

Магістерська кваліфікаційна робота

“Полікристалічний фотоелектричний
перетворювач сонячної енергії у електричну
з покращеним коефіцієнтом перетворення
світла”

доповідач: Барабаш Владислав Андрійович
науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Дудадтьєв І.А.

Вимірювання – це єдиний засіб одержання кількісної інформації про величини, які характеризують ті чи інші фізичні явища та процеси. Згідно з ДСТУ під вимірюванням розуміють знаходження дослідним шляхом за допомогою технічних засобів значень фізичної величини, які вибираються з прийнятої шкали цих значень. Вимір ювальне перетворення являє собою відображення розміру однієї фізичної величини розміром іншої фізичної величини, що функціонально з нею пов’язана. Використання вимір ювальних перетворень є єдиним методом практичної побудови будь-яких вимір ювальних пристроїв, тому що кожний вимір ювальний засіб використовує ті чи інші функціональні зв’язки (найпростіші або більш складні) між вхідною та вихідною величинами.

Вимір ювальний перетворювач – це технічний пристрій, який побудований на певному фізичному принципі дії і виконує одне часткове вимір ювальне перетворення. Поняття “вимір ювальний перетворювач” значно більш вузьке, більш конкретне, ніж поняття “вимір ювальне перетворення”, тому що одне й те ж вимір ювальне перетворення може виконуватися цілою низкою різних за принципом дії вимір ювальних перетворювачів.

Об’єктами дослідження у даній роботі є сонячні панелі та фотоелектричні перетворювання в цілому. Відомо, що в даній час однією з ключових економічних проблем української держави є велика енергоємність промисловості і залежність від експортера енергоресурсів. Окрім енергозберігаючої політики Україні життєво необхідно розвивати власні енергоресурси.

В якості такого енергоресурсу доцільно розглядати енергію сонця. Наприклад, використання лише 0,0125% енергії сонця, що надходить на Землю, могло б забезпечити всі сучасні потреби людства в енергії. Крім того, енергія сонця є поновлюваним і екологічно чистим джерелом енергії.

Одним з перспективних напрямків використання сонячної енергії є її безпосереднє перетворення в електрику за допомогою напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). У даній час і в межах найближчого майбутнього основним матеріалом для виробництва ФЕП був, є і буде кремій.

Сучасні тенденції в світовій енергетиці стимулюють істотне зростання інтересу до альтернативних джерел енергії. ФЕП або сонячні панелі є найбільш перспективними, екологічно чистими кандидатами на зменшення нафтової залежності світу і, на відміну від органічних і неорганічних джерел енергії, перетворюють сонячне випромінювання безпосередньо в електроенергію. Отже, дана тема є досить актуальною.

Виходячи з актуальності, метою магістерської роботи є розробка сонячних вимір ювальних перетворювачів із покращеними метрологічними характеристиками.

Метою роботи є науково-технічне обґрунтування техніко-економічних параметрів фотопанелей з буферними акумуляторами енергії при використанні енергії сонячного випромінювання.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформульовані та вирішені такі **задачі**:

аналіз загальних понять сонячної радіації;

основні параметри фотопанелей та методи їх вимірювань;

методи та засоби вимірювання ККД панелей;

схеми роботи фотопанелей.

Об’єктом дослідження є процеси перетворення енергії сонячного випромінювання і її використання в господарстві.

Предметом дослідження є методи та засоби, які забезпечують стабільну роботу фото панельних сонячних систем.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених задач в роботі були використані методи теорії вимір ювального контролю, похибок вимірювань та технічного контролю використовувались для визначення вірогідності контролю, методи алгоритмізації та програмування для розроблення програмної частини засобу вимір ювального контролю.

Наукова новизна одержаних результатів:

Одержав розвиток метод перетворення сонячної енергії у електричну з вертикальними р-п – переходами та комбінованою схемою підключення фотоелементів у загальній системі, що дозволило покращити коефіцієнтом перетворення світла на 1%.

Вперше запропонована математична модель процесу зарядження акумуляторних батарей з використанням фотоелектричних установок та буферних акумуляторів енергії з урахуванням нелінійного характеру виробітку електроенергії та стохастичного характеру її споживання протягом доби.

