний напрям.

Фінансовий план проекту

Загальна вартість проекту становить 1 451 620,15 гривень (додаток 3).

1. Фотоелектричний модуль Risen RSM144-6-405M має високу якість виробництва та високий рівень продуктивності, ціна є «розумною», що дозволить окупити понесені витрати в найкоротші терміни. За технічними характеристиками, потужність сонячного модуля становить 405 Вт. Коефіцієнт потужності фотоелектричного модуля становить – 0,37% /°C. Сонячні панелі виготовляють з полікристалічних сонячних елементів. Рама з анодованого алюмінію. Витримує сильні снігові та вітрові навантаження (5200 та 2400 Па). Основні особливості цієї панелі з високою потужністю, напівклітинна архітектура, монокристалічний елемент [10].

2. Huawei SUN2000-50KTL-M0 – це сучасне та ефективне рішення для комерційних та домашніх базових станцій. Промисловий перетворювач має високу потужність 50 кВт. Індекс ефективності становить 98,7 %, що робить модель особливо ефективною. 6 МРРТ-трекерів можуть підключати до інвертора до 6 фотоелектричних модульних решіток у різних напрямках. Діапазон напруги становить від 200 до 1000 В. Інвертор оснащений інтелектуальною системою захисту, а чутлива система контролю дозволяє легко аналізувати та налаштовувати це обладнання. Серія M0 – це не тільки виконання сучасних апаратних та програмних стандартів, а й виконання потужного дизайну [10] (додаток 4).

Фінансові операції проекту зазначені в національній валюті та в еквіваленті EUR.

Інвестиції в основний капітал представляють собою ресурси, що необхідні для проектування, будівництва, придбання та монтажу обладнання, здійснення інших передвиробничих заходів.

Фінансування проекту може бути здійснено за різними сценаріями. На наш погляд, одним із найбільш перспективних сценаріїв є фінансування за програмою «70/30». Ця програма спрямована на енергоефективні проекти в житлових будинках ОСББ та ЖБК на умовах співфінансування: 70 % оплати з міського бюджету, 30 % оплати за рахунок ОСББ/ЖБК. Також можливо реалізувати проект за власні кошти та за допомогою кредиту в ОЩАДБАНК за направленістю «Теплі кредити» (табл. 3.1-3.3).

Таблиця 3.1

Джерела фінансування проекту (Сценарій 1 – власні кошти)

Джерело фінансування	Сума, грн	Сума, EUR
ВСЬОГО	1 451 620,15	43 361,52

Таблиця 3.2

Джерела фінансування проекту (Сценарій 2 – програма 70/30)

Джерело фінансування	Сума, грн	Сума, EUR
Оплата ОСББ/ЖБК (30 %)	435 486,045	13 008,46
Оплата з міського бюджету (70 %)	1 016 134,105	30353,06
ВСЬОГО	1 451 620,15	43 361,52

Таблиця 3.3

Джерела фінансування проекту (Сценарій 3 – власні кошти + теплі кредити)

Джерело фінансування	Сума, грн	Сума, EUR
Власні кошти	1 151 620,15	34400,18
Кредит ОЩАДБАНК (Теплі кредити)	300 000	8961,34
ВСЬОГО	1 451 620,15	43 361,52

Оскільки уряд України гарантує збереження поточного рівня «зеленого

тарифу» до 2030 року (а саме: 0,15 євро за кВт·год + в разі застосування не менш ніж 50 % обладнання з місцевою складовою відбувається його збільшення на 10 %), то вартість 1 кВт·год для цього об'єкта становитиме 0,165 євро [4].

Екологічна та нормативна документація

Під час встановлення сонячної електростанції мають бути враховані вимоги таких екологічних та нормативних документів [11-26].

3.2 Оцінка прогнозованої еколого-економічної ефективності проекту

Для розробленого проекту зроблено оцінку прогнозованої еколого-економічної ефективності. На першому етапі розраховано прогнозний бюджет доходів, витрат і прибутків за проектом від продажу енергії за зеленим тарифом (табл. 3.5).

Отже, проект є прибутковим, середньорічна сума прибутку в перші 8 років становить майже 10,5 тис, EUR, після чого рівень прибутку зменшиться до 9 тис EUR через очікуване зниження ціни продажу сонячної електроенергії в мережу за зеленим тарифом. Тому за ефективного менеджменту проект доцільно реалізовувати в життя.

