

Івахнов Андрій, асистент кафедри «Електричні станції», (066)029-34-22, andrii.ivakhnov@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0001-8280-0033

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Кулапін Олександр, асистент кафедри «Електричні станції», (068)532-75-60, oleksandr.kulapin@ieee.khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9283-6910

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Махотіло Костянтин, с.н.с., проф. кафедри «Електричні станції», (050)029-75-09, e-mail: kostiantyn.makhotilo@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7081-071X

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Лазуренко Олександр, професор НТУ «ХПІ», зав. кафедри «Електричні станції», (050)938-03-48, oleksandr.lazurenko@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4409-629X

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Булгаков Олексій, асистент кафедри «Електричні станції», (050)280-24-02, olexii.bulhakov@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3244-420X

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

Шокар'єв Дмитро, доцент кафедри «Електричні станції», (096)596-98-55, dmytro.shokarov@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7038-3172

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002*

STEM КОНСТРУКТОР «ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА» ДЛЯ ОЧНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

***Анотація.** У статті представлено огляд STEM конструктору «Фотоелектрична система», розробленого викладачами кафедри «Електричні станції». З огляду на важливість надання якісних освітніх послуг в період вимушеного дистанційного навчання постає необхідність в розробці мобільних навчальних лабораторних стендів, які можна надсилати студентам за місцем їх перебування поштою. Представлений STEM конструктор є універсальним рішенням для дослідження усіх аспектів фотовольтаїчної генерації, як за очного навчання, так і дистанційно. За умов очної освіти, такий тип лабораторного стенду дає можливість проводити лабораторні чи практичні заняття на обладнані та в умовах, максимально наближеному до реальних, з усіма фактичними чинниками впливу на генерацію.*

***Ключові слова.** STEM освіта, дистанційна освіта, фотоелектрична панель, лабораторний стенд, відновлювані джерела енергії*

Ivakhnov Andrii, dept. assistant “Electric Power Stations”, (066)029-34-22, andrii.ivakhnov@khpri.edu.ua, ORCID: 0000-0001-8280-0033

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».
2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.*

Kulapin Oleksandr dept. assistant “Electric Power Stations”, (068)532-75-60, oleksandr.kulapin@ieee.khpi.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9283-6910

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.

Makhotilo Kostiantyn senior research officer, prof. of dept. “Electric Power Stations”, (050)029-75-09, kostiantyn.makhotilo@khpi.edu.ua ORCID: 0000-0001-7081-071X

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.

Lazurenko Oleksandr NTU "KhPI" professor, head of dept. “Electric Power Stations”, (050)938-03-48, oleksandr.lazurenko@khpi.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4409-629X

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.

Bulhakov Olexii dept. assistant “Electric Power Stations”, (050)280-24-02, olexii.bulhakov@khpi.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3244-420X

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.

Shokarov Dmytro associated-prof. of dept. “Electric Power Stations”, (096)596-98-55, e-mail: dmytro.shokarov@khpi.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7038-3172

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

2, St. Kirpychova, Kharkiv, Ukraine, 61002.

STEM CONSTRUCTOR «PHOTOELECTRIC SYSTEM» FOR FULL-TIME SYNCHRONOUS AND DISTANCE EDUCATION

Abstract. *The article presents an overview of the STEM constructor "Photovoltaic System", developed by the teachers of the Department of Electrical Power Plants. Given the importance of providing high-quality educational services during the period of distance learning, there is a need to develop mobile educational laboratory stands that can be sent to students at their place of residence by post-services. The presented STEM constructor is a universal solution for researching all aspects of photovoltaic generation, both in full-time and distance learning. Under the conditions of full-time education, this type of laboratory stand makes it possible to conduct laboratory or practical classes on equipment and in conditions as close and real as possible, with all the actual factors influencing the generation.*

Keywords. *STEM education, distance education, photovoltaic panel, laboratory stand, renewable energy sources*

Вступ. Сучасна освіта переживає епоху радикальних змін, які зумовлені різноманітними викликами, як то пандемія COVID-19 або військова агресія проти України. Ці обставини змусили навчальні заклади адаптувати свої методи викладання, зокрема, впроваджуючи дистанційне навчання, як спосіб гарантії безпеки студентів та викладачів. Для вирішення задачі збереження якості освіти в таких складних умовах, співробітниками кафедри «Електричні станції» було запропоновано розробити та впровадити інноваційні лабораторні STEM

конструктори, які можна надсилати студентам поштовими операторами для виконання лабораторних практикумів вдома.

Одним із таких рішень є лабораторний STEM конструктор «Фотоелектрична система». Цей комплект надає студентам можливість на практиці досліджувати основи фотоелектрики, що є важливою складовою сучасної відновлюваної енергетики. Розробка такого конструктора сприяє не лише глибшому розумінню студентами фізичних принципів, але й розвитку їхніх навичок у роботі з технологіями, які дедалі більше затребувані на ринку праці.