Розроблена структурно-алгоритмічна організація полікристалічного фотоелектричного перетворювача сонячної енергії у електричну.

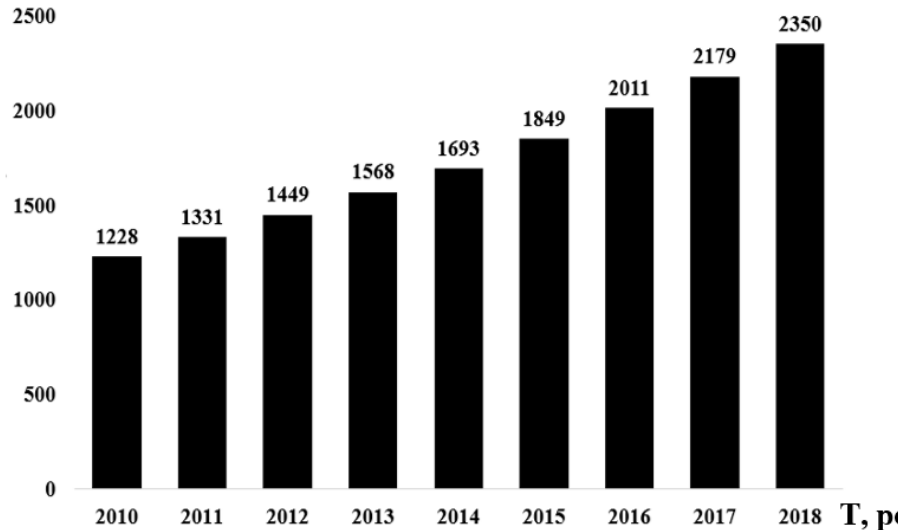
Практичне значення одержаних результатів. У роботі отримані такі практичні результати:

1. Проаналізовано та представлено надходження сонячної радіації протягом доби та року для м.Вінниці на основі реальних експериментальних даних.

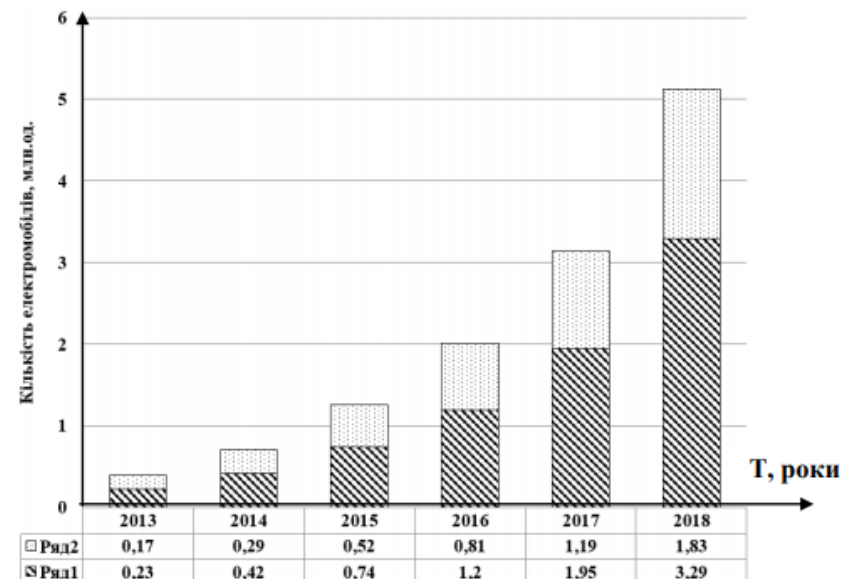
2. Розроблений програмний засіб для контролю електричних параметрів на виході сонячної панелі.

3. Розроблений та досліджений експериментальний зразок полікристалічного фотоелектричного перетворювача сонячної енергії у електричну з покращеним коефіцієнтом перетворення світла.