Таблиця 3.5

Прогнозний бюджет доходів, витрат і прибутків від реалізації проекту від продажу енергії за зеленим тарифом

Показники	Роки реалізації проекту									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Виручка від реалізації- усього, тис. EUR	12,902	12,902	12,902	12,902	12,902	12,902	12,902	12,902	11,290	11,290
Обсяг реалізації енергії, кВт	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640	80640
Повна собівартість, EUR/1000 кВт·год	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Повна собівартість усього, тис. EUR	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436	2,436
Прибуток від реалізації, тис. EUR	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	8,853	8,853

Наступним кроком є розрахунок динамічних показників: чистої приведенної вартості (ЧПВ), індексу рентабельності проекту, а також дисконтованого періоду його

окупності (табл. 3.6).

Запропонований проект доцільно реалізувати, оскільки ЧПВ за проектом становить 50,899 EUR, дисконтований період окупності дорівнює 8,5 років, індекс рентабельності становить 1,170.

Екологічна прогнозована оцінка ефективності є не менш важливою для реалізації проекту, ніж економічна.

Зміна клімату нині є найсерйознішою загрозою для навколишнього середовища. Вкрай важливо, щоб ми значно знизили рівень викидів CO₂ та інших парникових газів, щоб зупинити глобальне потепління [27].

Таблиця 3.6

Розрахунок динамічних показників економічної ефективності проекту від продажу енергії за зеленим тарифом

Показники	Роки реалізації проекту									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Прибуток, тис. EUR	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	10,466	8,853	8,853
Амортизація, тис. EUR	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
Грошовий потік, тис. EUR	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	10,304	10,304
Початкові інвестиції, тис. EUR	43,504	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чистий грошовий потік, тис. EUR	-31,588	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	11,916	10,304	10,304
Коефіцієнт дисконтування за дисконтної ставки 5%	1,000	1,050	1,103	1,155	1,218	1,281	1,344	1,407	1,480	1,554
Дисконтований чистий грошовий потік, тис. EUR	-31,588	11,349	10,808	10,316	9,785	9,303	8,866	8,468	6,960	6,630
Чиста приведена вартість, тис. EUR	50,899									
Індекс рентабельності, коеф.	1,170									
Дисконтований період окупності, років	8,5									

У всьому світі близько 80 % теплової та електричної енергії виробляють на основі спалювання викопних органічних палив і перетворення їх хімічної енергії в теплову й електричну. Відомо, що об'єкти теплоенергетики є визначальними в споживанні води і кисню, а також у тепловому забрудненні довкілля. З продуктами

спалювання палив викидаються (від загальної кількості): ~ 30 % твердих аерозольних часток, ~ 60 % оксидів сірки (SO₂) і азоту (NO_x), а також основна частка CO₂ як визначального фактору виникнення «парникового ефекту», що приводить до потепління клімату [27].

В енергетиці України широко використовуються низькосортні палива, що характеризуються низькою реакційною здатністю, низькою теплотою згоряння і високою зольністю. Це веде до погіршення економічності теплових електростанцій (ТЕС) внаслідок зниження їх ефективної потужності і збільшення витрати висококалорійних палив (природний газ і мазут) для покриття теплових навантажень.

У процесі обґрунтування проекту порівняно вуглецемісткість різних видів енергії (традиційної та сонячної). Типові коефіцієнти викидів базуються на вмісті вуглецю в кожному виді палива. Вуглекислий газ (CO₂) є найважливішим парниковим газом, викиди CH₄ та N₂O не розраховуються. Крім того, викиди вуглекислого газу від раціонального використання біомаси / біопалива та сертифікованої «Зеленої» енергії вважаються нульовими [27].

Екологічне обґрунтування проекту ґрунтується на зниженні викидів CO₂, що найбільш актуально нині в умовах зміни клімату. Так, якщо при виробництві 1 кВт традиційної енергії викидається 490 г CO₂-екв., то при виробництві сонячної енергії – 40 г CO₂-екв [28]. Отже, якщо замість 80640 кВт традиційної буде вироблятися 80640 сонячної, то екологічний ефект (у формі зменшення вуглецевого сліду) становитиме:

$$(0,490 \text{ кг CO}_2\text{-екв. / кВт} - 0,040 \text{ кг CO}_2\text{-екв. / кВт}) \times 80\,640 \text{ кВт} = 36\,288 \text{ кг CO}_2\text{-екв. або } 36 \text{ т CO}_2\text{-екв.}$$

Згідно з прогнозом, протягом 10 років скорочення викидів CO₂-екв буде сягати 362 тонн (рис. 3.2).

Кумулятивна прогнозна величина вартісної оцінки екологічного ефекту від скорочення CO₂-екв, що представлена на рисунку 3.3, свідчить про те, що за 10 років він буде дорівнювати 9072 EUR.