Під час роботи з фізичним обладнанням, а не його комп'ютерними моделями, студенти отримують можливість виконувати експерименти та аналізувати результати в реальних умовах. Завдяки своїй компактності та можливості транспортування, комплект може бути використаний як у приміщенні, та і на вулиці, в умовах впливу оточуючого середовища. Проведення занять у просторі, який дає змогу студентам безпосередньо взаємодіяти з обладнанням не лише підвищує їх мотивацію до навчання, а й забезпечує практичний досвід і розуміння фізичної суті процесів та наслідків прийнятих рішень.

Далі розглянемо основні характеристики STEM конструктора, його роль у контексті сучасних освітніх викликів, а також можливості, які він відкриває для студентів у різних форматах навчання.

Огляд літератури. STEM освіта почала набирати широкої популярності в Україні, починаючи з наказу Міністерства освіти і науки України № 188 від 29.02.2016 «Про утворення робочої групи для впровадження STEM-освіти в Україні» [1]. За пріоритетами МОН «Розвиток STEM-освіти є пріоритетним і здійснюється через усі форми здобуття освіти в Україні. Впровадження відбувається на базі онлайн-платформ, STEM-центрів, лабораторій, а також шляхом проведення фестивалів, квестів, конкурсів, змагань, хакатонів, екскурсій і практикумів» [2]. Можна зробити висновок, що основним інструментарієм STEM-освіти можуть віртуальні онлайн платформи або стаціонарні зразки.

В наукових роботах на цю тематику обґрунтовуються теоретико-методичні засади навчання фізики на основі технологій STEM-освіти в технічних закладах вищої освіти. Розроблюються методики навчання на основі STEM-технологій, які відповідають новітнім вимогам освіти, створюються моделі освітньо-наукового

STEM-середовища, визначається їх місце, основні елементи, структура та основні властивості [3,4]. Але здебільшого, ці роботи розглядають засоби стаціонарного виконання для роботи в кабінеті або лабораторії, а всі методики були розроблені та опробуванні в період, коли застосовувалась виключно очна форма навчання – до пандемії COVID-19 та військової агресії проти України.

Огляд літератури показує, що основні поточні дослідження концентруються на важливості дистанційної освіти в цілому [5–8], і на рекомендаціях щодо використання онлайн платформ або реалізації стаціонарних лабораторних стендів [9–15]. В зв'язку з чим можна зробити висновок, що зараз в Україні не розповсюджена практика використання в навчальному процесі портативних STEM-конструкторів, тим більш таких, які можна надсилати студентам поштою.

Опис конструктора «Фотоелектрична система»

На кафедрі «Електричні станції» навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» розроблено STEM-конструктор «Фотоелектрична система». Він розміщується у пластиковому контейнері об'ємом 6 л, що дозволяє відправляти його поштовим перевізником по Україні в стандартному пакуванні розміром 40×24×21 см (рис.1).



Рисунок 1 – Пакування STEM-конструктора для зберігання і надсилання

Склад конструктору (рисунок 2–14):

1. Фотоелектрична сонячна панель, модель CL-SM5P (рис. 2): Тип панелі – полікристалічна; Потужність 5 Вт; Напруга при піковій потужності 18,2 В; Струм при максимальній потужності 0,28 А; Напруга розімкненого кола 22,6 В; Струм короткого замикання 0,31 А; Максимальна напруга системи 600 В; Діапазон робочої температури від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

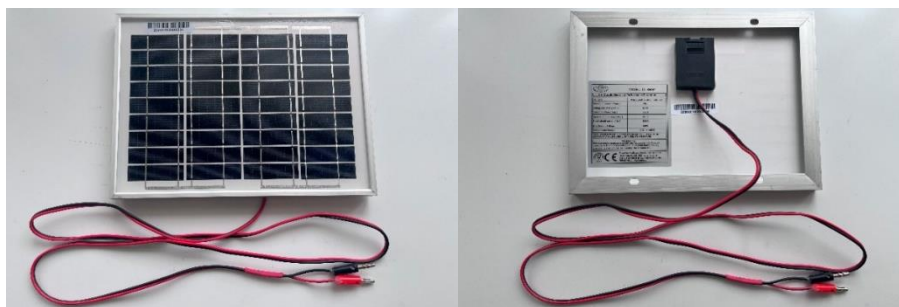


Рисунок 2 – Фотоелектрична сонячна панель CL-SM5P

2. Макетна з'єднувальна дошка (рис. 3): складається з 16 точок з'єднання; з розпаяним модулем цифрового вольтметра та амперметра та тримачем акумулятора форм-фактору 18650.

