

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2020

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



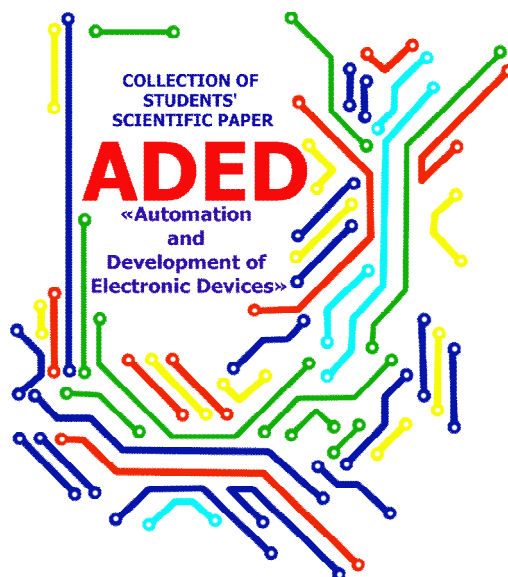
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2020

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(КІТАМ)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2020

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2020

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 2. – 298 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2020 Part 2 (Key infrastructure 2020) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2020.- 298 p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих
технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 2 від 23.11.2020

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

Для отримання 3D-зображення досить зняти об'єкт з двох ракурсів. Потім вони автоматично зливаються в тривимірну модель. Процес не вимагає підключення до інтернету і займає кілька секунд.

Переваги: швидкість; компактність.

Недоліки: вимагає пристрій iOS; потребує якісну камеру; повинен бути килимок доповненої реальності [8].

ВИСНОВКИ. Таким чином, у статті проведено ретельний аналіз предметної області, розглянуті існуючі методи 3D сканування і моделі 3D сканерів.

На основі отриманих даних дослідження були зроблені висновки з приводу видів 3D сканерів, їх користі, експлуатації, вартості, актуальності, як в теперішньому часі, так і в майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. ЧТО ТАКОЕ 3D СКАНИРОВАНИЕ – Режим доступу: <https://goo.su/2nbI> – 2020
2. Из чего состоит 3d сканер. – Режим доступу: <https://squeak.ru/tele2/iz-chego-sostoit-3d-skaner-tak-opticheskaya-sistema-skanirovaniya.html> – 15.04.2020
3. 3D сканирование: предназначение, методы и применение – Режим доступу: <https://make-3d.ru/articles/3d-skanirovanie-prednaznachenie-metody-i-primenenie/> – 17.11.2017.
4. Применение 3D-сканов лица в медицине. – Режим доступу: <https://www.artec3d.com/ru/3d-models/skan-lica>
5. Какие типы 3d сканеров существуют? – Режим доступу: <https://3d-daily.ru/equipment/3dscan-type.html>
6. 3D СКАНЕР 3D SYSTEMS SENSE – Режим доступу: <https://3ddevice.com.ua/product/skaner-3d-systems-sense/>
7. Какой 3D сканер купить? ТОП 5 лучших 3D сканеров 2018 года от компании 3Dtool – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/3dtool/blog/416583/> - 10.07.2018
8. Приложение Qlone превращает смартфон в 3D-сканер – Режим доступу: <https://hightech.fm/2017/07/22/qlone> - 22.07.2017

***Науковий керівник:** Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович, доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК 621.383.51

ДЕГРАДАЦІЯ (СТАГНАЦІЯ) ТА РЕГЕНЕРАЦІЯ У КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЯХ

Мажара А. Є., Левченко Є. О., Юрков Д. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: andrii.mazhara@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua

Анотація: в статті проведено дослідження та аналіз параметрів деградації сонячних батарей, описані умови проведення експерименту, проведено вимірювання фотоелектричних характеристик перовскітів.

Ключові слова: сонячні елементи, стагнація, PID-процеси, ФП, ВАХ.

DEGRADATION(STAGNATION) AND REGENERATION OF SILICON SOLAR PANELS

A. Mazhara, E. Levchenko, D. Iurkov

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky.av,14

E-mail: andrii.mazhara@nure.ua, yevhen.levchenko@nure.ua

Abstract: the article studies and analyzes the parameters of solar cell degradation, describes the conditions of the experiment, measures the photoelectric characteristics of perovskites.

Key words: solar elements, stagnation, PID-processes, PC, VAC characteristics.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Останнім часом в процесі розробки сонячних елементів (СЕ) мало місце порушення теплового режиму та зменшення енерговіддачі фотоелектричних модулів.