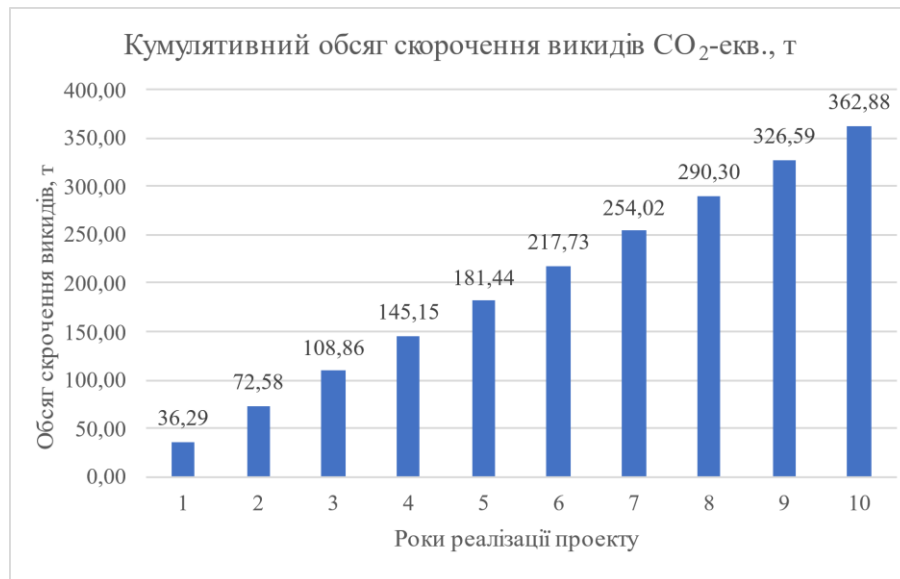


Рис. 3.2 – Кумулятивна прогнозна величина скорочення викидів CO₂-екв. від реалізації проекту (на 10 років)

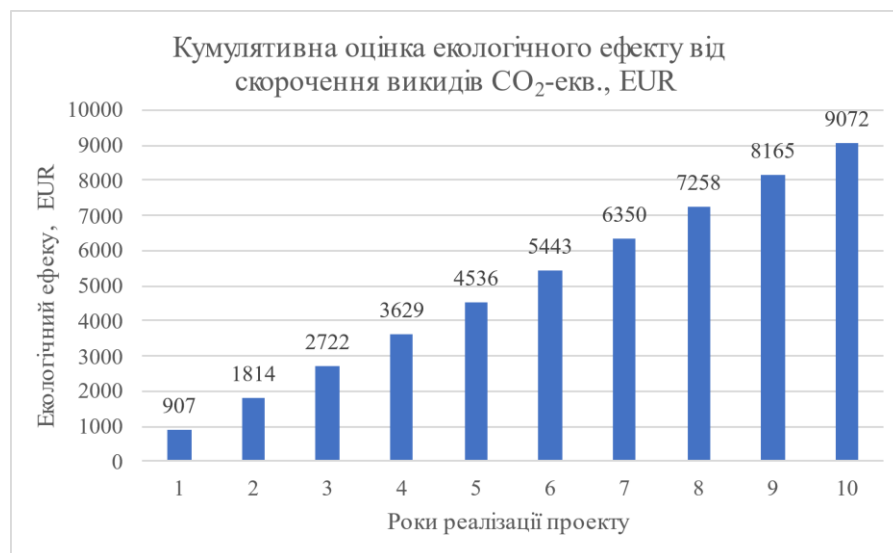


Рис. 3.3 – Кумулятивна прогнозна вартісна оцінка екологічного ефекту від скорочення викидів CO₂-екв. від реалізації проекту (на 10 років)

3.3 Оцінка готовності населення до реалізації проекту

З метою визначення готовності населення до реалізації проекту проведено соціологічне опитування 56 респондентів на тему «Сонячна електростанція на даху багатоквартирного будинку». У ході обстеження встановлено, що опитувані мають різний рівень готовності до реалізації проекту.

Далі розглянуто відповіді на 8 питань (Рис. 3.4 – Рис. 3.11):