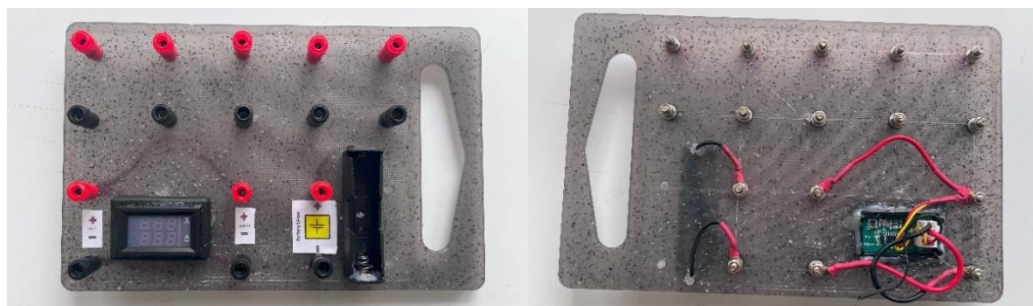


Рисунок 3 – Макетна з'єднувальна дошка

3. Два цифрові мультиметри для проведення вимірювань, модель DT-832, з діапазоном вимірювань до 700В та 10А (рис. 4).



Рисунок 4 – Цифровий мультиметр DT-832

4. Осцилограф – самостійна розробка доцента кафедри «Електричні станції», Богатирьова І.М. Особливістю даного приладу є компактні розміри і відсутність дисплею. Вивід та записування інформації відбувається через USB з'єднання з будь-яким пристроєм на ОС «Android», у застосунку Scorpy. База осцилографа – плата Raspberry Pi Pico. Частота дискретизації до 500 kS/s. Аналогова полоса пропускання 110 кГц. Довжина запису 2048 виборок на канал в режимі «Run». Вхідний опір 1 МОм / 22пФ. Можливий ручний та автоматичний вибір діапазонів вхідних сигналів (рис. 5).



Рисунок 5 – Цифровий осцилограф

5. Розгалужуючий модуль USB із подовжувальним кабелем та з'єднувачем вилочного типу (рис. 6).



Рисунок 6 – USB-розгалуджувач

6. Електронне навантаження: світлодіодна USB лампа 5 В, потужністю 1.2 Вт; вентилятор з DC двигуном – 5 В, потужністю 1 Вт; Модуль активного опору 5 В, 1-2 А (рис. 7).



Рисунок 7 – Навантаження: LED USB лампа, DC вентилятор; USB модуль навантаження

7. Акумулятор з зовнішнім резервним модулем зарядки: тип Li-Ion, ємність 2500 мА, Напряга 3,7 В, Зарядний пристрій УН-006, 5 В, 0,5 А (рис. 8).



Рисунок 8 – Li-Ion акумулятор та зовнішній зарядний модуль

Та модуль ШІМ-регулятора 3-30 В (рис. 9).



Рисунок 9 – Модуль ШІМ-регулятора

8. Модуль напруги – понижуючий DC-DC конвертер LM2596 (рис. 10).
Діапазон перетворення з 4,5 –40В на 3 –35 В, максимальний струм 2 А;
споживання без навантаження – 6 мА.

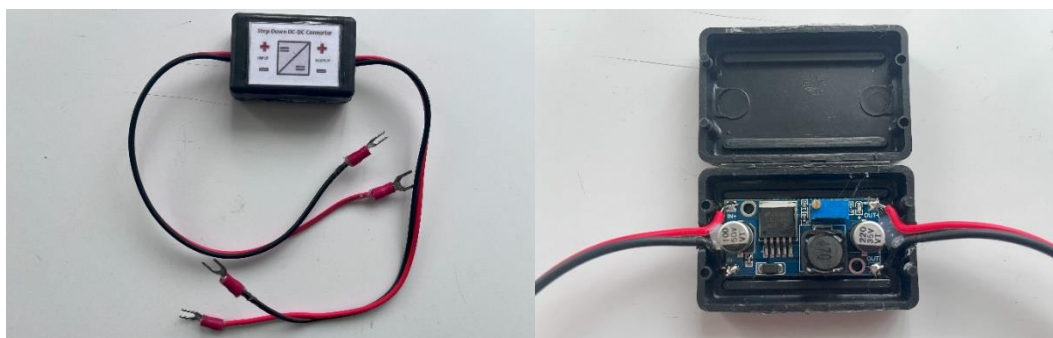


Рисунок 10 – Понижуючий DC-DC конвертер LM2596

9. Модуль напруги – підвищуючий DC-DC конвертор HW-106 (рис. 11).
Діапазон перетворення від 0,9 –5 В до 5 В, максимальний струм 0,6 А.