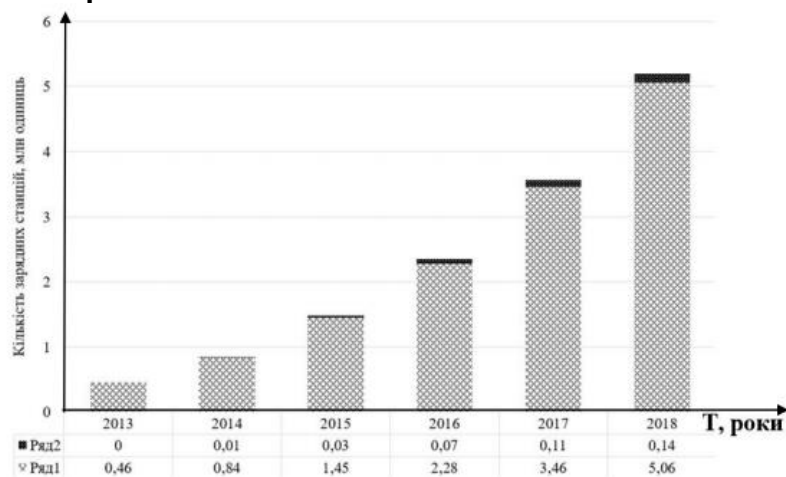
P, ГВт



Загальносвітова динаміка приросту сумарної встановленої об'єктів відновлюваної енергетики з 2010р. по 2018р.



Динаміка приросту електромобілів в світі з 2010р. по 2018р.



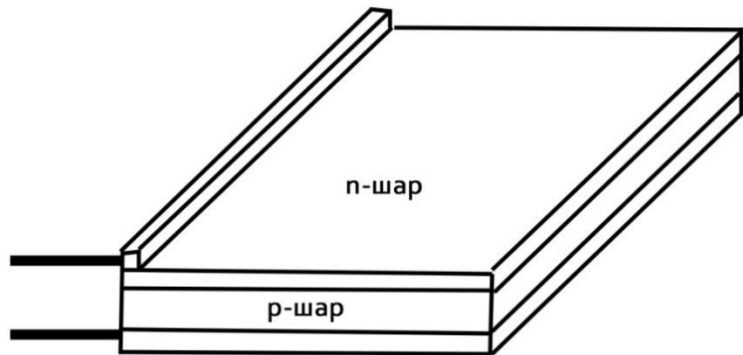
Динаміка приросту зарядних станцій в світі з 2013р. по 2018р.



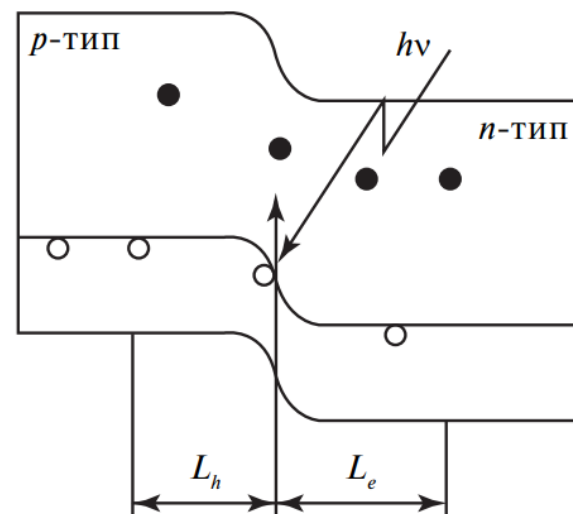
Стоянка з фотоелектричною зарядною станцією

Розробка Компанії Innoventum (Швеція)
фото-вітроелектрична зарядна станція
автомобілів Giraffe 2.0



