

SOLAR ENERGY: INCREASING PANEL EFFICIENCY BEYOND THE THEORETICAL LIMIT

Vinnitsia National Technical University

Анотація.

У цій статті розглядається інноваційний підхід до підвищення ефективності сонячних панелей, розроблений японськими та німецькими вченими. У ній висвітлено проблему теоретичних обмежень класичних кремнієвих акумуляторів, які втрачають значну частину енергії у вигляді тепла. У статті проаналізовано метод використання синглетного поділу та металевого комплексу на основі молібдену, що дозволяє одному фотону генерувати одразу два носії заряду. Продемонстровано ефективність цієї технології, яка забезпечила квантовий вихід сонячних елементів на рівні 130%, та її потенціал для суттєвого збільшення генерації електроенергії в майбутньому.

Ключові слова: сонячна енергія, фотоелектричні панелі, квантовий вихід, синглетний поділ, ефективність, молібден.

Abstract.

This paper examines an innovative approach to improving the efficiency of solar panels developed by Japanese and German scientists. It highlights the problem of the theoretical limitations of classical silicon batteries, which lose a significant amount of energy as heat. The paper analyses the method of using singlet fission and a molybdenum-based metal complex, allowing a single photon to generate two charge carriers simultaneously. It demonstrates the effectiveness of this technology, which achieved a quantum yield of solar cells at the level of 130%, and its potential for significantly increasing electricity generation in the future.

Keywords: solar energy, photovoltaic panels, quantum yield, singlet fission, efficiency, molybdenum.

Introduction

Solar energy has already become an integral part of modern green energy. However, one of the main obstacles to its maximum utilization remains the insufficient efficiency of existing photovoltaic panels. The performance of most modern systems is constrained by the fundamental physical laws of light absorption.

Definition of the problem

Standard silicon solar cells are restricted by the so-called Shockley-Queisser limit, which is about 33%. The problem is that high-energy photons of the blue spectrum carry excess energy that silicon cannot fully convert into current. It knocks out only one electron, and the rest of the energy evaporates irretrievably as useless heat.

Solution

This approach, developed by researchers from Kyushu University (Japan) and Johannes Gutenberg University (Germany), uses the singlet fission effect to overcome existing limitations. The technology is based on the application of a special molybdenum-based metal complex with a "spin-flip" property. This molecular structure selectively captures energy, allowing a single high-energy photon to split and generate two charge carriers at once instead of one.

Thanks to this new method, researchers have achieved significant results. The quantum yield of solar cells increased to an unprecedented 130%. This means that for every 100 absorbed particles of light, the system stably produces 130 electrons.

Conclusion

Thus, the use of new molecular structures for singlet fission addresses the fundamental problem of excess energy loss in traditional solar cells. Thanks to this approach, the next generation of solar panels will be able to generate significantly more electricity. The developers hope that this technology will become a major step toward more efficient renewable energy in the coming years.

REFERENCES

1. Костюк Д. Сонячна енергія 2.0. Японські фізики витиснули 130% виходу заряду з одного джерела світла. *https://techno.nv.ua/ukr*. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/popscience/sonyachna-energiya-vaponski-vcheni-zbilshili-efektivnist-paneley-ponad-mezhu-50600290.html>.
2. Uko E. 'Spin-flip' system pushes solar cell energy conversion efficiency past 100%. *New Atlas*. URL: <https://newatlas.com/energy/spin-flip-solar-cell-energy-conversion-efficiency/>.
3. Kravchenko K., Ketsyk-Zinchenko U., Suduk I., Nykyporets S., Cherednychenko V. Effectiveness of online platforms in developing language skills of higher education students. *Revista Eduweb*. 2025. 19(3). P. 303-314. DOI: <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2025.19.03.19>.
4. Nykyporets S. S. Hadaichuk, N. M. Foreign language media literacy as a protective factor against AI-generated disinformation and psychological stress in technical higher education in Ukraine. *Transformational vectors of public administration, law, and humanities in the development of the modern educational system: Scientific monograph*. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2025. P. 305-330. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-647-8-14>.
5. Pylypenko O. M., Nykyporets S. S. Wireless power transfer: a new Japanese technology for stable charging. Матеріали LV всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 24-27 березня 2026р. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/51067>.
6. Ravkov M. V., Nykyporets S. S. Chinese HL-3 reactor. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)», 15-16 червня 2025 р. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/47737>.
7. Ibrahimova L. V., Nykyporets, S. S. Information security in the global context: linguistic perspectives and the role of English. *International security studios: managerial, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects*. International collective monograph. Volume II. ISAP, Research and Education. 2025. P 321-345. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15356365>.

Пилипенко Олександр Миколайович – студент групи ЕСМ-256, Факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет. Email: uasashauman06@gmail.com.

Науковий керівник: **Никипорець Світлана Степанівна** – старший викладач кафедри іноземних мов, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Email: fotinia606@gmail.com.

Oleksandr M. Pylypenko – student of group ESM-256, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University. Email: uasashauman06@gmail.com.

Scientific supervisor **Nykyporets Svitlana Stepanivna** – a senior lecturer at the Department of Foreign Languages, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: fotinia606@gmail.com.