

СОНЯЧНА ЗАРЯДНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ – КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Гнатов А. В.¹, Аргун Щ. В.¹, Гнатова Г. А.¹, Тарасов К. С.¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

***Анотація.** Наведено технічні характеристики розробленого комплексу, зазначені основні його складові та представлено перелік його обладнання. Приведено основні залежності для розрахунку параметрів сонячних панелей у складі розробленого комплексу. Запропоновано схему для проведення експериментальних досліджень з сонячними панелями комплексу. Запропоновано перелік лабораторних та практичних занять, що можна проводити на розробленому комплексі.*

***Ключові слова:** сонячна зарядна електростанція, зелена енергетика, зелений тариф, сонячна енергетика, сонячна електростанція, електромобіль, енергоефективні технології, сонячні панелі.*

Вступ

В Україні сонячна енергетика, в порівнянні з іншими країнами, тільки-но починає розвиватися. Для її стимулювання держава вводить різні заходи, наприклад, цільові субсидії, відміну або послаблення податкового навантаження, дотації тощо [1-3].

У відповідності до закону України про електроенергетику № 575/97-ВР від 16.10.1997, «зелений» тариф – це тариф за яким оптовий ринок електричної енергії України зобов'язаний закуповувати електричну енергію вироблену на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії.

Отже, «зелений» тариф – це механізм, призначений для заохочення населення для вироблення електроенергії з альтернативних джерел енергії [4]. У відповідності до вище зазначеного закону, електроенергія, яка вироблена сонячними електростанціями, вітроелектростанціями та гідроелектростанціями приймається загальною мережею і оплачується оптовим ринком електроенергії за «зеленим» тарифом.

Варто зазначити, що з 1 січня 2020 р. «зелений» тариф в Україні становить 4,28 грн. за кВт·год).

Відповідно, розробка та впровадження «зелених» технологій є не тільки актуальною, а й економічно вигідною науковою та інженерною задачею. Тому випуск фахівців з новітніх «зелених» енергоощадних та енергоефективних технологій є також актуальною задачею і для сучасного освітнього процесу.

Аналіз публікацій

Ринок сонячних панелей складається з декількох різних типів, що відрізняються технологією виготовлення і матеріалами, з яких їх виробляють [5-7]. Найбільш популярними та поширеними є сонячні панелі на основі кремнію. Це пояснюється досить широким розповсюдженням кремнію у природі, його відносною дешевизною і високим показником продуктивності, в порівнянні з іншими видами сонячних батарей.

Переважає більшість елементів сучасних сонячних панелей виготовляється з монокристалічного (C-Si) або полікристалічного (MC-Si) кремнію. На цей час зазначені кремнієві фотоелектричні модулі займають близько 90% ринку фотоелектричних перетворювачів [8, 9]. Тому для сонячної зарядної електростанції, як основи комплексу на базі якого планується проводити низку лабораторних та практичних занять, вибрано кремнієві сонячні панелі.

Докладно інформацію щодо основних видів та типів сонячних електростанцій (СЕС) наведено в [10-12]. Зваживши всі переваги і недоліки схемних рішень СЕС пропонується за основу взяти гібридну мережеву сонячну електростанцію змінного струму.

Мета та постановка задачі

Мета роботи: розробка концептуального рішення щодо комплексу для проведення лабораторних та практичних занять на базі сонячної зарядної станції.

Для досягнення зазначеної мети в роботі необхідно розв'язати такі задачі:

– провести аналітичний огляд існуючих способів перетворення сонячної енергії в електричну та дослідити основні види і типи сонячних електростанцій;

– запропонувати концептуальне рішення будови сонячної електростанції на основі її гібридної конструкції, як учбового комплексу для проведення лабораторних та практичних занять;

– навести перелік основних елементів та обладнання запропонованого комплексу;

– запропонувати курс лабораторних та практичних занять на розробленому комплексі для здійснення навчального процесу.

Комплекс для проведення лабораторних та практичних занять

Виходячи з проведеного аналізу конструкцій типів та будови сонячних електростанцій

[10, 11], у відповідності до поставленого завдання, за основу комплексу для проведення лабораторних та практичних занять вибрано гібридну мережеву СЕС змінного струму, рис. 1.