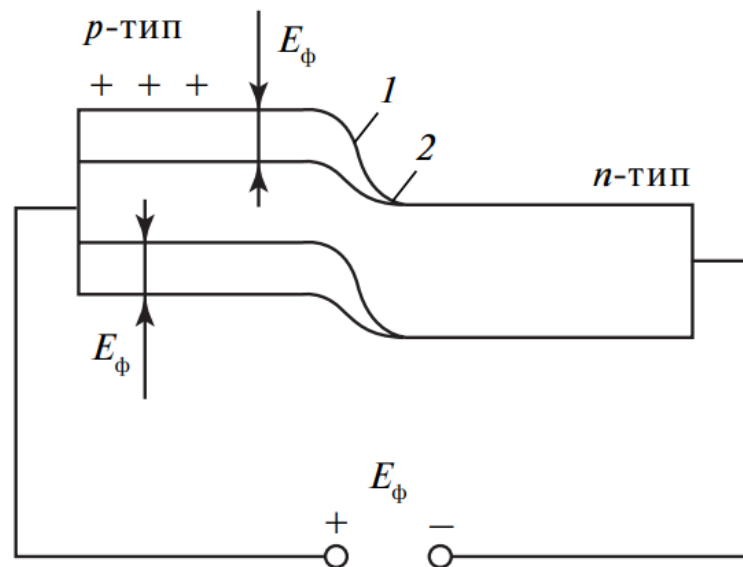


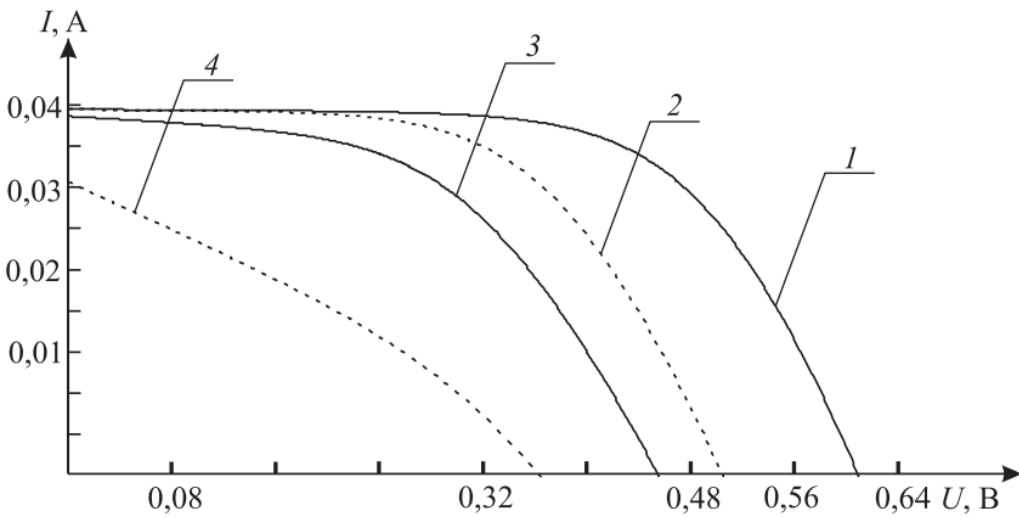
Конструкція сонячного елемента



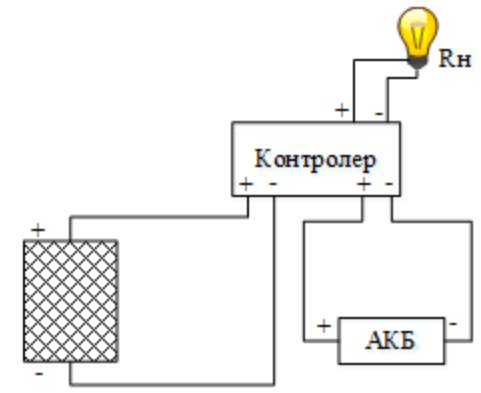
Зонна модель розімкнутого p-n-переходу початковий момент освітлення

Зонна модель розімкнутого p-n-переходу: зміна зонної моделі під дією постійного освітлення і виникнення фото ЕРС

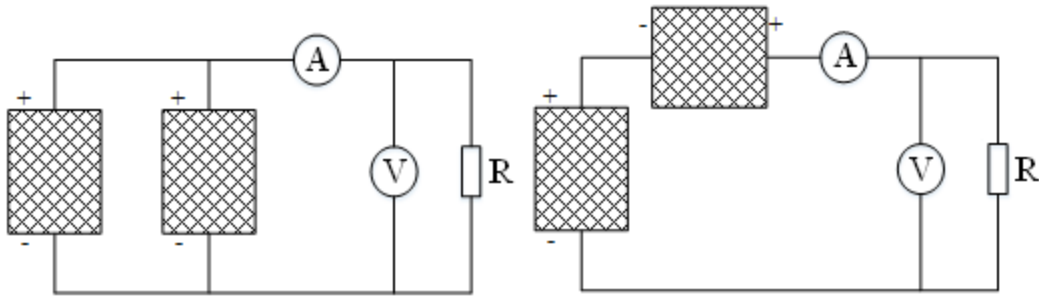




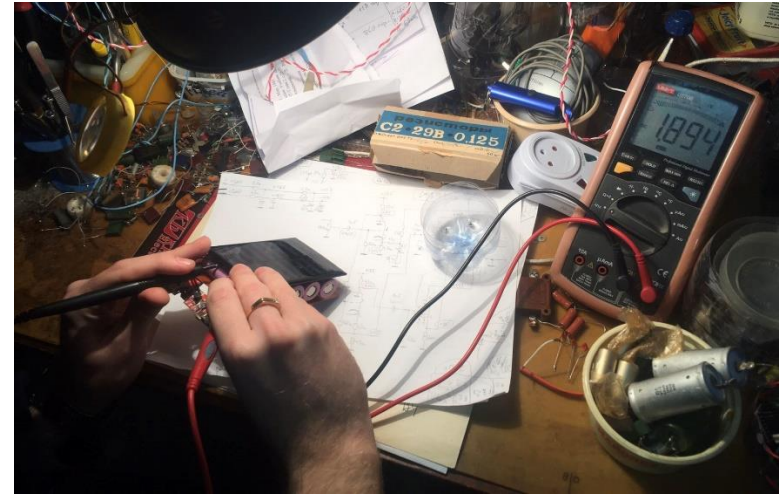
ВАХ СЕ при різних значеннях параметрів



Функціональна схема підключення ВП



Схеми включення сонячних панелей: послідовно (зправа), паралельно (зліва)

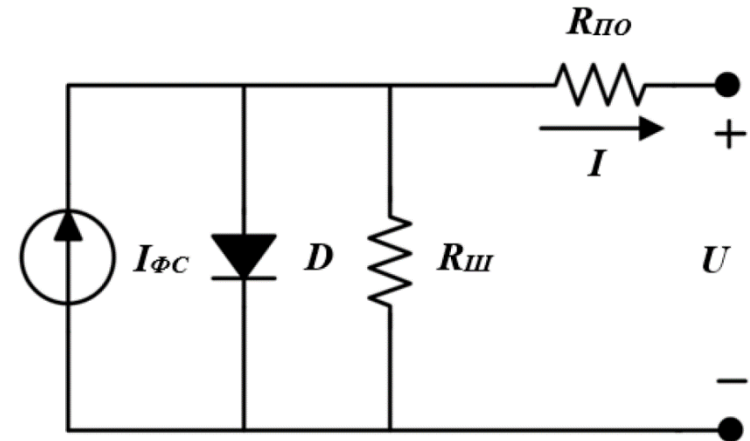


Практичне використання

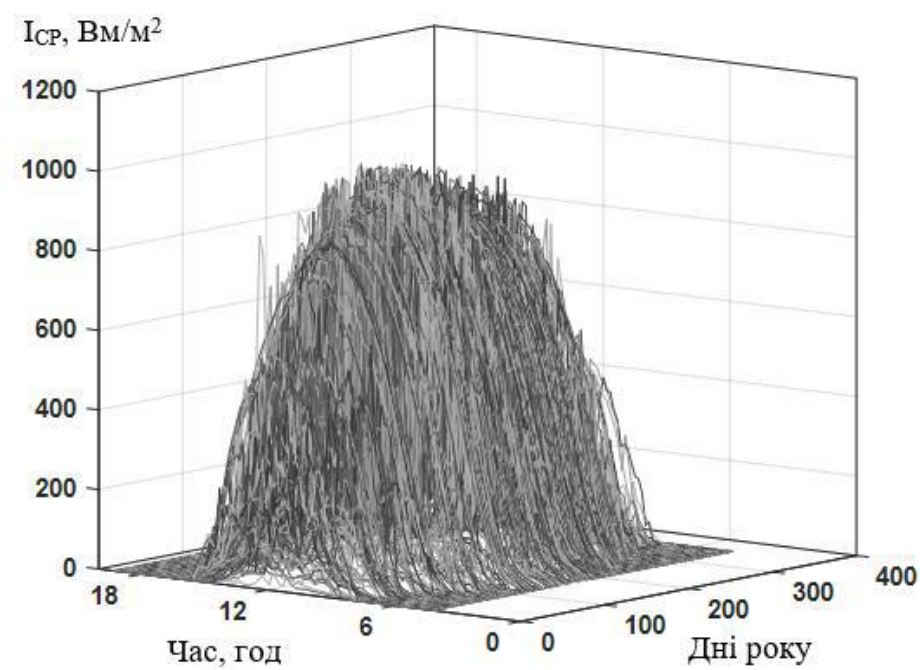
$$P_{\Phi EB} = \eta_{\Phi EB} \cdot F_{\Phi EB} \cdot G_t = \eta_r \cdot \eta_{pc} \cdot (1 - \beta(T_c - T_{ref})) \cdot A_{\Phi EB} \cdot G_t$$