Як відомо, це явище отримало назву деградації або PID (Potential Induced Degradation).

Аналіз даних показав, що PID частіше виникає в кліматичних умовах з високою температурою, вологістю та високим вмістом солі у воді.

На сьогодні деградація залишається великою проблемою[1] для СЕ, оскільки навіть серед модулів, оголошених «PID FREE» ризик PID існує, потрібно вжити всіх заходів для зниження ризику PID.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕГРАДАЦІЇ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ. Авторами у роботі запропонована класична модель [2] деградації монокремнієвих СБ на основі рівняння Арреніуса. Після проведення термоциклічного експерименту побудовані регресійні моделі для отримання кількісних оцінок деградації або PID – процесів.

У подальшому дослідники з Уфимського авіаційного інституту провели моделювання сонячної панелі TSM – 210 SB потужністю 210 Вт з використанням елементів програми MATLAB при двох рівнях сонячної інсоляції 1000 і 300 Вт/м².

Крім того було показано, що спостерігаємі деградаційні процеси відповідають моделі термоциклічних випробувань з похибкою 5%.

Як зазначалось у роботі [3], спостерігалася зміна огинаючої світлової ВАХ, при варіації параметрів R_{sh} і R_n , що важливо для діагностики деградаційних процесів. Так, за результатами моделювання кремнієвих ФП під впливом параметра R_{sh} зменшується струм $I_{кз}$, а зростання параметра R_n змінює швидкість зміни спаду ВАХ, що зменшує вихідну потужність, демонструючи початок PID – деградації.

Таким чином деградація світлової ВАХ[4] є інформаційною ознакою для діагностики деградаційних процесів.

Формула розрахунку(1) кривої а (рис. 1):

$$y=y_b-k\Delta C \quad (1)$$

Розрахунок відхилення для кривої а у відсотках (2):

$$y(\%) \Delta C(^{\circ}C) k=5 \cdot 10^{-3}(\%/^{\circ}C) \quad (2)$$

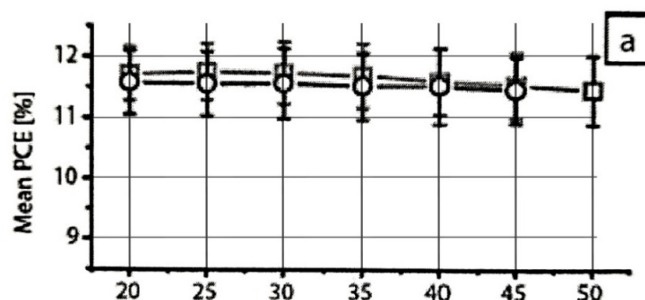


Рисунок 1 – Результати обробки даних параметру а

Формула розрахунку (3) кривої b (табл. 1, рис. 2):

$$y=e^{-t/\tau} \quad (3)$$

Таблиця 1 – Параметри розрахунків для кривої b

y	11,7	11,5	11,3	11,2	11,1	11,0
t(°C)	20	30	40	50	60	70

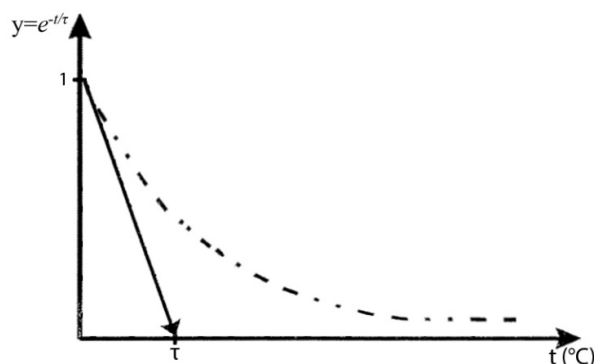


Рисунок 2 – Результати обробки даних параметру b

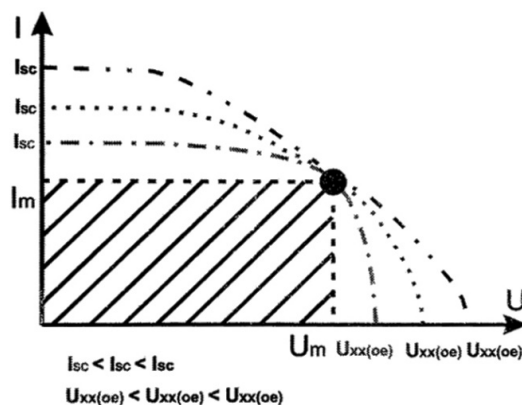


Рисунок 3 – Результати обробки даних параметру c

ДЕГРАДАЦІЯ ФП. PID – це деградація властивостей, що виникає під впливом температури, та негативно діє на фотоелектричні модулі сонячних батарей. Цей процес спостерігається через кілька років після встановлення панелі [5]. PID викликає прискорене зниження енергоефективності, яке прогресує в геометричній прогресії.