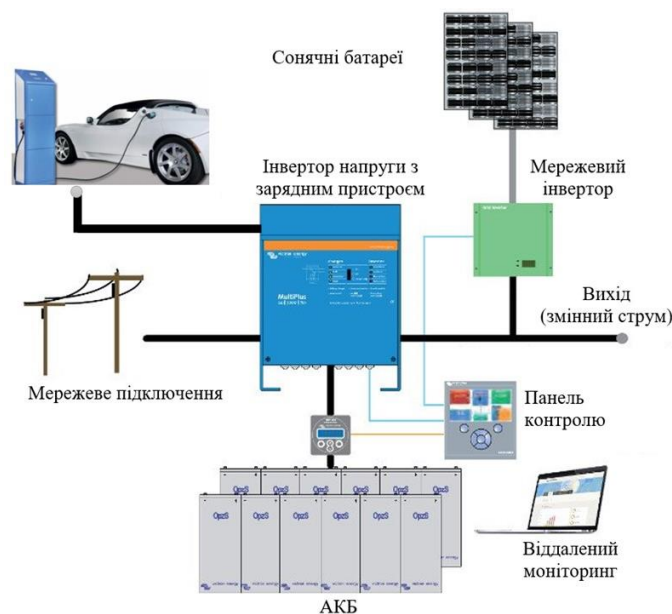


Рис. 1. Схема комплексу для проведення лабораторних та практичних занять на базі сонячної зарядної станції

Через панель контролю, що зображена на рис. 1, проводиться вимірювання сигналів та діаграм струму, напруги, потужності від часу на ключових складових елементах даного комплексу:

- сигналів з сонячних батарей (СБ);
- сигналів з накопичувачів енергії – акумуляторних батарей (АКБ) (заряд/розряд);
- сигналів з мережі (прийом та віддача);
- сигналів, що подаються споживачам (наприклад, заряд електромобіля).

В даному комплексі сонячні батареї підключаються до мережевого сонячного інвертора (DC/AC). Мережа змінного струму підключається до входу гібридного інвертора (DC/AC). Також до гібридного інвертора

підключені АКБ. Вихід мережевого сонячного інвертора і гібридного інвертора об'єднані через розподільний щит і забезпечують електроживленням споживачів змінного струму. Вихід гібридного інвертора підключається до зарядних станцій електромобілів.

Застосування гібридного інвертора з зарядним пристроєм забезпечує ряд переваг, наприклад, СЕС працює навіть при відсутності напруги в мережі змінного струму, а також в умовах нестабільної мережі.

В якості накопичувачів енергії у запропонованій зарядній станції пропонується використовувати вживані АКБ від електромобілів або гелієві АКБ, що призначені

для використання в сонячних електростанціях. Їх сумарна потужність повинна забезпечити 200 кВт·год. Це приблизно від 8 до 10 літій-іонних АКБ від електромобіля Nissan Leaf).

Загальний вид комплексу для проведення лабораторних та практичних занять на базі сонячної зарядної станції представлено на рис. 2.

Більш докладно склад обладнання комплексу представлено в таблиці 1.



а



б

Рис. 2. Комплекс для проведення лабораторних та практичних занять: а – АКБ з гібридним / автономним інвертором; б – сонячні панелі

Таблиця 1 – Обладнання комплексу

№	Найменування товару	Кількість, шт
1.	Сонячна панель EnerGenie EG-SP-M300W-33V9A	4
2.	Гібридний / автономний інвертор Voltronic Axpert VM3000-24(MPPT)	1
3.	Акумуляторна батарея KSTAR Solar Series 12V 100Ah (6-FM-100T)	4
4.	Автоматичний вимикач Schneider Domae BA63 1P+n 16A C 11213	3

5.	Кабель силовий Brille ШВВП 3x1,5 (106658), м	30
6.	Коробка монтажна Schneider IMT35092	2
7.	Розподільний щит MasterTool OB-4 (94-0234)	3

У відповідності до проведених досліджень на кафедрі автомобільної електроніки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ), розроблено експериментальний варіант сонячної зарядної електростанції для електромобілів, як комплексу для проведення лабораторних та практичних занять. Згідно з навчальним планом за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», студенти ХНАДУ, що навчаються за програмою «Електромобілі та енергозберігаючі технології» можуть відпрацьовувати практичні навчальні завдання на розробленому комплексі, що охоплює дисципліни: «Енергозберігаючі та електромобільні технології на транспорті»; «Електричні системи екологічно чистих АТЗ»; «Інтелектуальні інформаційні технології і системи»; «Методи планування наукових досліджень в АТЗ». Крім того, на розробленому комплексі студенти мають змогу проходити наукове стажування та виконувати дослідження щодо дипломного проектування.

Одним з основних елементів комплексу який перетворює енергію сонячного випромінювання в електричну є сонячні панелі (сонячні батареї). У відповідності до технічних характеристик сонячних панелей можна визначити їх внутрішній опір:

$$R_{\text{вн}} = \frac{U_{\text{xx}}}{I_{\text{кз}}} \quad (1)$$

де $R_{\text{вн}}$ – внутрішній опір сонячної панелі, Ом;

U_{xx} – напруга при розімкнутому контурі сонячної панелі, В;

$I_{\text{кз}}$ – струм короткого замикання сонячної панелі, А.

Ще одним важливим параметром сонячної панелі, який необхідно визначити – це коефіцієнт заповнення FF . Цей параметр у поєднанні зі струмом короткого замикання ($I_{\text{кз}}$) і напругою при розімкнутому контурі сонячної панелі (U_{xx}) визначає максимальну потужність на виході сонячної панелі. FF визначається як відношення номінальної потужності сонячної

панелі до добутку U_{xx} та $I_{кз}$ і дорівнює максимальній площі прямокутника, який можна вписати в вольт-амперну криву сонячної панелі [13]:

$$FF = \frac{I_{\text{НОМ}} \cdot U_{\text{НОМ}}}{I_{\text{кз}} \cdot U_{\text{кз}}} \quad (2)$$

Ще одними з важливих параметрів сонячних панелей, які можна і розрахувати, і виміряти, є:

- вольт-амперна характеристика;
- характеристика навантаження (залежність потужності сонячної панелі від струму навантаження).

Виробники повинні визначати ці характеристики у відповідності до затверджених методів, які наведені в [14, 15].

Розрахунок вольт-амперної характеристики можна виконати за формулою:

$$I = I_f - I_0 \left(\exp \left[\frac{q}{AKT} (U + IR_l) \right] - 1 \right), \quad (3)$$

де I_f – фотострум, А;

I_0 – струм насичення, А;

q – заряд, Кл;

A – коефіцієнт, отриманий при порівнянні теоретичних та експериментальних характеристик (приймає значення від 1 до 5);

k – постійна Больцмана;

T – абсолютна температура, К;

I – струм сонячної панелі, А;

U – напруга, В;

R_l – активний опір сонячних панелей, Ом.

Схему для проведення експериментальних досліджень з сонячними панелями комплексу представлено на рис. 3, де А – це амперметр, V – вольтметр; W – ватметр.

У відповідності до представленої схеми сонячну панель можна навантажувати активним опором та проводити вимірювання з побудовою графіків.

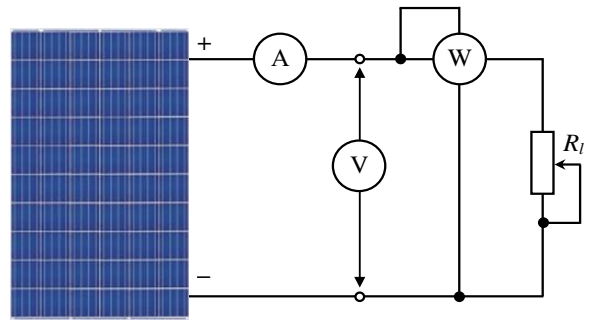


Рис. 3. Схема для проведення вимірювань на сонячних панелях

Зразок графіків, що отримані при проведенні експериментальних досліджень наведено на рис. 4.

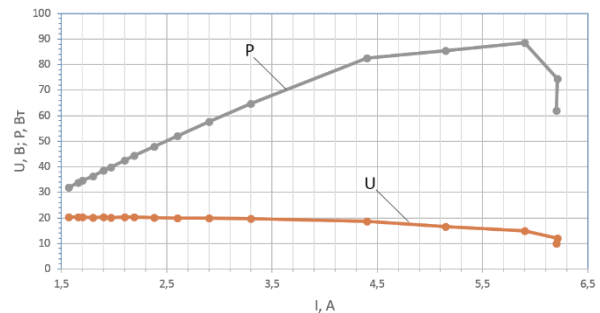


Рис. 4. Результати експериментальних досліджень сонячних панелей

Спираючись на отримані результати, використовуючи представлений комплекс, пропонується проводити наступні лабораторні та практичні роботи перелічені нижче [16].