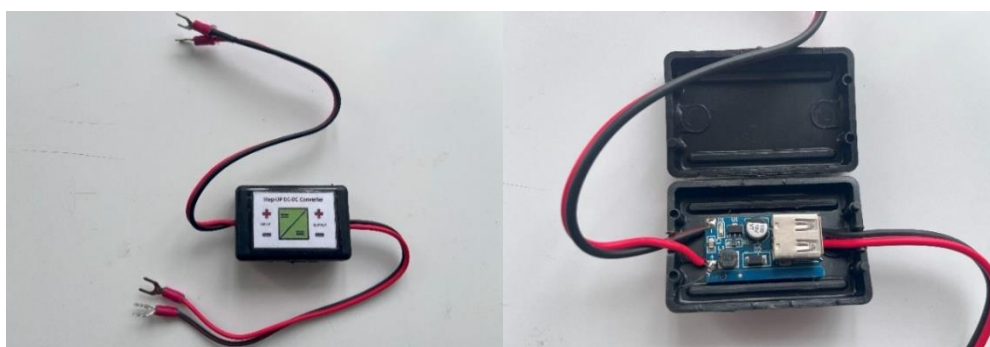


Рисунок 11 – Модуль напруги підвищуючий DC-DC HW-106

10. Зарядний модуль для акумулятора HW-107 (рис. 12).

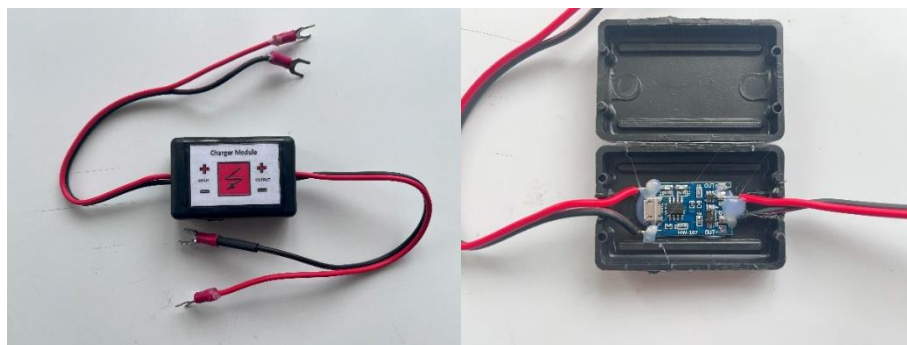


Рисунок 12 – Зарядний модуль акумулятора 18650

11. Модуль безперебійного живлення (UPS) HW-430 (рис. 13): 5 В, 1 А, сумісність з Li-Ion акумуляторами 18650 ємністю до 10000 мАг, захист від зворотної полярності, автоматичне перемикання на акумулятор при втраті живлення, можливість роботи «Акумулятор + живлення».

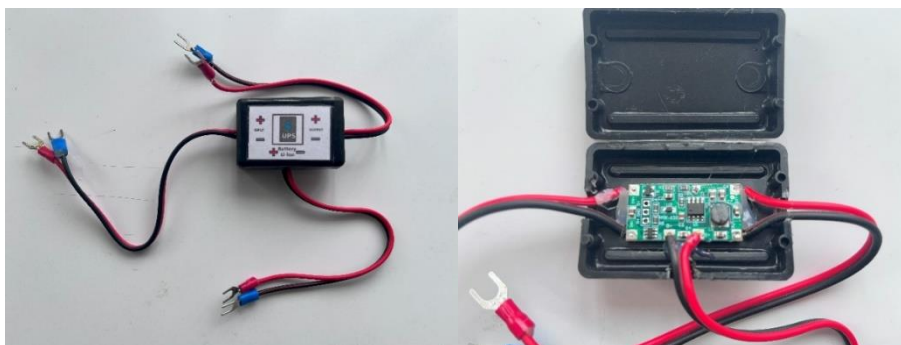


Рисунок 13 – Модуль безперебійного живлення HW-430

12. З'єднувальні дроти (рис. 14).



Рисунок 14 – З'єднувальні дроти

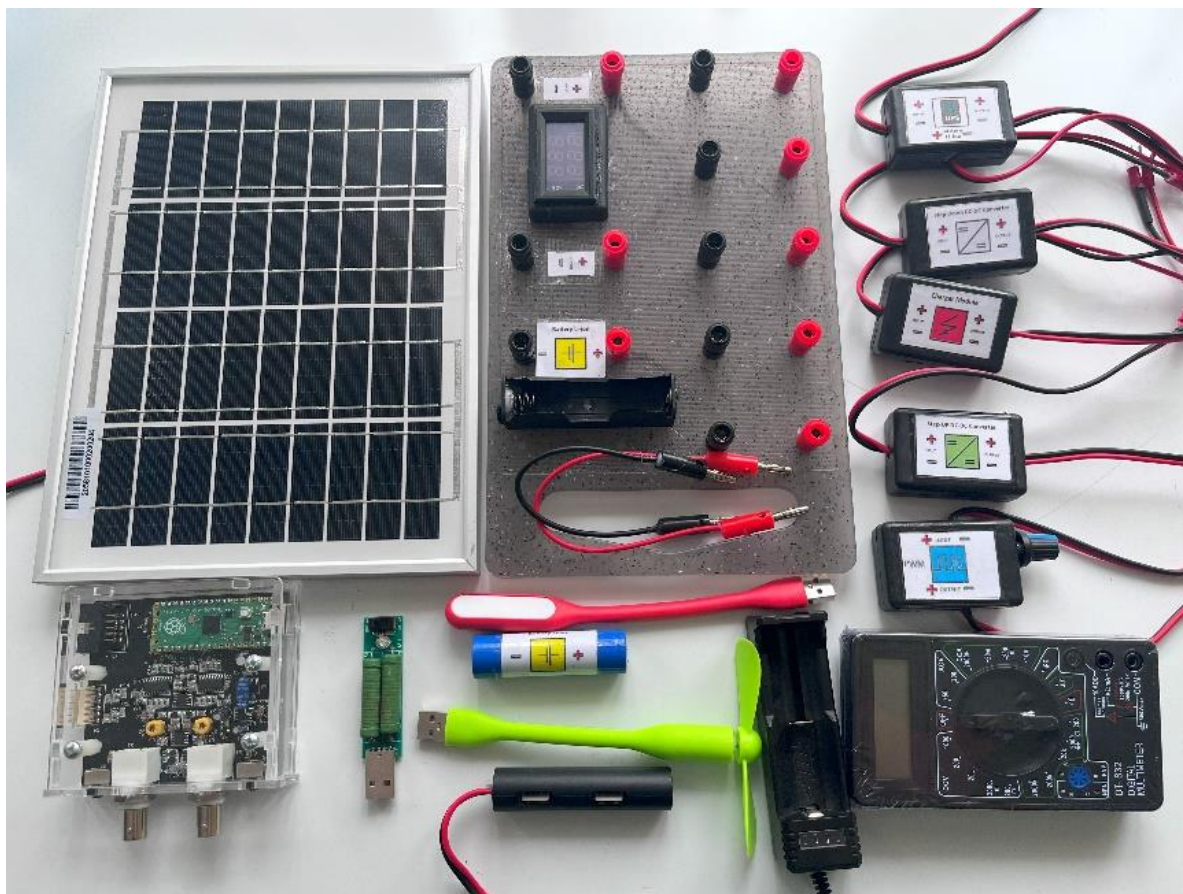


Рисунок 15 – Загальний вигляд основних елементів конструктору

Методи досліджень та експерименти.

Варіанти досліджень, проведення яких можливе за допомогою STEM конструктора:

- дослідження ефективності фотоелектричної панелі в різних умовах освітлення при різних кутах нахилу та в умовах часткового затінення;
- дослідження впливу кута нахилу фотоелектричної панелі на її ефективність;
- дослідження заряду та розряду акумулятора, стабільності системи безперерйного живлення;
- дослідження впливу температури на ефективність фотоелектричної панелі;
- вимірювання шумових характеристик фотоелектричної системи за допомогою осцилографа;

- дослідження стабільності напруги при використанні UPS з різними навантаженнями;
- аналіз енергетичних втрат в системі під час перетворення енергії;
- моделювання автономної енергетичної системи на базі фотоелектричної панелі;
- дослідження ефективності регулювання потужності за допомогою ШІМ-регулятора;
- вивчення режимів короткого замикання та холостого ходу фотоелектричної панелі.

На рис. 16 наведено приклад електричної схеми, яку можна зібрати за допомогою STEM конструктора для натурального дослідження характеристик фотоелектричної панелі при різних умовах освітлення та навантаження. Його результатом є реальна вольт-амперна характеристика фотоелектричної панелі.

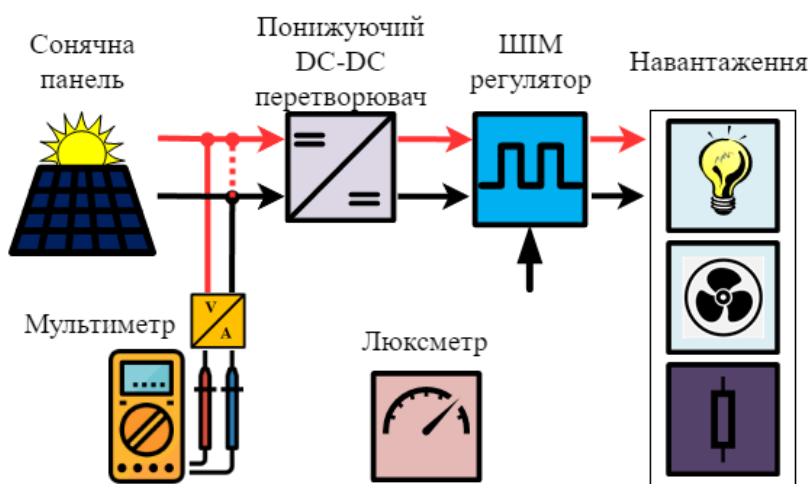


Рисунок 16 – Схема натурального експерименту

Фотоелектрична панель з'єднана з ШІМ регулятором через понижуючий DC-DC конвертер. У ролі навантаження на виході ШІМ виступають: спочатку USB лампа, потім USB вентилятор, і на останок, USB модуль навантаження. Дані проведених експериментів зведено до табл. 1, а побудоване за ними сімейство вольт-амперних характеристик показано на рис. 19.