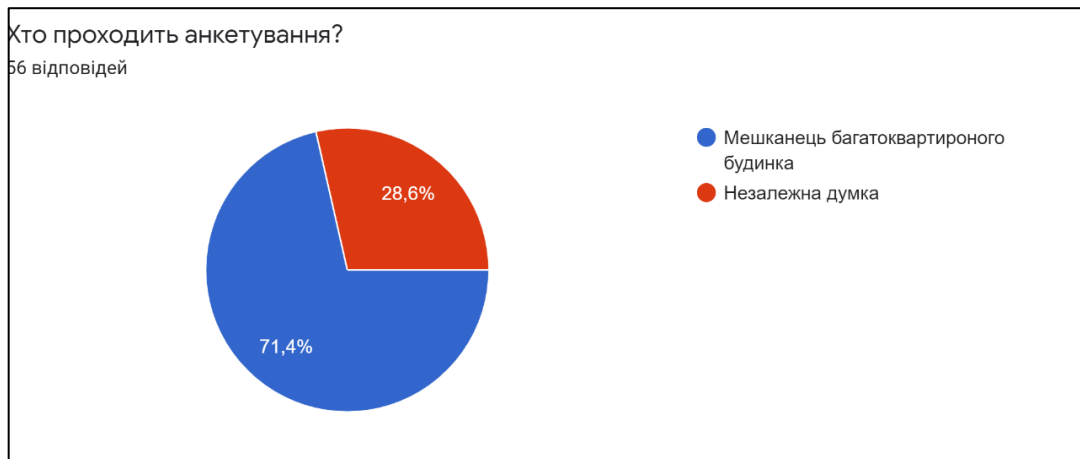


Рис. 3.4 – Розподіл відповідей на питання 1: «Хто проходить анкетування?»

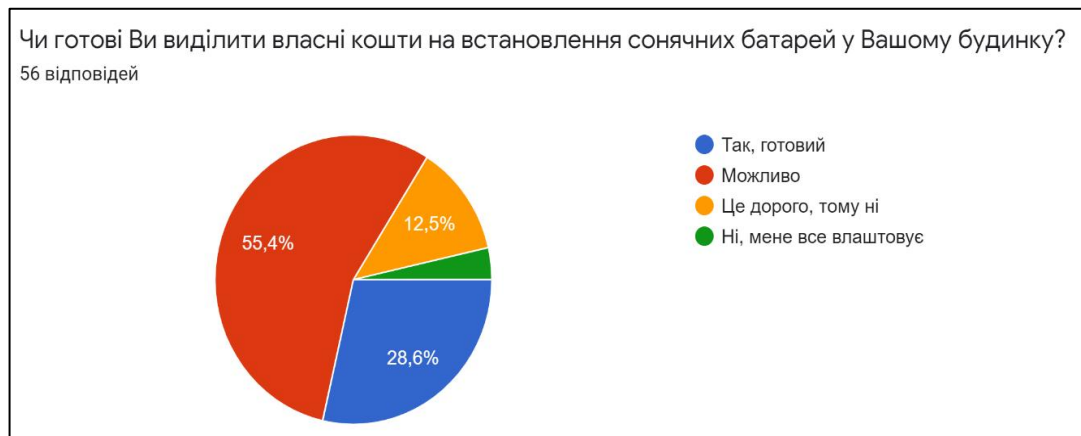


Рис. 3.5 – Розподіл відповідей на питання 2: «Чи готові Ви виділити власні кошти на встановлення сонячних батарей у Вашому будинку?»

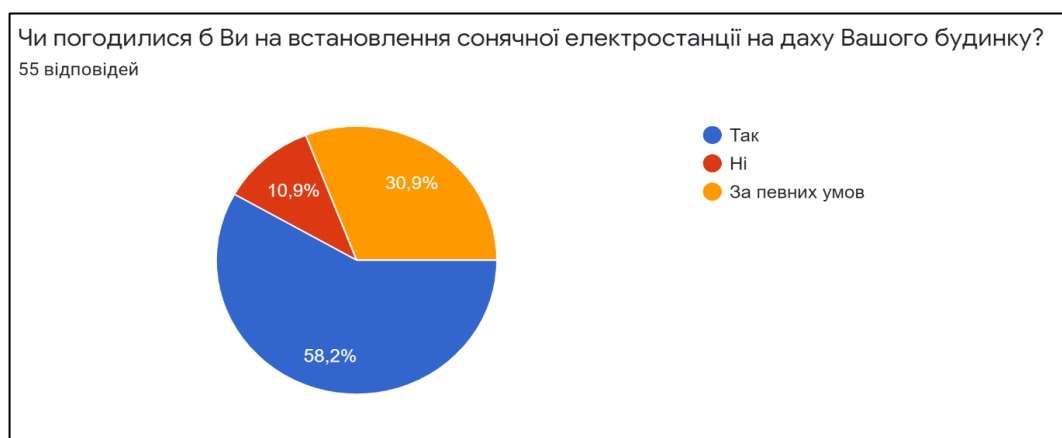


Рис. 3.6 – Розподіл відповідей на питання 3: «Чи погодилися б Ви на встановлення сонячної електростанції на даху Вашого будинку?»