Лабораторні роботи

1. Лабораторна робота № 1. Дослідження СЕС в режимі автономної роботи – 4 год.

Завдання:

1.1 Дослідити графіки струму, напруги та потужності при генерації електроенергії сонячними батареями в залежності від їх кута нахилу.

1.2 Дослідити, яку частку енергії буде спожито СЕС з мережі, при:

– повністю горизонтальному положенні сонячних панелей;

– при куті нахилу 15° ;

– при куті нахилу 30° ;

– при куті нахилу 45° .

1.3 Дослідити за яких умов при сталому навантаженні, СБ будуть генерувати рівно 50 % електроенергії.

2. Лабораторна робота № 2. Дослідження СЕС в режимі змішаного електропостачання – 4 год.

Завдання:

2.1 Дослідити роботу СЕС при розряді АКБ на 20 % і підключенні мережі живлення. Виміряти струм, напругу і потужність, що підводиться від СБ і АКБ:

- при роботі СЕС без підключених споживачів електроенергії;
- при роботі СЕС в режимі заряду електромобіля.

2.2 Дослідити роботу СЕС при розряді АКБ на 50 % і підключенні мережі живлення. Виміряти струм, напругу і потужність, що підводиться від СБ і АКБ:

- при роботі СЕС без підключених споживачів електроенергії;
- при роботі СЕС в режимі заряду електромобіля.

3. Лабораторна робота № 3. Дослідження СЕС в режимі резервного електропостачання – 4 год.

Завдання:

3.1 Визначити умови навантаження СЕС та виміряти графіки напруги, струму та потужності від часу, при яких:

- 20 % згенерованої електроенергії йде в мережу за зеленим тарифом;
- 50 % згенерованої електроенергії йде в мережу за зеленим тарифом;
- 70 % згенерованої електроенергії йде в мережу за зеленим тарифом;
- 100 % згенерованої електроенергії йде в мережу за зеленим тарифом.

Практичні заняття

1. Налаштування гібридного інвертора сонячної електростанції на різні режими роботи.

2. Вимірювання вольт-амперної характеристики СБ з поступовим збільшенням та зменшенням опору навантаження.

3. Визначення оптимального навантаження СБ при різних схемах їх підключення.

4. Вимірювання функції потужності СБ в залежності від її навантаження:

- при куті нахилу СБ 15⁰;
- при куті нахилу СБ 30⁰;
- при куті нахилу СБ 45⁰;
- при куті нахилу СБ 60⁰;

– при куті нахилу СБ 75⁰.

5. Вимірювання функції струму, напруги та потужності від часу під час розряду АКБ сонячної електростанції при роботі на номінальне навантаження.

6. Визначення ефективності роботи СБ в залежності від її нагріву.

7. Визначення ефективності роботи СБ при її частковому та повному затемненні.

8. Побудова графіку навантаження сонячної електростанції при підключенні змінного у часі навантаження.

9. Розрахунок сонячної зарядної електростанції для заряду електромобіля.

10. Розрахунок сонячної електростанції для роботи на зелений тариф для одного домогосподарства.

11. Розрахунок сонячної автономної електростанції для забезпечення електроенергією одного домогосподарства.

Гібридний / автономний інвертор типу Voltronic Axpert VM3000-24 (MPPT) дозволяє вимірювати електричні сигнали, як з блоку СБ, так і з АКБ і зовнішньої мережі. Також дана модель формує графіки навантаження СЕС та графік генерованої електроенергії. Вивід даних з інвертора на комп'ютер дозволяє швидко і ефективно проводити їх аналіз, відповідно, ефективно програмувати режим роботи СЕС у складі комплексу для проведення лабораторних та практичних занять.

Висновки

В ході роботи проведено огляд існуючих способів перетворення сонячної енергії в електричну та досліджено основні види і типи сонячних електростанцій.

Спираючись на проведені дослідження запропоновано концептуальне рішення будови сонячної електростанції на основі її гібридної конструкції, як учбового комплексу для проведення лабораторних та практичних занять.

Наведено технічні характеристики розробленого комплексу, зазначені основні його складові та представлено перелік обладнання.

Зважаючи на те, що сонячні панелі є основним елементом комплексу, що перетворює енергію сонячного випромінювання в електричну, приведено основні залежності для розрахунку їх

параметрів. Запропоновано схему для проведення експериментальних досліджень з сонячними панелями комплексу.

Запропоновано перелік лабораторних та практичних занять, що можна проводити на розробленому комплексі для здійснення навчального процесу.

Література

1. Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Череватий В. О., Ульянець О. А. Сонячна енергія – основні види та типи сонячних електростанцій. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання*. Харків, 2017. Вип. 12. С. 12-21.
2. Hnatov A., Arhun Shch., Ulyanets O. ESTET – New innovative specialty for master students. *Автомобільний транспорт*. Харків, 2018. Вип. 42. С. 103-110.
3. Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Дзюбенко О. А. Визначення оптимальних параметрів навантаження для ефективної роботи кремнієвих сонячних батарей. *Вісник ХНАДУ*. Харків, 2018. Вип. 80. С. 53–58.
4. Зелений тариф 2020. 2020. URL: <http://www.ecosvit.net/ua/zeleniy-tarif>. (дата звернення 08.06.2018).
5. Green M. A. Third generation photovoltaics: advanced solar electricity generation. *Springer-Verlag*. Berlin, 2003. 160 p.
6. Marti A., Luque A. (Eds) Next Generation Photovoltaics. *Bristol: Institute of Physics Publ.* Bristol. 2004. 344 p.
7. Bauer T. Thermophotovoltaics: Basic Principles and Critical Aspects of System Design. *Springer-Verlag*. Berlin, 2011. 202 p.
8. Patlins A., Arhun S., Hnatov A., Dziubenko O., Ponikarovska, S. Determination of the Best Load Parameters for Productive Operation of PV Panels of Series FS-100M and FS-110P for Sustainable Energy Efficient Road Pavement. *IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON): E-Proceedings*, (Latvia, Riga, 12-14 November, 2018). Riga, 2018, p.71-76.
9. Patlins A., Hnatov A., Arhun S., Hnatova H., Migal V. Study of Load Characteristics of Various Types of Silicon PV Panels for Sustainable Energy Efficient Road Pavement. *Electrical, Control and Communication Engineering*. 2019, vol. 15, no. 1, p.30-38.
10. Абрамова О. Види та типи: схеми сонячних електростанцій. 2017. URL: <http://ukrenerho.com/vidi-ta-tipi-shemi-sonyachnih-elektrostantsij/>. (дата звернення 08.06.2018).
11. Гнатів А. В., Аргун Ш. В. Аналіз схем сонячних електростанцій на фотоелектричних модулях для

зарядних станцій електромобілів. *Автомобільний транспорт*. Харків, 2017. Вип. 41. С. 163-169.

12. Тарасова В. В., Разживин В. П., Тельный А. С., Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Дзюбенко А. А. Анализ перспектив развития нетрадиционных источников энергии и оценка возможностей их использования. *Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание*. Харків, 2017. № 12. С. 50-56.
13. Миличко В. А., Мухин И. С., Ковров А. Э., Красилин А. А., Виноградов А. В., Белов П. А., Симовский К. Р. Солнечная фотовольтаика: современное состояние и тенденции развития. *Успехи физических наук*. Санкт-Петербург, 2016. Т. 186. №. 8. С. 801-852.
14. Nakhodov V., Baskys A., Skeie N.-O., Pfeiffer C. F., Dmytro I., Selection methodology of energy consumption model based on Data Envelopment Analysis. *Electrical, Control and Communication Engineering*. 2016. vol. 11, no. 1, p. 5–12.
15. Racz E., Horompoli B., Varga A., Neuchel E. R. Experimental investigation based on analyzation of electric current-voltage characteristics on Pasa-flasher flashlight irradiated photovoltaic cells aged by various processes. *Elektroenergetika*. 2017. p. 718.
16. Гнатів А. В., Аргун Ш. В., Гнатова Г. А. Проект сонячної зарядної електростанції для електромобілів як комплексу для проведення лабораторних та практичних занять. *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій* : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 60 річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя. (Тернопіль, 14–15 травня 2020 року). Тернопіль, 2020. С. 288

Reference

1. Hnatov A. V., Arhun Shch. V., Cherevaty V. O., Ulyanets O. A. (2017) Soniachna enerhiia – osnovni vydy ta typu soniachnykh elektrostantsii. [Solar energy - the main types and types of solar power plants]. *Avtomobil i elektronika. Sovremennyye tehnologii: elektronnoe nauchnoe spetsializirovannoe izdanie*. Kharkiv, 12, 12-21. [in Ukrainian].
2. Hnatov A., Arhun Shch., Ulyanets O. (2018) ESTET – New innovative specialty for master students. *Avtomobilnyi transport*. Kharkiv, 42, 103-110. [in Ukrainian].
3. Hnatov A. V., Arhun Shch., Dziubenko O.A. (2018) Vyznachennia optymalnykh parametru navantazhennia dlia efektyvnoi roboty kremniievnykh soniachnykh batarei. [Determination of optimal load

- parameters for efficient operation of silicon solar panels]. Visnyk KhNADU. Kharkiv, 80. 53–58. [in Ukrainian].
4. Zelenyi taryf 2020. [Green tariff 2020]. Retrived from: <http://www.ecosvit.net/ua/zeleniy-tarif>. (accessed: 08.06.2020)
 5. Green M. A. (2003) Third generation photovoltaics: advanced solar electricity generation. *Springer-Verlag*. Berlin.
 6. Marti A., Luque A. (2004) (Eds) Next Generation Photovoltaics. Bristol: Institute of Physics Publ. Bristol.
 7. Bauer T. (2011) Thermophotovoltaics: Basic Principles and Critical Aspects of System Design. Springer-Verlag. Berlin.
 8. Patłins, A., Arhun, S., Hnatov, A., Dziubenko, O., Ponikarovska S. (2018) Determination of the Best Load Parameters for Productive Operation of PV Panels of Series FS-100M and FS-110P for Sustainable Energy Efficient Road Pavement. IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON): E-Proceedings, (Latvia, Riga, 12-14 November, 2018). 71-76.
 9. Patlins A., Hnatov A., Arhun S., Hnatova H., Migal V. (2019) Study of Load Characteristics of Various Types of Silicon PV Panels for Sustainable Energy Efficient Road Pavement. *Electrical, Control and Communication Engineering*. 15. 1. 30-38.
 10. Abramova O. Vydy ta typy: skhemy soniachnykh elektrostantsii. [Types: schemes of solar power plants]. Retrived from: <http://ukrenerho.com/vidi-ta-tipi-shemi-sonyachnih-elektrostantsij/>. (accessed: 08.06.2020)
 11. Hnatov A., Arhun Shch. (2017) Analiz skhem soniachnykh elektrostantsii na fo-toelektrychnykh moduliakh dlia zariadnykh stantsii elektromobiliv. [Analysis of schemes of solar power plants on photoelectric modules for charging stations of electric cars]. *Avtomobilnyi transport*. Kharkiv, 41. 163-169. [in Ukrainian].
 12. Tarasova V. V., Razzhyvyn V. P., Telyni A.S., Hnatov A., Arhun Shch., Dziubenko O. A. (2017) Analiz perspektiv razvitiya netraditsionnykh istochnikov energii i otsenka vozmozhnostey ih ispolzovaniya. [Analysis of the prospects for the development of alternative energy sources and assessment of the possibilities of their use]. *Avtomobil i elektronika. Sovremennyye tehnologii: elektronnoe nauchnoe spetsializirovannoe izdanie*. Kharkiv, 12. 50-56. [in Russian].
 13. Mylychko V. A., Mukhyn Y. S., Kovrov A. E., Krasylun A. A., Vynohradov A. V., Belov P. A., Simovsky K.R. (2016) Solnechnaya fotovoltaika: sovremennoe sostoyanie i tendentsii razvitiya. [Solar photovoltaics: current status and development trends]. *Uspеhi fizicheskikh nauk*. St. Petersburg, 186. 8. 801-852. [in Russian].
 14. Nakhodov V., Baskys A., Skeie N.-O., Pfeiffer C. F., Dmytro I. (2016) Selection methodology of energy consumption model based on Data Envelopment Analysis. *Electrical, Control and Communication Engineering*. 11. 1. 5–12.
 15. Racz E., Horompoli B., Varga A., Neuchel E. R. (2017) Experimental investigation based on analyzation of electric current-voltage characteristics on Pasa-flasher flashlight irradiated photovoltaic cells aged by various processes. *Elektroenergetika*.
 16. Hnatov A., Arhun Shch., Hnatova H. A. (2020) Proekt soniachnoi zariadnoi elektrostantsii dlia elektromobiliv yak kompleksu dlia provedennia laboratornykh ta praktychnykh zaniat. [Project of a solar charging power plant for electric cars as a complex for laboratory and practical classes.]. Fundamentalni ta prykladni problemy suchasnykh tekhnolohii: materialy Mizhnarodnoi naukovotekhnichnoi konferentsii do 60 richchia z dnia zasnovannia Ternopilskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu imeni Ivana Puliuia ta 175 richchia z dnia narodzhennia Ivana Puliuia. (Ternopil, 14–15 May 2020). 288. [in Ukrainian].
- Гнатів Андрій Вікторович**¹, д.т.н., проф. каф. автомобільної електроніки, тел. +38 06674380887, kalifus76@gmail.com,
Аргун Щасяна Валіковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобільної електроніки, тел. +38 0993780451, shasyana@gmail.com,
Гнатова Ганна Андріївна¹, студент автомобільного факультету ХНАДУ, тел. +38 0990679809, annagnatova22@gmail.com,
Тарасов Кирило Сергійович¹, аспірант кафедри автомобільної електроніки, тел. +38 0933435082, niakros@gmail.com,
¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.
- Солнечная зарядная электростанция - комплекс для проведения лабораторных и практических занятий**
Аннотация. Приведены технические характеристики разработанного комплекса, указаны основные его составляющие и представлен перечень его оборудования. Приведены основные зависимости для расчета параметров солнечных панелей в составе разработанного комплекса. Предложена схема для проведения экспериментальных исследований с солнечными панелями комплекса. Предложен перечень лабораторных и практических занятий, которые можно проводить на разработанном комплексе.