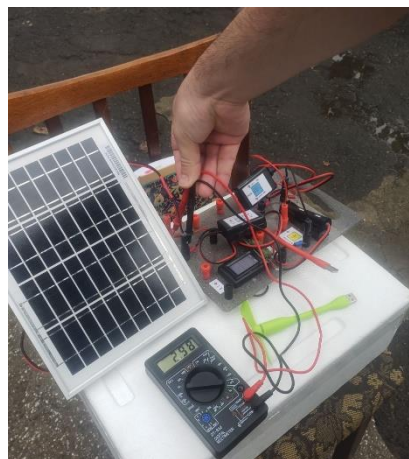
Як видно на фото (рис. 17 а), спочатку дослідження проведено у приміщенні, в сонячний день, крізь скло. Датчик освітленості смартфону використано як люксметр, і в даних умовах зафіксовано значення у 22400 lux.

На рисунку 17 б) показано проведення наступного етапу дослідження на вулиці, в умовах хмарної дощової погоди. Датчик освітленості зафіксував значення 5200 lux. Як видно з показань мультиметру, напруга панелі в режимі холостого ходу панель складає 2,98 В. Виходячи з цього можна зробити висновок, що малопотужна фотоелектрична панель в таких умовах не ефективна, і побудова ВАХ панелі неможлива.

На рисунку 17 в), з), показано дослідження в сонячний день на відкритому просторі, відповідно з оптимальним, та неоптимальним кутом нахилу панелі. Зафіксоване значення освітленості – 134240 lux.



а)



б)



в)



з)

Рисунок 17 – Зібрана модель дослідження ВАХ сонячної панелі: а) в приміщенні; б) на вулиці при похмурій дощовій погоді; на вулиці в ясний день

Таблиця 1 – Дослідження вольт-амперної характеристики

Місце	№ Вимірювання	Струм, мА	Напруга, В
В приміщенні, сонячна погода	Режим Холостого Ходу	0	22,6
	T1	21,4	21,2
	T2	163	19,8
	T3	164	5,4
	T4	164	5
	T5	164,6	4,8
	Режим короткого замикання	164,6	0
Зовні, при не оптимальному куті	Режим Холостого Ходу	0	23,4
	T1	19,6	23
	T2	53,9	22,4
	T3	240,5	21,2
	T4	242	5,06
	T5	243	4,9
	Режим короткого замикання	243	0
Зовні, при оптимальному куті	Режим Холостого Ходу	0	23,6
	T1	20,6	23,2
	T2	80,9	22,6
	T3	305	22
	T4	308	5,06
	T5	309	4,9
	Режим короткого замикання	310	0

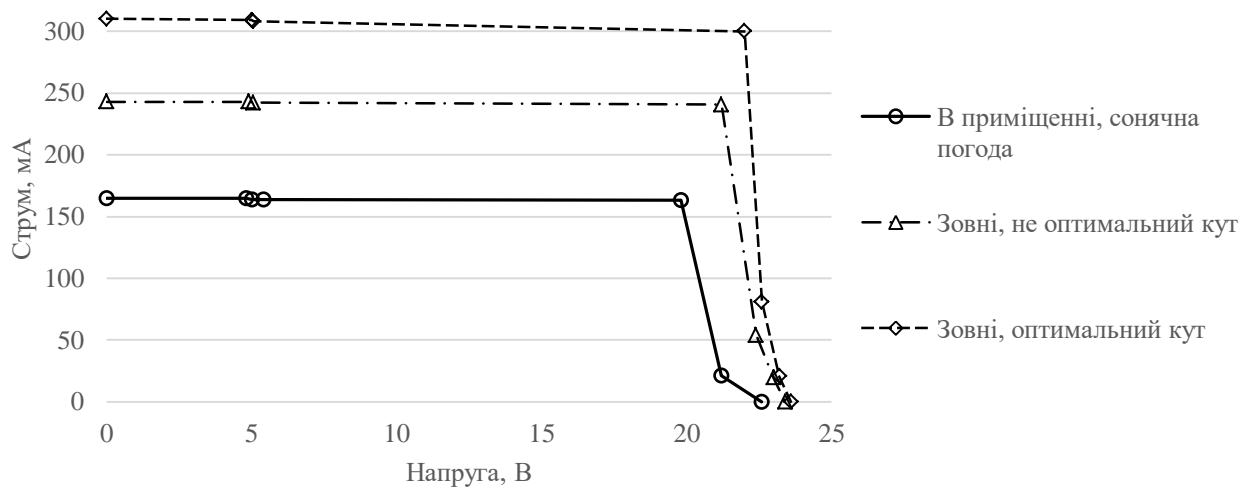


Рисунок 18 – Графіки вольт-амперної характеристики досліджуваної сонячної панелі

З графіку видно, що навіть при яскравому сонці наявний виражений вплив скла вікна, ефективність роботи панелі падає. Також чітко можна побачити, як неоптимальність кута нахилу знижує ефективність роботи фотоелектричної панелі.