де: $F_{\Phi EB}$ – площа фотобатарей, м²;
 G – відносна інтенсивність сонячного випромінювання, Вт/м²;
 η – коефіцієнт ефективності;
 η_r – паспортна ефективність фотомодуля;
 η_{pc} – ефективність використання потужності, рівна 1 при досягненні точки максимальної потужності MPPT (Maximum Perfect Power Tracker);
 β – температурний коефіцієнт ефективності, вважається постійним для конкретного виду напівпровідника (наприклад для кремнієвих фотоелементів 0,004÷0,006 °C⁻¹);
 T_{ref} – паспортна температура фотоелементів, °C;
 T_c – поточна температура фотоелементів

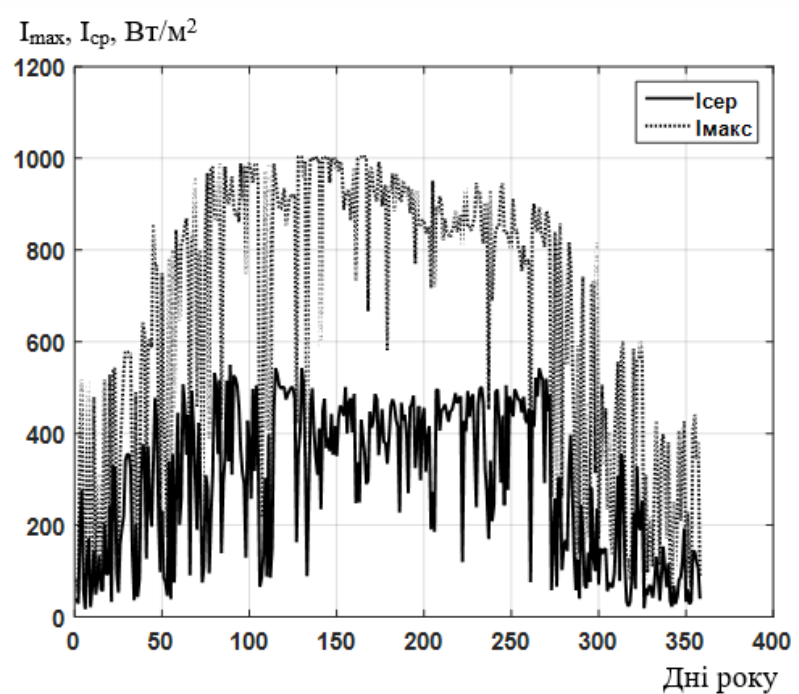
Модель потужності фотобатарей виражається наступним рівнянням:



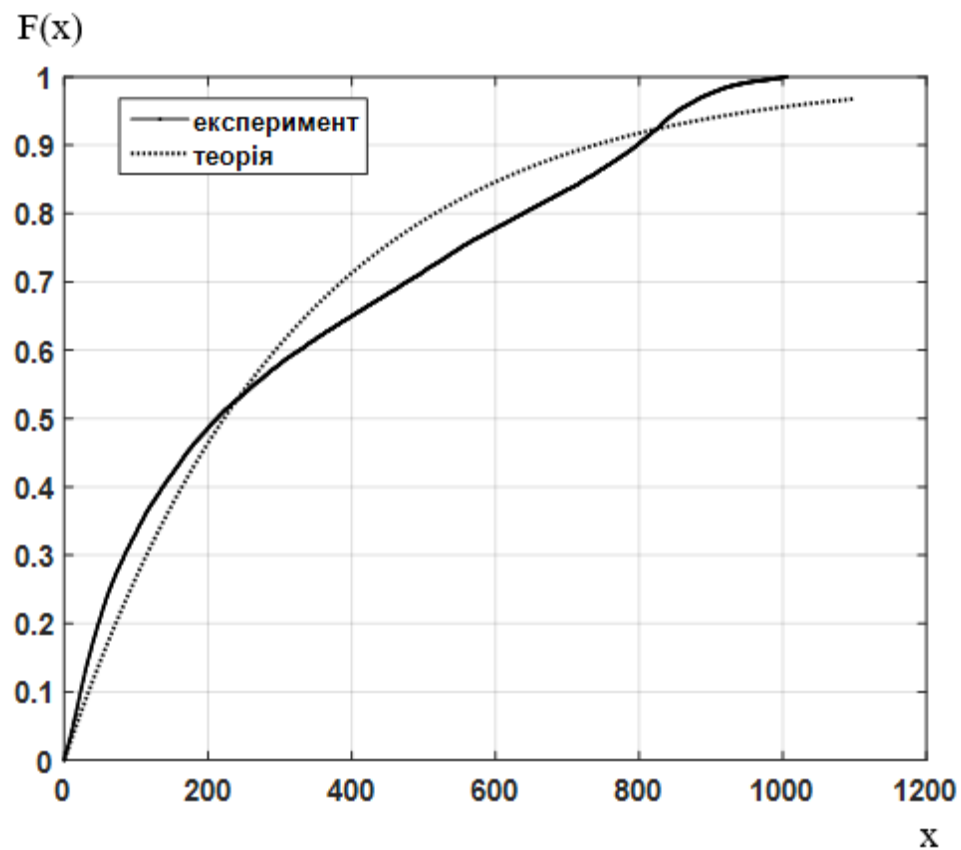
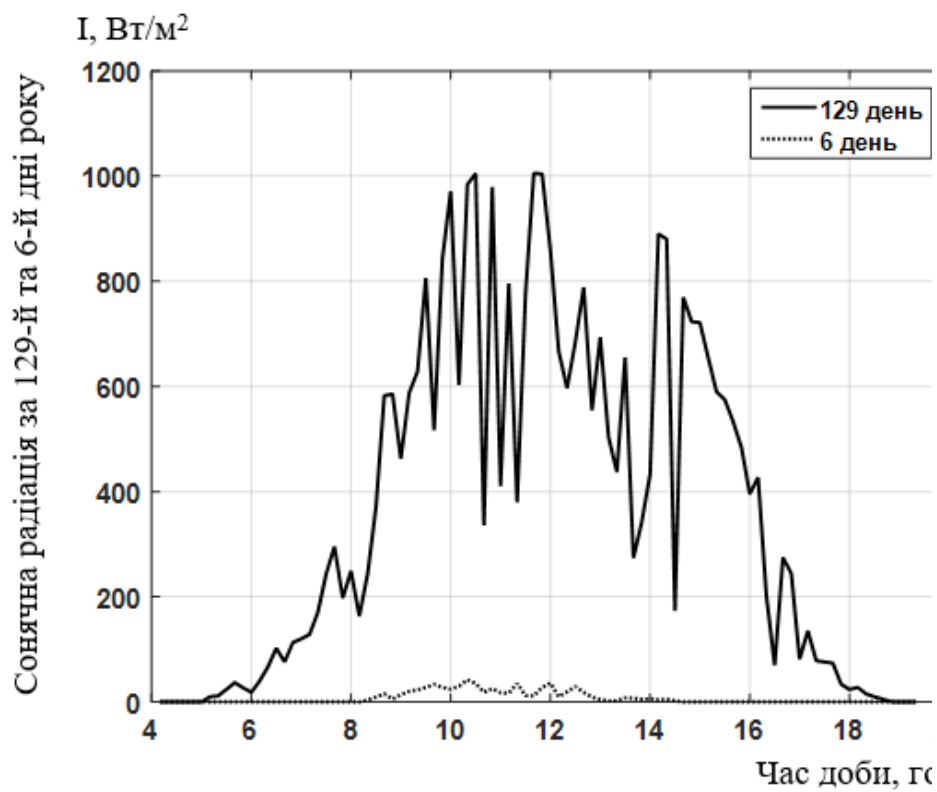
Еквівалентна схема однієї моделі фотоелемента



