

Co-supervisor report for the Ph.D. thesis

Name: Gulbakhar Dosymbetova

Title: Concentrated photovoltaic systems with control and monitoring based on the Internet of things

Specialty: 8D06201 Radio Engineering, Electronics and Telecommunications

The candidate has shown great interest and commitment to completing her research work. She has achieved the standard of Doctor of Philosophy. In his work, the candidate has carried out theoretical, simulation, and experimental assessments of concentrating photovoltaic systems with an active cooling system using the Internet of Things to monitor the system's state and environmental conditions for making decisions to optimize the operation of the cooling system.

Polycrystalline silicon solar cells are not designed to operate at high concentration degrees. They are used at low and medium concentration degrees. However, solar cells quickly lose their semiconductor properties without a good active cooling system in such conditions. The cooling systems of photovoltaic installations are divided into passive and active. Passive cooling systems do not use a heat carrier. The heat is dissipated by air without the use of additional devices. Active cooling systems are devices in which a coolant, usually water, circulates through pipes using a pump, thereby taking heat from heated devices.

This work aims to improve the efficiency of silicon polycrystalline solar cells under low concentration conditions and improve the efficiency of the active cooling system using the Internet of Things. The main task is to increase the efficiency of modern commercial silicon solar cells using a Fresnel lens and an active cooling system and optimize the active cooling system using the Internet of Things. The research aims to increase the efficiency of polycrystalline commercial silicon solar cells using Fresnel lenses at low concentrations and optimal operation of the active cooling system using the Internet of Things. To achieve this goal, the following tasks have been performed:

1. design, assembly, and debugging of concentrating solar cells using a Fresnel lens;
2. development and manufacture of a sensor system for monitoring the temperature of solar cells and the power of incident solar radiation;
3. development of an active cooling system;
4. study of the dynamics of heating of a solar cell at different incident solar radiation;
5. study of the dynamics of cooling of a solar cell at different incident solar radiation and different pump power;
6. development of a model of a concentrating solar cell in conditions of low concentration;
7. development of a model for predicting the heating and cooling of solar cells using neural networks;
8. development of a decision-making system based on the Internet of Things to select the most optimal operation mode of the cooling system.

The results obtained in this work are significant for increasing the output power of solar cells. The obtained data can be used to create concentrated polycrystalline silicon solar cells and active cooling systems for photovoltaic systems.



The work of Ms. Gulbakhar has been published in two top journals and a few conferences, as listed below

List of scientific papers based on the materials of the dissertation

1. G. Dosymbetova et al., "Neural Network based Active Cooling System with IoT Monitoring and Control for LCPV Silicon Solar Cells," in IEEE Access, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3280265.
2. Dosymbetova, G.; Mekhilef, S.; Saymbetov, A.; Nurgaliyev, M.; Kapparova, A.; Manakov, S.; Orynbassar, S.; Kutybay, N.; Svanbayev, Y.; Yuldoshev, I.; Zholamanov, B.; Koshkarbay, N. Modeling and Simulation of Silicon Solar Cells under Low Concentration Conditions. *Energies* 2022, 15, 9404. <https://doi.org/10.3390/en15249404>

In conclusion, the Ph.D. thesis presented by Ms. Gulbakhar *Dosymbetova: Concentrated photovoltaic systems with control and monitoring based on the Internet of Things*, presented for the degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) has scientific novelty, practical significance, and original contribution required for the Ph.D. degree.

Best regards,

Prof. Dr. Saad Mekhilef

Director,

Power Electronics and Renewable Energy Research Laboratory –PEARL-

Faculty of Engineering, University of Malaya

50603 KUALA LUMPUR, MALAYSIA

Tel: +603 7967 6851

Fax: +603 7967 5316

E-mail: saad@um.edu.my

Малай Университеті

5-маусым 2023

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
Физика-техникалық факультеті
Қатты дене физикасы және бейсызық физика кафедрасы

Докторлық диссертация бойынша шетелдік ғылыми жетекшінің пікірі

Аты жөні: Гулбахар Досымбетова

Тақырыбы: «Заттар интернеті негізінде басқарылатын және бақыланатын концентрациялаушы фотоэлектрлік жүйелер»

Мамандығы: «8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»

Үміткер өзінің зерттеу жұмысын аяқтауға үлкен қызығушылық пен табандылық танытты. Ол философия докторы деңгейін алуға жетті. Үміткер өз жұмысында салқындату жүйесінің жұмысын оңтайландыру туралы шешім қабылдау үшін жүйенің күйін және қоршаған орта жағдайларын бақылау үшін заттар интернетін қолдана отырып, активті салқындату жүйесі бар концентрациялаушы фотоэлектрлік жүйелерге теориялық, имитациялық және тәжірибелік бағалау жүргізді.

Поликристалды кремний күн батареялары жоғары концентрацияда жұмыс істеуге арналмаған. Олар төмен және орташа концентрацияда қолданылады. Алайда, мұндай жағдайларда күн батареялары жақсы активті салқындату жүйесінсіз жартылай өткізгіштік қасиеттерін тез жоғалтады. Фотоэлектрлік қондырғылардың салқындату жүйелері пассивті және активті болып бөлінеді. Пассивті салқындату жүйелері жылу тасымалдағышты пайдаланбайды. Қосымша құрылғыларды пайдаланбай жылу ауамен таралады. Активті салқындату жүйелері бұл салқындатқыш, әдетте су, сорғы көмегімен құбырлар арқылы айналатын, осылайша қыздырылған құрылғылардан жылуды алатын құрылғылар.

Бұл жұмыс төмен концентрациядағы кремнийлі поликристалды күн батареяларының тиімділігін арттыруға және ИОТ көмегімен активті салқындату жүйесінің тиімділігін арттыруға бағытталған. Негізгі міндет Френель линзасы мен активті салқындату жүйесін қолдана отырып, қазіргі заманғы коммерциялық кремний күн батареяларының тиімділігін арттыру және ИОТ көмегімен активті салқындату жүйесін оңтайландыру. Зерттеу Френель линзаларын төмен концентрацияда қолдана отырып, поликристалды коммерциялық кремний күн батареяларының тиімділігін арттыруға және заттар интернетін қолдана отырып, активті салқындату жүйесінің оңтайлы жұмысына бағытталған. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер орындалды:

1. Френель линзасын қолданып концентрациялаушы күн батареяларын жобалау, құрастыру және өндеу;
2. күн элементінің температурасын және түсетін Күн радиациясының қуатын бақылауға арналған сенсорлық жүйені әзірлеу және өндіру;

3. активті салқындату жүйесін жасау;
4. әр түрлі түсетін күн радиациясындағы күн элементінің жылыту динамикасын зерттеу;
5. әр түрлі түсетін күн радиациясындағы күн элементінің салқындату динамикасын және әр түрлі сорғы қуатын зерттеу;
6. төмен концентрация жағдайында концентрациялаушы күн элементінің моделін жасау;
7. нейрондық желілерді қолдана отырып, күн элементінің жылыту мен салқындатуды болжау моделін жасау;
8. салқындату жүйесінің ең оңтайлы жұмыс режимін таңдау үшін Заттар интернетіне негізделген шешім қабылдау жүйесін әзірлеу.

Бұл жұмыста алынған нәтижелер күн батареяларының шығыс қуатын арттыру үшін өте маңызды. Алынған мәліметтерді коцентрацияланған поликристалды кремнийлі күн элементінің және фотоэлектрлік жүйелер үшін активті салқындату жүйелерін құру үшін пайдалануға болады.

Гүлбахардың жұмысы екі жетекші журналда және төменде келтірілген бірнеше конференцияларда жарияланды.

Диссертация материалдарына негізделген ғылыми жұмыстардың тізімі

1. Г. Досымбетова және т. б., LCPV кремний күн элементтері үшін IoT мониторингі мен басқаруы бар нейрондық желілерге негізделген активті салқындату жүйесі. IEEE Access –te. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3280265.
2. Досымбетов, Г.; Мехилеф, С.; Саймбетов, А.; Нұрғалиев, М.; Каппарова, А.; Манаков, С.; Орынбасар, С.; Құттыбай, Н.; Сванбаев, Е.; Юлдошев И, Жоламанов, Б.; Қошқарбай, Н. Төмен концентрациядағы кремнийлі күн элементтерін модельдеу. Энергиялар 2022, 15, 9404. <https://doi.org/10.3390/en15249404>

Қорытындылай келе, Досымбетова Гүлбахар философия докторы (Ph.D.) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған "Заттар интернеті негізінде басқарылатын және бақыланатын концентрациялаушы фотоэлектрлік жүйелер" тақырыбындағы үміткердің диссертациясының философия докторы ғылыми дәрежесін беру үшін қажетті ғылыми жаңалығы, практикалық маңыздылығы және өзіндік үлесі бар екенін атап өту керек.

Құрметпен, проф. Др. Саад Мекилеф
/қолы бар/

Директор,

Малай университетінің Инженерлік факультеті Күштік электроника және жаңартылатын энергия көздерін зерттеу зертханасы

50603 КУАЛА-ЛУМПУР, Малайзия

Тел.: +603 7967 6851

Факс: +603 7967 5316

Электрондық почта: saad@um.edu.my

ИНЖЕНЕРЛІК ФАКУЛЬТЕТІ

(Малай университетінің Инженерлік факультеті)

Малайи университеті, Лембах Пантай, 50603 Куала-Лумпур, Малайзия

Тел: (603) 7967 5200, 7967 5201, 7967 5202, 7967 6849. Факс (603) 7956 1378, 7955 5781, 79571581

веб сайт: <http://www.um.edu.my/ccm/navigation/academics/faculties/FK>