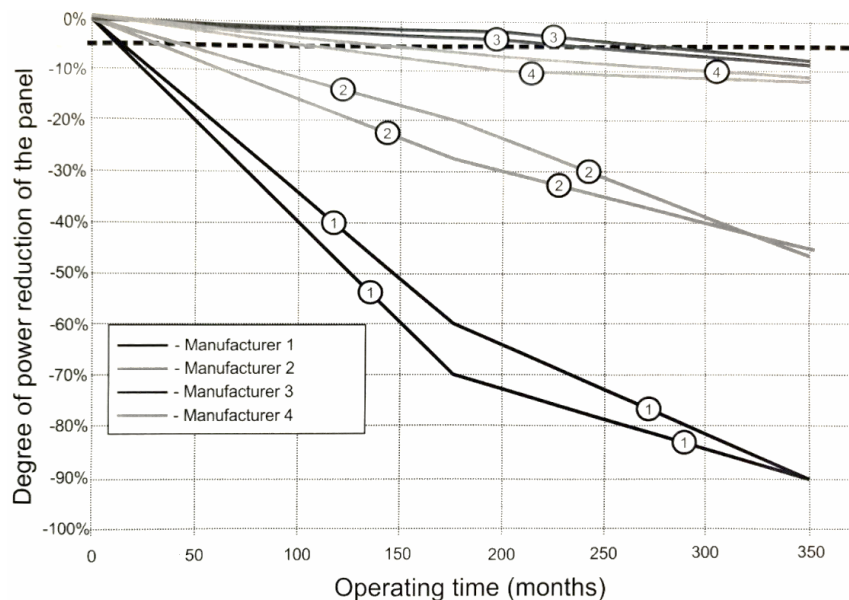
Аналіз даних показав, що PID частіше виникає в кліматичних умовах з:

- високою температурою;
- високою вологістю;
- високим вмістом солі у воді.

Якщо зовнішній потенціал прикладається до сонячної батареї безперервно, в склі генеруються іони Na^+ , які створюють електромагнітне поле між склом і комірною. Таким чином, повільно, після декількох місяців або років експлуатації в цих умовах, шар ізоляції слабшає. В результаті одночасно відбувається два руйнівних процеси [6]:

1. Позитивні іони накопичуються в передній частині комірки, створюючи локалізовані короткі замикання.

2. Електрони провідності, які присутні в комірці, внаслідок фотоелектричних ефектів, перетікають з комірки до металевій рами. Металевий каркас зазвичай з'єднаний із землею з міркувань безпеки, тому утворюється невеликий витік струму. Після декількох місяців або років у вказаних умовах ефект PID стає макроскопічним (рис. 4).



1 – монокремнієві СБ; 2 – α -Si; 3 – «PID FREE» СБ; 4 – полі-Si
 Рисунок 4 – Втрати ККД в залежності від часу експлуатації

Якщо у сонячних батареях більше 80% комірок від реальної кількості при накладанні негативного потенціалу знаходяться у стані з негативним потенціалом – розвиток PID гарантований.

Якщо співвідношення полюсів пропорційне, то чим вища негативна напруга, тим швидша деградація сонячного модуля [7].

Дослідження уражених PID сонячних батарей показали, що СЕ, які знаходяться ближче до негативного потенціалу, найбільш схильні до PID (від 210 Вт до 50 Вт або 76% втрати потужності). У той же час, батареї, що знаходяться ближче до позитивного потенціалу, мають імунітет від деградації.

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ. Щоб підвищити швидкість і відтворюваність циклів розігріву була вибрана початкова температура 50° С. Фотогальванічні вимірювання показують, що пристрої стабільні при цій температурі, крім того початкові характеристики кімнатної температури можуть бути відновлені після охолодження.

Профіль підігріву, було вибрано для вивчення процесу повного розкладу та містить етапи при 100, 150, 175, 200, 225, 250 °С. Початкові кроки продовжуються на 30 хвилин, а подальші скорочуються до 15 хвилин за рахунок швидкої динаміки вибірки[8].

ВИМІРЮВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРОВСКІТІВ. Фотоелектричні характеристики вимірювались при кімнатній температурі та підігріві[9]. Подвійні зразки (по 4 на кожний тип), номінально і тім, які використовувались для аналізу ПЕМ, нагрівали до 90° С. Це є показником температур, коли камера буде працювати при повнім освітленні; зворотна поведінка параметрів спостерігається при підігріві у цьому температурному діапазоні – при охолодженні першочергова фотоефективність відновлюється у всіх випадках, крім зразка D, де неоднорідність активного шару може призвести до проблем з провідністю.

Для оцінки базових параметрів (фотострум j_{ph} , струм j_b , послідовний опір R_n , шунтуючий опір R_{sh} , фактор неідеальності A) по експериментальним ВАХ застосовуємо їх апроксимацію [10] згідно рівняння і методом найменших квадратів та використовуємо їх значення.

На рисунку 5 подані аналогічні експериментальні результати отримані закордонними фахівцями, по дослідженню монокристалічних фотоперетворювачів (ФП) виконані протягом 2014 – 2015 року. Згідно наведених залежностей, які отримані на весні (08.03.2015), влітку (28.08.2014) та восени (31.10.2014) максимальна температура спостерігалася з 12 до 13 години. Відповідно в той же самий проміжок часу (12 – 13 години) відбувалася максимальна деградація ККД, що добре корелює з нашими результатами.

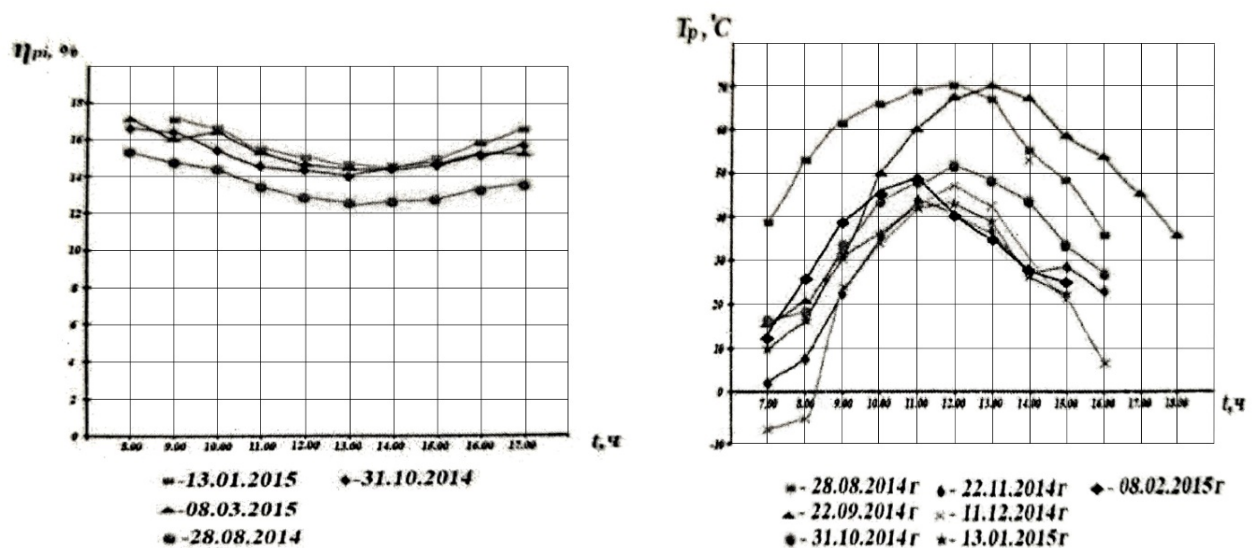


Рисунок 5 – Аналогічні результати досліджень закордонних фахівців [9]

На рисунку 6 наведено результати американських дослідників рівня температурної деградації потужності для різних технологій виготовлення сонячних елементів. Можна зробити висновок, що найбільш стійкими є сонячні елементи з використанням аморфного кремнію a-Si та його з'єднань [11]. В той же час, найбільш високий рівень деградації 15-20% має місце при використанні сонячного кремнію c-Si. Інші матеріали мають проміжні характеристики. Таким чином, коли важлива температурна стабільність, доцільно використовувати плавкові сонячні елементи з використанням a-Si.