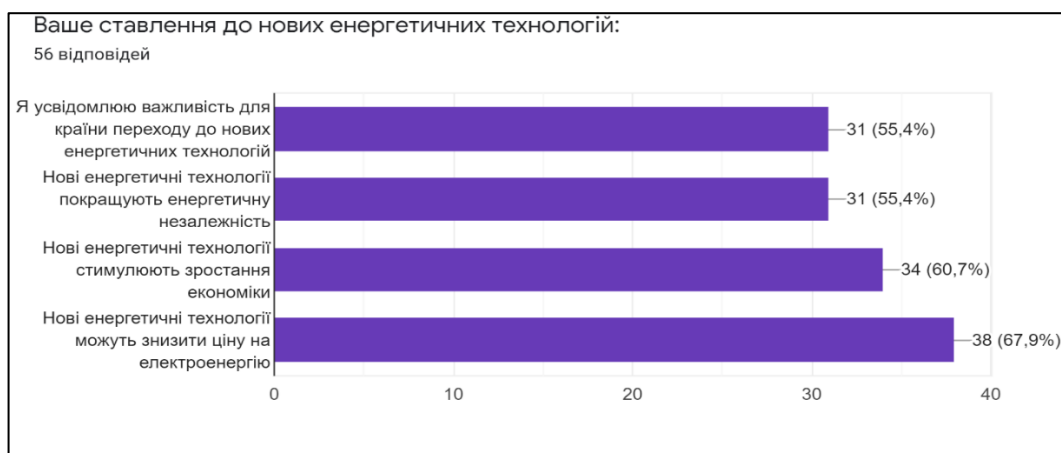


Рис. 3.7 – Розподіл відповідей на питання 4: «Ваше ставлення до нових енергетичних технологій»

У результаті проведеного опитування опрацьовано 56 анкет. Переважно опитування проходили мешканці багатоквартирного будинку. Визначено зацікавленість людей до встановлення СЕС. Більшість людей нині усвідомлюють важливість переходу до нових енергетичних технологій – 60,7 %.

Більша частина опитуваних визнали, що готові або можливо готові виділити власні кошти на встановлення сонячної електростанції через певний час або частково. Інші ж 12,5 % зацікавило встановлення станції, проте вважають, що це дорого і відмовляються.

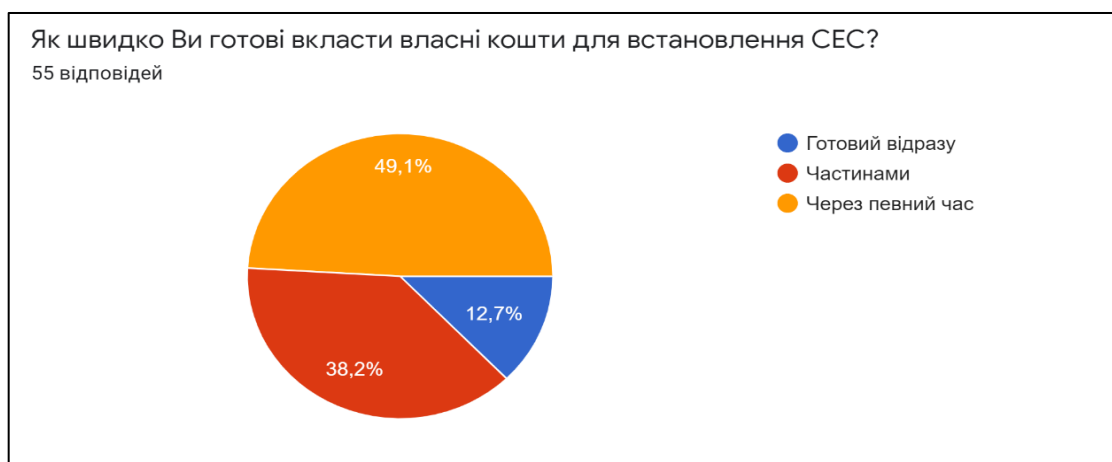


Рис. 3.8 – Розподіл відповідей на питання 5: «Як швидко Ви готові вкласти власні кошти для встановлення СЕС?»



Рис. 3.9 – Розподіл відповідей на питання 6: «Скільки осіб мешкає у Вашій квартирі?»

Переважно в квартирах мешкає 2 - 3 осіб. 53,6 % опитуваних споживає до 100 кВт у середньому за місяць, інша частина – від 100 - 300 кВт (39,3 %), найменша частина опитуваних споживає більше 300 кВт (5,4 %).



Рис. 3.10 – Розподіл відповідей на питання 7: «Приблизна кількість кВт енергії, яку Ви споживаєте в середньому за місяць»

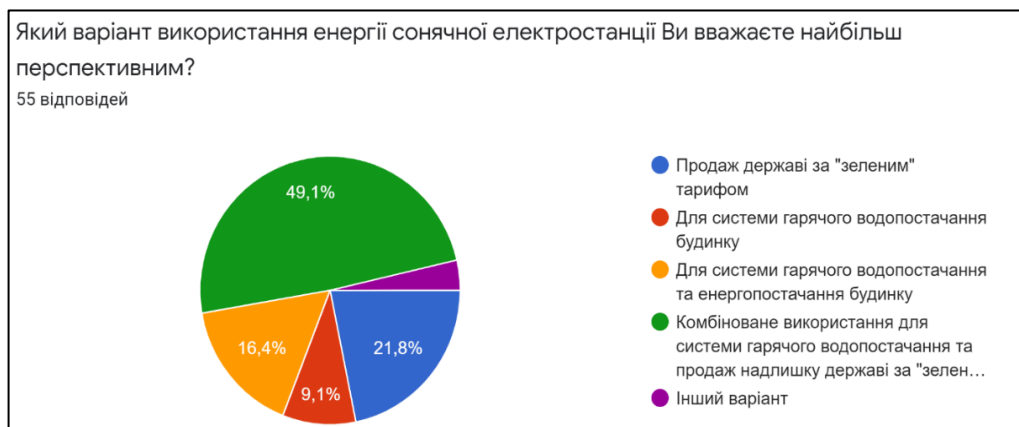


Рис. 3.11 – Розподіл відповідей на питання 8: «Який варіант використання енергії сонячної електростанції Ви вважаєте найбільш перспективним?»

Із перелічених варіантів використання енергії СЕС, найбільш перспективним є комбіноване використання для системи гарячого водопостачання та продаж надлишку державі за «зеленим» тарифом (49,1 %). Найменш зацікавленим став варіант з використання енергії тільки для системи гарячого водопостачання будинку (9,1 %).

ВИСНОВКИ

1. Для підвищення рівня енергетичної безпеки та зменшення антропогенного впливу на довкілля перспективним є використання сонячної енергетики. Сонячні батареї можуть бути ефективним джерелом енергії не тільки для промислового виробництва, але й для ЖКГ. Найбільш ефективним є застосування сонячних батарей на основі монокристалічного кремнію, оскільки вони мають найкращі екологічні й техніко-економічні показники.

2. Розрахунок потужності сонячної електростанції за визначеною методикою показав, що площа даху п'яти поверхового будинку повністю задовольняє умовам будівництва сонячної електростанції та в повній мірі здатна задовольнити потреби цього будинку в енергоспоживанні. Результати експериментального вимірювання світлового потоку за допомогою люксметра Flus ET-952 підтвердили проектну потужність СЕС, оскільки середнє значення потужності становить 925 Вт/м^2 . Загальна орієнтовна вартість проекту становить 43,5 тис. євро.

3. Згідно з розрахунками, оцінка прогнозованої еколого-економічної ефективності проекту будівництва дахової сонячної електростанції свідчить що проект є вигідним для будинку та його доцільно реалізувати. У разі продажу енергії за зеленим тарифом дисконтний період окупності проекту – 8,5 років, індекс рентабельності – 1,170. Будівництво СЕС надасть змогу зменшити вуглецевий слід, що буде становити 36288 кг CO_2 -екв. щороку або 362,9 т CO_2 -екв. за 10 років. У вартісному вимірі екологічний ефект від скорочення викидів CO_2 -екв. від реалізації проекту становить 9072 євро.

4. Результати опитування населення свідчать про різний рівень його готовності до реалізації проекту будівництва сонячної електростанції на даху багатоквартирного будинку. Установлено, що 58,2 % опитуваних погодилися встановити сонячну електростанцію на даху будинку задля комбінованого використання для системи гарячого водопостачання та продажу надлишку державі за «зеленим» тарифом. Для підвищення рівня готовності варто покращувати рівень обізнаності населення й застосовувати альтернативні джерела фінансування проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Впровадження сонячних електростанцій та дослідження їх впливу на роботу електроенергетичних систем. URL: <http://surl.li/tijk> (дата звернення: 21. 03. 2021 р.)
2. Інформація щодо потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф (станом на 01. 01. 2020 р.). URL: <http://surl.li/tjkg> (дата звернення: 13. 04. 2021 р.)
3. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства : учеб. М.: Агропромиздат, 1990. 496 с.
4. Наукова робота «СЕС на плаву». URL: <http://surl.li/tjjj> (дата звернення: 18. 03. 2021 р.)
5. Програма підвищення енергоефективності, енергозбереження та зменшення споживання енергоресурсів у харківській області на 2016 – 2022 роки. URL: <http://surl.li/tjka> (дата звернення: 21. 03. 2021 р.)
6. Науковці допоможуть створити сонячний кооператив. URL: <http://surl.li/tjtt> (дата звернення: 18. 04. 2021 р.)
7. Василюха Х. В. Вдосконалення нормативно-технічної бази випробувань сонячних перетворювачів : дис. ... канд. тех. наук : 05. 01. 02 / Національний університет «Львівська політехніка» . Львів, 2017. 203 с.
8. Рекомендації по правильному вибору сонячної електростанції. URL: <http://surl.li/tjtv> (дата звернення: 18. 03. 2021 р.)
9. Коробко О. В., Якімцов Ю. В., Троян Ю. І. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження природної освітленості виробничих приміщень» з дисципліни “Основи охорони праці” для студентів усіх спеціальностей усіх форм навчання. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 14 с.
10. Мережева станція 100 кВт під власне споживання URL: <http://surl.li/tjjn> (дата звернення: 12. 03. 2021 р.)
11. ДСТУ 3429-96. Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення. [Чинний від 1998-01-01]. Київ, 1997, 38 с.

(Держстандарт України)

12. ДСТУ 3440-96. Системи енергетичні. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-10-17], 1996, 48 с. (Держстандарт України)

13. ДСТУ 3466-96. Якість електричної енергії. Терміни та визначення. [Чинний від 1998-01-01]., 1996, 48 с. (Держстандарт України)

14. ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. [Чинний від 2014-10-01], 2014, 32 с. (Мінекономрозвитку України)

15. ДСТУ 8635:2016. Геліоенергетика. Площадки для фотоелектричних станцій. Приєднання станцій до електроенергетичної системи. [Чинний від 2017-01-01], 2017, 26 с. (Держстандарт України)

16. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (Електрична енергія. Сумісність технічних засобів. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення). [На заміну ГОСТ 12109-87; чинний від 2006-08-28], 1999, 35 с. (ГОСТ Міждержавний стандарт)

17. IEC 61400-25-2:2015 Standard | rural electrification, wind power | Wind turbines - Part 25-2: Communications for monitoring and control of wind power plants – Information models. [Чинний від 2015-06-30]. 2015, 221 с. (Міжнародний стандарт)

18. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. [На заміну РД 34.20.501 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; чинний від 2003-06-13], 2003, 613 с. (Міністерство палива та енергетики України)

19. СОУ-Н ЕЕ 20.178:2008. Схеми принципів електричних розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій. Настанова. [На заміну ГКД 341.004.001-94 в частині розділу 2 Схеми принципів електричних; чинний від 2008-05-14], 2008, 247 с. (Стандарт Організації України)

20. СОУ-Н 40.1.20.563:2004. Ліквідація аварій та порушень режиму на

енергопідприємствах та в енергооб'єднаннях. Запобігання технологічним порушенням у електричній частині енергопідприємств і енергооб'єднань і їх ліквідація. Інструкція. [На заміну ГКД 34.20.563-96 частина 1; Чинний від 2005-03-01], 2004 (Стандарт Організації України)

21. СОУ-Н МЕВ 40.1.00100227-68:2012. Стійкість енергосистеми. Керівні вказівки (зі змінами) СОУ-Н ЕЕ 40.1.00100227-101:2014. Норми технологічного проектування енергетичних систем та електричних мереж 35 кВ і вище (зі змінами). [На заміну ГКД 341.004.003-94; [Чинний від 2012-11-03] , 2012, 14 с. (Стандарт Організації України)

22. СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-103:2014. Виконання Схем перспективного розвитку ОЕС України, окремих енерговузлів та енергорайонів. Правила . [Чинний від 2015-02-09], 2014, 76 с. (Стандарт Організації України)

23. СОБУ МВЕ ЕЕ 40.1-00100227-01:2016. Стандарт операційної безпеки функціонування об'єднаної енергетичної системи України. [На заміну Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика від 15. 10. 2012; чинний від 2016-02-08], 2016 (Стандарт Організації України),

24. Регламент Комісії (ЄС) 2016/631 від 14 квітня 2016 р., що встановлює мережевий кодекс про вимоги до приєднання генераторів до мережі .[Чинний від 2016-04-14], 2016 (Офіційний вісник Європейського Союзу)

25. Регламент Комісії (ЄС) 2016/1388 від 17 серпня 2016 р., що встановлює мережевий кодекс із приєднання електроустановок до мереж.[Чинний від 2016-08-17], 2016 (Офіційний вісник Європейського Союзу)

26. Регламент Комісії (ЄС) 2016/1447 від 26 серпня 2016 р., що встановлює мережевий кодекс про вимоги до приєднання до мережі систем постійного струму високої напруги (ПСВН) і приєднаних на постійному струмі модулів енергоцентру (МЕЦ). [Чинний від 2016-08-26], 2016 (Офіційний вісник Європейського Союзу)

27. Посібник. Як розробити план дій для сталого енергетичного розвитку (PDF). Частина її базовий кадастр викидів. URL: <http://surl.li/tjju> (дата звернення: 21. 03. 2021 р.)

28. Углеродный след российской электроэнергетики может в 3,5 раза превысить средний по миру. URL: <http://surl.li/tjju> (дата звернения: 09. 04. 2021 г.)