Надходження сонячної радіації на протязі доби та на протязі року на основі реальних експериментальних даних для м. Вінниця



Показники надходження середньої та максимальної сонячної радіації на протязі року на основі реальних експериментальних даних для м. Вінниця



Надходження добової сонячної радіації в дні з найбільшими показниками інтенсивності сонячної радіації (129 день 2017 року) та найменшими показниками інтенсивності сонячної радіації (6 день 2017 року) для м. Вінниця.

Загальна інтегральна крива розподілу експериментальних даних інтенсивності сонячної радіації за 2018 рік для м. Вінниця

Було проведено оцінку комерційного потенціалу розробки полікристалічного фотоелектричного перетворювача сонячної енергії у електричну з покращеним коефіцієнтом перетворення світла, який є вище середнього. При порівнянні нової розробки з аналогом виявлено, що вона є якіснішою і конкурентоспроможнішою відносно аналога, а також краще по технічним і економічним показникам.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 29391,5 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 117566,19 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 1 рік при прогнозованому прибутку грн. за три роки.

В роботі вирішена важлива науково-прикладна проблема обґрунтування техніко-економічних параметрів фотопанелей з буферними акумуляторами енергії при використанні енергії сонячного випромінювання.

В роботі одержані наступні наукові та практичні результати:

Проведено огляд найкращих світових новинок по даній темі, проаналізовано сучасні методи та засоби випробувань сонячних перетворювачів, стан їх нормативного забезпечення і наявну контрольновимірвальну апаратуру для випробувань сонячних фотоелементів.

Обґрунтовано умови створення мереж зарядних станцій електромобілів з використання вітроелектричних та фотоелектричних установок, що визначаються довжиною пробігу електромобіля, енергозабезпеченістю станції від відновлюваних джерел, нормованим часом зарядження електромобіля, критичними часом очікування на виконання заявки по обслуговуванню та площею під встановлення енергогенеруючого устаткування.

Розроблено математичну модель процесу зарядження акумуляторних батарей за рахунок практичного впровадження методик сонячних перетворювачів стосовно визначення теплових характеристик у закритих приміщеннях із застосуванням імітаторів потоку сонячного випромінювання

Обґрунтовано параметри буферних акумуляторів енергії та енергетичного обладнання та устаткування відновлюваної енергетики в залежності від енергобалансових потреб зарядної станції електромобілів, що

вперше дозволило проаналізувати фактори, які впливають на міжзарядний пробіг електромобілів, показують реальну величину даного показника в сторону зменшення, тобто в середньому практичний міжзарядний пробіг може знижуватися на 20-50% в порівнянні з вказаним виробником ЕМ. З цієї причини на сучасному рівні розвитку автономних джерел живлення для зарядження тягових АБ ЕМ середня відстань між станціями «швидкої зарядки» на міжміських трасах не повинна перевищувати 75-80 км практично для всіх електромобілів, що мають серійне виробництво. Проаналізовано економічні аспекти від реалізації розробленої системи.

Апробація результатів магістерської роботи

Апробація результатів роботи. Результати роботи обговорювалися на V Міжнародній науково-технічній конференції «ВКДТС-2019». (м. Вінниця).

Публікації. Результати роботи опубліковано у збірнику тез доповідей: [Дудатьєв І.А., Барабаш В.А. Полікристалічний фотоелектричний перетворювач сонячної енергії у електричну з покращеним коефіцієнтом перетворення світла // ВКДТС , 2019, с. 115-117.](#)

Дякую за увагу!