Приклади виконання лабораторних робіт студентом кафедри представлено на YouTube каналі PolyEnergy, з доступом за посиланням:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLUhTj1bGu1mB4upYkzUIQ07G9MvGo>

IKNC Виконавець лабораторної роботи – студент 1-го курсу магістратури, групи Е-Н1023а, Сенішин Д. Г.

Обговорення результатів

Вже перший досвід використання в навчальному процесі показав, що STEM конструктор «Фотоелектрична система» має значні переваги для дистанційного проведення лабораторних робіт. Він забезпечує студентам практичний досвід, гнучкість у навчанні та можливість самостійних досліджень навіть поза університетською лабораторією. Використання реального обладнання підвищує їх залученість і вмотивованість, дозволяє вивчати матеріал у зручний час та в умовах, які найкраще підходять для дослідів.

Разом с тим, STEM конструктор все ще має широкі можливості для вдосконалення. Деякі експерименти можуть потребувати додаткового обладнання або технічної підтримки. Зовнішні умови, такі як освітлення, впливають на результати, а відсутність контролю зі сторони викладача може ускладнити об'єктивну перевірку якості виконання завдань.

Практичне значення та перспективи

Лабораторний STEM конструктор «Фотоелектрична система» є важливим інструментом для очного та дистанційного навчання та досліджень у сфері відновлюваних джерел енергії. Він дозволяє студентам отримувати реальний досвід роботи з фотоелектричними системами, моделюючи умови та обладнання, близькі до реальних. Студенти можуть досліджувати вплив освітлення, температури та затінення на ефективність панелей, що сприяє глибшому розумінню особливостей відновлювальної енергетики та розвитку важливих практичних навичок.

Конструктор забезпечує можливість дистанційного навчання, що особливо важливо у кризових умовах, коли доступ до лабораторій обмежений. Студенти

можуть працювати вдома, що гарантує безперервність навчального процесу і розвиває навички самостійного мислення.

Конструктор також є інструментом для наукових досліджень, який дозволяє аналізувати такі параметри фотоелектричної системи, як напруга, струм та потужність. Це відкриває можливості розробки студентами та аспірантами наукових проектів у сфері підвищення ефективності відновлюваних джерел енергії.

Перспективи розвитку STEM конструктора включають додавання нових модулів, зокрема різноманітних датчиків, що дозволить проводити детальніші та більш точні дослідження. Автоматизація збору даних та інтеграція з іншими енергетичними системами допоможуть досліджувати більш довготривалі та складні процеси в енергетичних системах.

Висновок

Лабораторний STEM конструктор «Фотоелектрична система» є ефективним інструментом для сучасної освіти, який дозволяє студентам набувати практичних навичок роботи з фотоелектричними системами. Його портативність, універсальність та зручність у використанні, як у лабораторіях, так і в умовах дистанційного навчання, роблять його особливо актуальним у нинішньому освітньому середовищі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК::

1. Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні [Electronic resource] // Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0188729-16> (accessed: 10.10.2024).
2. Kitsoft. Колегія МОН розглянула стан і перспективи розвитку STEM-освіти [Electronic resource]. URL: <https://mon.gov.ua/news/kolegiya-mon-rozglyanula-stan-i-perspektivi-rozvitku-stem-osviti> (accessed: 10.10.2024).
3. Donets N. Stem education – domestic implementation experience // Acad. Notes Ser. Pedagog. Sci. 2024. Vol. 1.
4. С К.О. Дисертація: Кузьменко О. С. Теоретичні і методичні засади навчання фізики студентів технічних закладів вищої освіти на основі технологій STEM-освіти [Electronic resource] // Академічні Тексти України. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0520U100174> (accessed: 10.10.2024).
5. Газука Т., Плуток О. Навчання товарознавству харчових продуктів в умовах дистанційної освіти // Вісник Національного Університету Чернігівський Колегіум Імені Т Г Шевченка. 2024. Vol. 180. P. 83–87.

6. Головань В., Горліченко Г., Дроздов М. Пріоритети розвитку дистанційної військової освіти // *Distance Educ. Ukr. Innov. Norm.-Leg. Pedagog. Asp.* 2023. P. 146–154.
7. ГАВРИЛЕНКО К., ЧУГАЙ О. Розвиток дистанційної освіти в Україні // *Hum. Stud. Ser. Pedagogy.* 2023. P. 9–14.
8. Кудикіна Н., Прохорова Н., Братусь І. Теоретичні та організаційні основи розвитку творчого потенціалу студентів у контексті дистанційної освіти // *Молодий Вчений.* 2021. P. 251–256.
9. Уліщенко В., Чешук В., Уліщенко А. Інноваційні підходи до розроблення інтегрованих навчальних програм stem-освіти для науково-педагогічних працівників // *Health Educ.* 2024. P. 249–257.
10. ОСТРОВСЬКА Л. Онлайн-консультації як складова дистанційної освіти у вищій школі // *Sci. Pap. Berdiansk State Pedagog. Univ. Ser. Pedagog. Sci.* 2020. Vol. 3. P. 76–87.
11. Антошина І. Інформаційні відносини у сфері дистанційної освіти // *Знання Європейського Права.* 2021. P. 3–7.
12. Osova O. Організація кооперативного навчання іноземних мов в умовах дистанційної освіти // *Академічні студії серія «Педагогіка».* 2022. Vol. 2. P. 128–135.
13. Кошелева О., Байда І., Мятенко Н. Особливості застосування тайм-менеджменту під час дистанційної освіти // *Питання Культурології.* 2022. P. 207–215.
14. Кудря О., Кузьменко П. Підготовка здобувачів освіти до використання проектних технологій у сфері stem-освіти // *Вісник Національного Університету Чернігівський Колегіум Імені Т Г Шевченка.* 2024. Vol. 182. P. 19–23.
15. Chekhratova O. Assessing Students' Academic Achievements Using Google Forms. Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Видавничий дім «Гельветика», 2023.

REFERENCES:

1. On the formation of a working group on the implementation of STEM education in Ukraine [Electronic resource] // Official web portal of the Parliament of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0188729-16> (accessed: 10.10.2024).
2. Kitsoft. The Board of the Ministry of Education and Science considered the state and prospects for the development of STEM education [Electronic resource]. URL: <https://mon.gov.ua/news/kolegiya-mon-rozglyanula-stan-i-perspektivi-rozvitku-stem-osviti> (accessed: 10.10.2024).
3. Donets N. STEM education – Domestic implementation experience // *Acad. Notes Ser. Pedagog. Sci.* 2024. Vol. 1.
4. С К.О. Dissertation: Kuzmenko O.S. Theoretical and Methodological Principles of Teaching Physics to Students of Technical Institutions of Higher Education on the Basis of STEM-Education Technologies [Electronic resource] // Academic Texts of Ukraine. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0520U100174> (accessed: 10.10.2024).
5. Gazuka T., Plutok O. Teaching commodity science of food products in the conditions of distance education // *Bulletin of the National University Chernihiv Collegium named after Taras Shevchenko.* 2024. Vol. 180. P. 83–87.
6. Golovan V., Gorlichenko G., Drozdov M. Priorities for the development of distance military education // *Distance Educ. Ukr. Innov. Norm.-Leg. Pedagog. Asp.* 2023. P. 146–154.
7. Havrylenko K., Chugai O. Development of distance education in ukraine // *Hum. Stud. Ser. Pedagogy.* 2023. P. 9–14.
8. Kudykina N., Prokhorova N., Bratus I. Theoretical and organizational foundations for the development of students' creative potential in the context of distance education // *Young Scientist.* 2021. P. 251–256.

9. Ulishchenko V., Cheshuk V., Ulishchenko A. Innovative approaches to the development of integrated stem education curricula for scientific and pedagogical workers // *Health Educ.* 2024. P. 249–257.
10. OSTROVSKA L. Online consultations as a component of distance education in higher education // *Sci. Pap. Berdiansk State Pedagog. Univ. Ser. Pedagog. Sci.* 2020. Vol. 3. P. 76–87.
11. Antoshina I. Information relations in the field of distance education // *Knowledge of European law.* 2021. P. 3–7.
12. Osova O. Organization of cooperative teaching of foreign languages in the conditions of distance education // *Academic Studies Series "Pedagogy"*. 2022. Vol. 2. P. 128–135.
13. Kosheleva O., Bayda I., Myatenko N. Features of the use of time management during distance education // *Issues of Cultural Studies.* 2022. P. 207–215.
14. Kudrya O., Kuzmenko P. Preparation of students for the use of project technologies in the field of stem education // *Bulletin of the National University Chernihiv Collegium named after Taras Shevchenko.* 2024. Vol. 182 . P. 19–23.
15. Chekhratova O. *Assessing Students' Academic Achievements Using Google Forms.* Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Helvetica Publishing House, 2023.

Надійшла до редакції 28.11.2024 р.