ДОДАТКИ

Місцезнаходження об'єкта встановлення сонячної електростанції



**SWOT-аналіз проекту будівництво сонячної електростанції на даху
багатопверхового будинку**

Сильні сторони	Бал	Слабкі сторони	Бал
Висока прибутковість від «зеленого тарифу»	6	Висока вартість обладнання та встановлення станції	6
Використання відновлюваних та екологічно чистих джерел енергії	7	Підходить не для всіх конструкцій даху	5
Технології останніх років, дозволили мінімізувати використання небезпечних для екології речовин в складі кремнієвих пластин	6	Можливі додаткові витрати у разі застарілого покриття даху	6
Повна автономність	6	Залежить від кліматичних особливостей місцевості	3
Енергетична незалежність	7	Відносно слабе вироблення енергії в порівнянні з традиційними ТЕС та АЕС	2
Термін служби сонячних елементів майже необмежений, можливо, до декількох десятиліть	4	Складна процедура отримання ліцензій, «зеленого» тарифу	7
Експлуатація сонячної електростанції ніяк не зачіпає атмосферу. Це пов'язано з тим, що енергія генерується завдяки фізичним процесам без шкідливих викидів	7		
Можливості	Бал	Загрози	Бал
Перехід на новий енергетичний ринок	7	Законодавчі зміни	6
Динаміка розвитку ринку альтернативних джерел енергії в Україні та світі	6	Нестабільне економічне становище країни	5
Зменшення шкідливих викидів	7	Високі кредитні ставки	4
Зменшення витрат на електроенергію	5	Знищення основного виробничого активу, а саме сонячних панелей під дією клімату (опадів, шквалів тощо)	2
За рахунок вдосконалення технології та введення в експлуатацію нових потужностей виробництво електроенергії СЕС може бути значно збільшене	5		

Кошторис витрат за проектом на встановлення мережевої станції 100 кВт під зелений тариф [10]

Обладнання, кількість	Ціна за шт.	Сума
Сонячні панелі		
Risen Solar RSM144-6-405M (монокристал, Tier1, Half-Cell) - 250 шт.	108,03 EUR	27 006,67 EUR
Кабель сонярний		
Кабель Сонярний кабель «Top cable» 6 мм - 1000 м	0,84 EUR	837,42 EUR
Система захисту		
ОПН по змінному струму, плавкі запобіжники, автоматичний вимикач 63А, електрощиток, ОПН - 1 комплект	544,32 EUR	544,32 EUR
Інше		
Конектори, 1 комплект	83,74 EUR	83,74 EUR
Комплекс робіт по монтуванню та налаштуванню		
Монтаж системи, налаштування, перевірка, інструктаж - 1 комплект	4605,79 EUR	4605,79 EUR
ЗАГАЛЬНА СУМА	43 503,76 EUR	

Характеристика сонячної станції [10]

Основні	
Виробник	Huawei
Тип сонячної електростанції	Електростанція на фотобатареях
Продуктивність	100 кВт×год
Потужність	100,0 (кВт)
Кількість панелей	400 (Що входять в комплект)
Потужність панелі	250,0 (Вт)
Напруга панелі	31,7 (В)
Напруга станції	380 (В)
Потужність інверторів	100 кВт
Термін служби	25 років

Виробіток сонячної станції

Параметр	Значення
Загальні:	
Тип сонячної електростанції	Мережева під власне споживання
Номінальна потужність, кВт	100
Потужність сонячного масиву, кВт	100
Напруга підключення змінного струму, В	380 +-20%
Напрямок встановлення по азимуту	Південь
Кут встановлення, град	30-35
Потрібна площа під встановлення, м. кв.	600-700
Виробничі характеристики:	
Мінімальна виробітка в місяць(+-8 %), кВт×год	1900 (грудень)
Максимальна виробітка в місяць (+-8 %), кВт×год	17 700 (травень)
Середньорічна виробітка (+-8 %), кВт×год	117 929
Загальні параметри сонячного поля:	
Номінальна потужність сонячного поля, кВт	100
Модель сонячної батареї	RSM144-6-400M
Виробник	Risen Energy
Номінальна потужність сонячної батареї	400
Кількість доріжок струмозімних	9BB
Тип кристалів	Mono
Клас	A
Розмір сонячної батареї,мм	2015×996×40 мм
Кількість в СЕС	250 шт.
Гарантійні зобов'язання	25 років
Загальні параметри мережевого інвертора:	
Виробник	Huawei
Модель	SUN2000-50KTL-M0
Кількість	2шт.
Кількість трекерів/входів,шт.	6/12
Номінальна потужність АС, кВт	50
Максимальна потужність АС, кВт	50
Максимальна потужність DC- сонячного поля, кВт	55
Напруга живлення АС	Три фази-380,50 Гц
ККД,%	98,7
Гарантійні зобов'язання	5 років
Розміри (Ш×В×Т) мм	1075×555×300