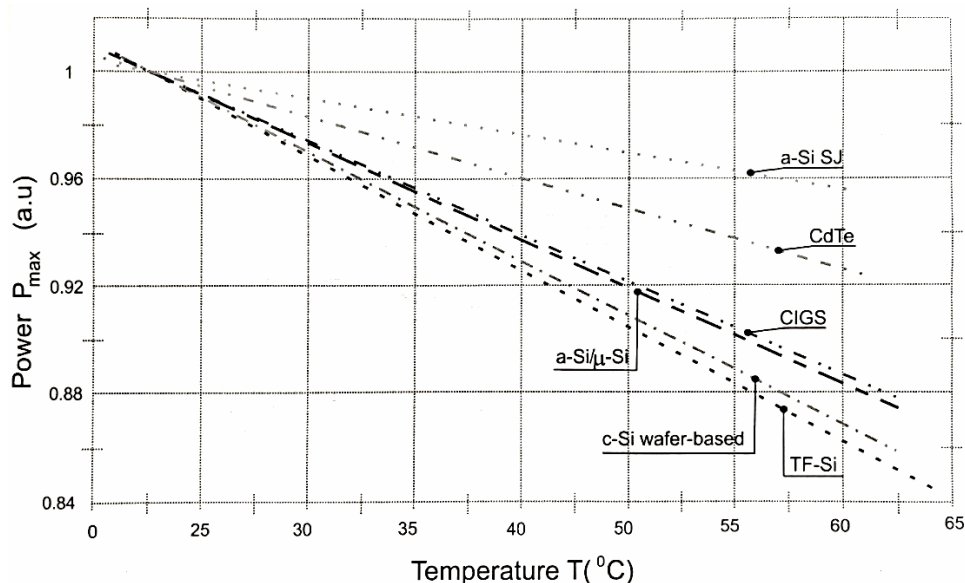


Рисунок 6 – Залежності рівня деградації по потужності від температури

Як відомо, в ясний сонячний день сонячний елемент нагрівається до 60–70 °C, що призводить до падіння вихідної напруги (деградації) з температурним коефіцієнтом по напрузі (ТКН) (4):

$$TKH \approx -4\%/град. \quad (4)$$

Описане явище являє собою одноразовий термоудар, який досліджувався авторами [12] в режимі проведення термоциклічних випробувань, за результатами яких за допомогою рівняння

Аррениуса, отримана лінійна регресійна модель струму кремнієвої СБ від часу термоцикування (5):

$$R = R_0 \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \quad (5)$$

де R – швидкість реакції;

R_0 – стала;

E_a – енергія активації в еВ.

При цьому і час напрацювання на відмову T_0 також підпорядковується рівнянню Аррениуса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сибикин, Юрий Дмитриевич. «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.» Кнорус, 2010.
2. Невлюдов, И. Ш., В. А. Палагин, Е. А. Чалая. «Технологии микросистемной техники (часть II).» Технология приборостроения 2 (2015): 5-10
3. Альдо, В. «Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы.» М.: Издательский дом «Интеллект» МЭИ (2010).
4. Слипченко, Н. И., Письменецкий, В. А., Фролов, А. В., Лукьяненко, В. Л. (2010). Оптимизация параметров кремниевых монокристаллических преобразователей методом градиентного спуска. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 41-45.
5. Honsberg, C. B., Barnett, A. M., Kirkpatrick, D. (2006, May). Nanostructured solar cells for high efficiency photovoltaics. In Photovoltaic Energy Conversion, Conference Record of the 2006 IEEE 4th World Conference on (Vol. 2, pp. 2565-2568). IEEE.
6. Taguchi, M., Terakawa, A., Maruyama, E., Tanaka, M. (2005). Obtaining a higher Voc in HIT cells. Progress in photovoltaics: research and applications, 13(6), 481-488.
7. Levy, M. Y., Honsberg, C. B. (2008). Nanostructured absorbers for multiple transition solar cells. IEEE Transactions on Electron Devices, 55(3), 706-711
8. Джумаев А. Я., Анализ влияния температуры на рабочий режим фотоэлектрической солнечной станции //Технические науки – от теории к практике. –2015. – №. 46. – С. 33-40
9. Wolfe P. Solar photovoltaic projects in the mainstream power market. – Routledge, 2013.
10. Воронин С. М., Овсянников Н. С. Пути повышения конкурентоспособности солнечных фотоэлектростанций //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №. 76.Ж.И.
11. Алферов, В. М. Андреев, В. Д. Румянцев Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики. ФТП, т. 38 вып.8, 2004г. с. 937-948
12. Nevliudov, I. S., Pysmenetskyi, V.O., Frolov, A. V., Chala, O. O., Yemelianov, M. A. (2017). Аналіз ефективності використання кремнієвих концентраторних сонячних фотоелементів. Система управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць, 6(46), 85-88.

Науковий керівник: Письменецкий Віктор Олександрович, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки