UNIVERSITI
MALAYA

Al-Farabi Kazakh National University

Faculty of Physics and Technology

Department of Electronics and Astrophysics

01.09.2025

Co-supervisor report for the Ph.D. thesis

Name: **Dinara Almen**

Title: **Improving the efficiency of solar cells under low solar concentration conditions with an adaptive cooling system**

Specialty: **8D06201 – Radio engineering, electronics, and telecommunications**

The candidate has shown great interest and commitment to completing his research work. She has achieved the standard of Doctor of Philosophy. In her work, the candidate has conducted theoretical and simulation assessments of solar cells under low solar concentration conditions using an adaptive cooling system.

Low-concentration photovoltaic (LCPV) systems represent the most promising approach, combining high efficiency and low cost. They enable the use of readily available polycrystalline solar cells, eliminating the need for expensive multijunction technologies. However, their design still faces several challenges related to optics and cell cooling.

The study aims to increase the efficiency of a low-concentration photovoltaic system based on polycrystalline silicon by increasing the reception angle and implementing an adaptive cooling system using IoT technology.

The research is relevant given the growing demand for photovoltaic systems and the need to reduce operating costs. The developed optical solutions significantly enhance the optical efficiency and acceptance angle of such systems, thereby reducing the requirements for the accuracy and complexity of solar tracking systems, as well as their energy consumption. Particular attention is paid to the importance of using efficient cooling systems that ensure uniform temperature distribution across the surface of photovoltaic cells, thereby reducing their cooling time and increasing the durability, operational stability, and overall efficiency of photovoltaic systems under conditions of variable solar radiation and temperature fluctuations.

The work of Ms. Dinara has been published in top journals and a patent, as listed below List

of scientific papers based on the materials of the dissertation

1. Orynbassar, S., Almen, D., Mekhilef, S., Kapparova, A., Dosymbetova, G., Nurgaliyev, M., Saymbetov A., Ibraimov M., Kuttybay N., Yershov E., Koshkarbay N.,. Zholamanov B., Bolatbek, A. Minimum solar tracking system for a Fresnel lens-based LCPV // Renewable Energy – 2024 – vol. 237, pp.121607.
2. Almen, D., Kapparova, A., Yershov, E., Orynbassar, S., Dosymbetova, G., Nurgaliyev, M., Saymbetov, A.; Kuttybay, N.; Zholamanov, B.; Bolatbek, A., Koshkarbay, N. Output power analysis of low concentrated solar cells with fresnel lens optics // Optik – 2024 – vol. 317, pp. 172088.
3. Kapparova, A., Orynbassar, S., Dosymbetova, G., Almen, D., Yershov, E., Saymbetov, A., Nurgaliyev, M., Kuttybay, N., Algazin, N. Modelling of the Pi-Shape Low-Concentrating Photovoltaic Solar Cells // IIUM Engineering Journal – 2025 –vol.26(2), pp.81-95.

4. Kapparova, A., Orynbassar, S., Dosymbetova, G., Almen, D., Yershov, E., Saymbetov, A., Nurgaliyev, M., Algazin, N., Sharipbay, A., Zhastalapova, D. Modelling Π-Shaped Concentrating Optics for Lcpv Solar Cells Using Fresnel Lens // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences – 2024 – vol.61(5), pp.101-116.
5. Orynbassar, S., Kapparova, A., Dosymbetova, G., Almen, D., Yershov, E., Saymbetov, A., Nurgaliyev, M., & Zholamanov, B. Simulation of an active cooling system for low-concentratinag photovoltaic solar cells // Acta Polytechnica – 2025 –vol. 65(4), 429-441.

Patent for invention

Kuttybay N. B., Orynbasar S. O., Saymbetov A. K., Nurgaliyev M. K., Ibraimov M. K., Dosymbetova G. B., Bolatbek A. B., Koshqarbay N. Zh., Zholamanov B. N., Kapparova A. A., Almen D. B. Low-concentration photovoltaic system with minimal solar tracking, Patent for invention No. 37370, 2025, Republic of Kazakhstan, "National Institute of Intellectual Property".

As part of her Ph.D. work, Ms. Dinara visited my laboratory at the University of Malaya, and she demonstrated outstanding commitment and hard work in her research. I was very pleased with her presence at our laboratory.

In conclusion, the Ph.D. thesis by Ms. Dinara Almen, titled 'Improving the Efficiency of Solar Cells Under Low Solar Concentration Conditions With an Adaptive Cooling System,' submitted for the Doctor of Philosophy degree, possesses the necessary scientific novelty, practical significance, and original contribution required for the Ph.D.

Best regards,

Prof. Dr. Saad Mekhilef

PROF. DR. SAAD MEKHILEF
Honorary Professor
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Universiti Malaya
50603 Kuala Lumpur

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

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті 01.09.2025
Физика-техникалық факультеті
Электроника және астрофизика кафедрасы

PhD диссертациясына қосалқы жетекшінің есебі

Аты-жөні: Динара Әлмен
Тақырып: Күн сәулеленуінің төменгі концентрациясы жағдайында адаптивті салқындату жүйесімен фотоэлементтердің тиімділігін арттыру
Мамандығы: 8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Үміткер өз зерттеу жұмысын аяқтауға үлкен қызығушылық пен жауапкершілік танытты. Философия докторы дәрежесіне қойылатын талаптарды орындады. Үміткер өз жұмысында адаптивті салқындату жүйесін пайдалана отырып, күн сәулесінің төмен концентрациясы жағдайында фотоэлементтерді теориялық және модельдеу бағалауларын жүргізді.

Төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйелер (LCPV) жоғары тиімділік пен төмен шығындарды біріктіретін ең перспективалы тәсілді білдіреді. Бұл жүйелер қымбат көп өткелді технологияларды қажет етпей, кеңінен қолжетімді поликристалды фотоэлементтерді пайдалануға мүмкіндік береді. Дегенмен, олардың дизайны әлі де оптикаға және фотоэлементті салқындатуға қатысты бірнеше қиындықтарға тап болады.

Зерттеу қабылдау бұрышын ұлғайту және IoT технологиясын қолдана отырып, адаптивті салқындату жүйесін енгізу арқылы поликристалды кремний негізіндегі төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйенің тиімділігін арттыруға бағытталған.

Зерттеу фотоэлектрлік жүйелерге сұраныстың артуы мен пайдалану шығындарын азайту қажеттілігін ескере отырып өзекті болып табылады.

Әзірленген оптикалық шешімдер мұндай жүйелердің оптикалық тиімділігі мен қабылдау бұрышын айтарлықтай арттырады, осылайша күнді бақылау жүйелерінің дәлдігі мен күрделілігіне, сондай-ақ олардың энергия тұтынуына қойылатын талаптарды азайтады. Фотоэлектрлік элементтердің беттік температурасының біркелкі таралуын қамтамасыз ететін тиімді салқындату жүйелерін пайдаланудың маңыздылығына ерекше назар аударылады, осылайша олардың салқындату уақытын қысқартады және айнымалы күн радиациясы мен температураның ауытқуы жағдайында фотоэлектрлік жүйелердің беріктігін, жұмыс тұрақтылығын және жалпы тиімділігін арттырады.

Динара ханымның жұмысы жетекші журналдарда жарияланған және төменде көрсетілгендей патент алған. Диссертация материалдарына негізделген ғылыми еңбектер тізімі

1. Orynbassar S., Almen D., Mekhilef S., Kapparova A., Dosymbetova G., Nurgaliyev M., Saymbetov A., Ibraimov M., Kuttybay N., Yershov E.,

Koshkarbay N., Zholamanov B., Bolatbek A. Minimum solar tracking system for a Fresnel lens-based LCPV // Renewable Energy. – 2024. – Vol. 237. – 121607.

2. Almen D., Kapparova A., Yershov E., Orynbassar S., Dosymbetova G., Nurgaliyev M., Saymbetov A., Kuttybay N., Zholamanov B., Bolatbek A., Koshkarbay N. Output power analysis of low concentrated solar cells with Fresnel lens optics // Optik. – 2024. – Vol. 317. – P. 172088.

3. Kapparova A., Orynbassar S., Dosymbetova G., Almen D., Yershov E., Saymbetov A., Nurgaliyev M., Kuttybay N., Algazin N. Modelling of the Pi-Shape Low-Concentrating Photovoltaic Solar Cells // IIUM Engineering Journal. – 2025. – Vol. 26, No. 2. – P. 81–95.

4. Kapparova A., Orynbassar S., Dosymbetova G., Almen D., Yershov E., Saymbetov A., Nurgaliyev M., Algazin N., Sharipbay A., Zhastalapova D. Modeling П-shaped concentrating optics for LCPV solar cells using Fresnel lens // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. – 2024. – – Vol. 61, No. 5. – P. 101–116.

5. Orynbassar S., Kapparova A., Dosymbetova G., Almen D., Yershov E., Saymbetov A., Nurgaliyev M., Zholamanov B. // Acta Polytechnica. – 2025. – Vol. 65, No. 4. – P. 429–441.

Өнертабысқа патент

Құттыбай Н. Б., Орынбасар С. О., Саймбетов А. К., Нұрғалиев М. К., Ибраимов М. К., Досымбетова Г. Б., Болатбек А. Б., Қошқарбай Н. Ж., Жоламанов Б. Н., Каппарова А. А., Әлмен Д. Б. Минималды күнді бақылау жүйесі бар төмен концентрациялы фотоэлектрлік жүйе, өнертабысқа патент №37370, 2025, Қазақстан Республикасы, «Ұлттық зияткерлік меншік институты».

Өзінің PhD жұмысының бір бөлігі ретінде Динара ханым Малайя университетіндегі менің зертханамды аралады және ол өз зерттеулерін жүргізуде ерекше жауапкершілік пен еңбекқорлық көрсетті. Мен оның біздің зертханада болуына өте риза болдым.

Қорытындылай келе, Динара Әлмен ханым философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынған «Күн сәулеленуінің төменгі концентрациясы жағдайында адаптивті салқындату жүйесімен фотоэлементтердің тиімділігін арттыру» атты диссертациясы қажетті ғылыми жаңалыққа, практикалық маңыздылыққа және PhD дәрежесіне қойылатын түпнұсқалық үлеске ие.

Ең жақсы тілектер,

Профессор, доктор Саад Мехилеф
Директор,
Күштік электроника және жаңартылатын энергия көздерін зерттеу зертханасы – PEARL
Малайя университетінің инженерлік факультеті
50603 Куала-Лумпур, Малайзия
Тел: +603 7967 6851
Факс: +603 7967 5316
E-mail: saad@um.edu.my