Ключевые слова: солнечная зарядная электростанция, зеленая энергетика, зеленый тариф, солнечная энергетика, солнечная электростанция, электромобиль, энергоэффективные технологии, солнечные панели.

Гнатов Андрей Викторович¹, д.т.н., проф. каф. автомобильной электроники, тел. 066-743-08-87, e-mail: kalifus76@gmail.com,

Аргун Щасяна Валиковна¹, к.т.н., доц. каф. автомобильной электроники, тел. 099-378-04-51, e-mail: shasyana@gmail.com,

Гнатова Анна Андреевна¹, студент автомобильного факультета ХНАДУ, тел. 099-067-98-09, e-mail: annagnatova22@gmail.com,

Тарасов Кирилл Сергеевич¹, аспирант кафедры автомобильной электроники, тел. 093-343-50-82, e-mail: niakros@gmail.com,

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, м. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Solar charging power plant – a complex for laboratory and practical training

Abstract. Problem. The development and implementation of green technologies is not only relevant, but also a very cost-effective scientific and engineering task. Therefore, training specialists in the latest green energy-saving and energy-efficient technologies is also an urgent task for the modern educational process. **Goal.** The aim is development of a conceptual solution for the complex for laboratory and practical classes based on a solar charging station. **Methodology.** The analytical methods of research on the development and application of methods and devices for transforming the energy of the sun into electricity were used. Methods of experimental research and mathematical methods of processing and modulation of the received results are used. **Results.** A review of

decisions on the main methods of converting solar energy into electricity was made and the main kinds and types of solar power plants were studied. It is proposed to develop a complex for laboratory and practical classes with students based on a hybrid design of a solar power plant. The technical characteristics of the developed complex are given, its main components are indicated and the list of its equipment is presented. Because solar panels are the main element of the complex that converts the energy of solar radiation into electricity, the main dependences for calculating their parameters are given. The scheme for carrying out experimental research with solar panels of a complex is offered. **Originality.** A list of laboratory and practical classes that can be conducted on the developed complex for laboratory and practical classes is proposed. **Practical value.** Implementation of the proposed complex for laboratory and practical classes on the basis of a solar charging station will allow educational institutions not only to conduct a quality educational process on modern equipment, but also to generate a certain amount of green energy that can be used for their own needs.

Key words: solar charging power station, green energy, green tariff, solar energy, solar power station, electric car, energy-efficient technologies, solar panels.

Hnatov Andrii¹, Professor, Dr. Sc., Prof. Vehicle Electronics Department, tel. 066-743-08-87, e-mail: kalifus76@gmail.com,

Arhun Shchasiana¹, Ph.D., Assoc. Prof. Vehicle Electronics Department, tel. 099-378-04-51, e-mail: shasyana@gmail.com,

Hnatova Hanna¹, student of the Automobile Faculty, tel. 099-067-98-09, e-mail: annagnatova22@gmail.com,

Tarasov Kyrylo¹, PhD student of the department of automotive electronics, tel. 093-343-50-82, e-mail: niakros@gmail.com,

¹Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.