

УДК 620.91:535.215.9

## ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ

*А.В. Петренко, А.М. Скрипник, кандидати технічних наук*

*Р.І. Абрамчук, С.І. Горбачевський, студенти*

*Проведені експериментальні дослідження ефективності перетворення оптичного випромінювання різних джерел світла в електричну енергію на запропонованому лабораторно-навчальному стенді з використанням фотоелектричного перетворювача.*

***Фотоелектричний перетворювач, експеримент, ефективність, стенд.***

Розробка матеріалів, технологій, обладнання для виготовлення фотоелектричних модулів є актуальною та перспективною діяльністю сучасних світових організацій. Проте, поряд із серійним випуском промислових зразків, виробники не приділяють достатньо уваги створенню доступного спеціалізованого обладнання для навчання та підготовки фахівців здатних обслуговувати фотоелектричні системи. Розробляють та виготовляють навчально-лабораторні стенди науково-дослідні та науково-виробничі інститути. Вартість стендів для виконання одного виду досліджень складала від 5022,00 до 12553,00 грн. [1] станом на 2012 р. На даний час існуючі на ринку навчальні стенди, наприклад типовий комплект навчального обладнання "Солнечная фотоэлектрическая система" [2], має високу вартість (згідно даних сайту-виробника складає приблизно 42180,00 грн. станом на лютий 2014 р.) і є малодоступним для купівлі навчальними закладами. Перелік лабораторних робіт, що можна виконувати на стенді є традиційним і зводиться до дослідження фотоелектричного модуля та вивчення роботи автономної

фотоелектричної системи до складу якої входять: акумуляторна батарея, контролер заряду і змінне навантаження.

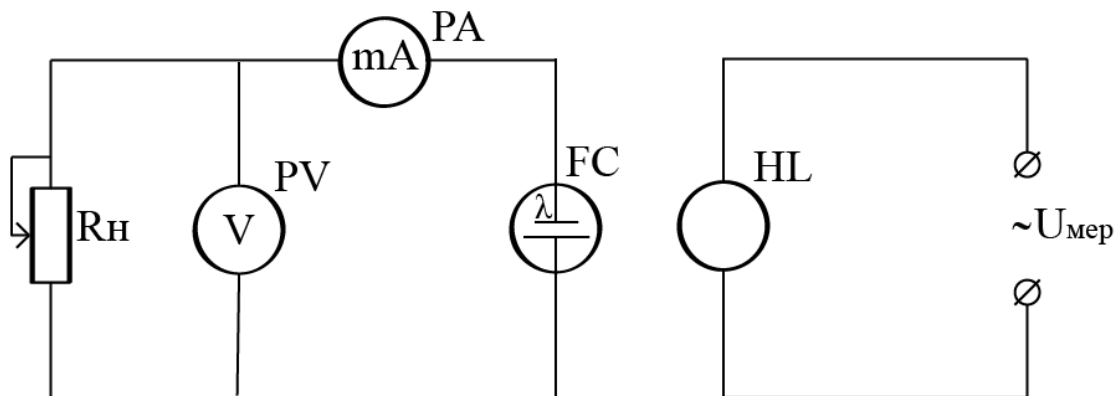
В умовах мінімального комплектування навчальних лабораторій створювати стенди використовуючи власну матеріально-технічну базу з розробкою методики дослідження є актуальним завданням.

**Мета досліджень** – розробити лабораторний стенд для вивчення фотоелектричного модуля та провести дослідження ефективності перетворення оптичного випромінювання різних джерел світла в електроенергію.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження проводились з використанням фотоелектричного модуля, світильника з різними типами ламп та можливістю зміни положення оптичної системи, цифрових вольтметра і амперметра, піранометра та змінного навантаження.

Проведення експериментальних досліджень здійснювалось згідно розробленої програми методичних вказівок.

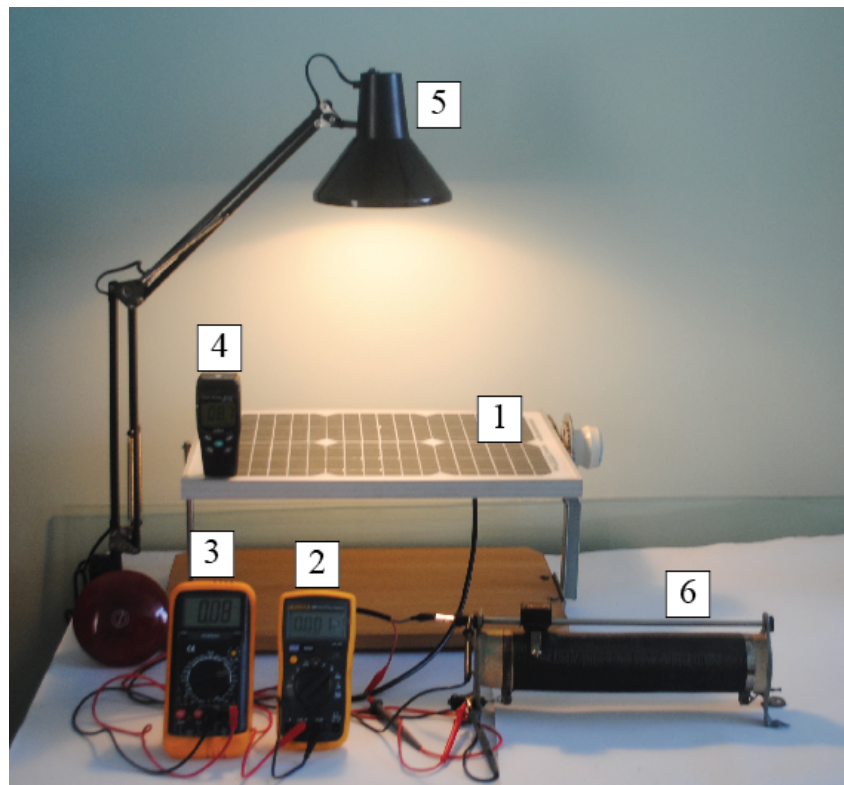
**Результати досліджень.** Для проведення досліджень ефективності перетворення оптичного випромінювання різних джерел світла в електроенергію запропонована схема лабораторного стенду (рис. 1).



**Рис. 1.** Електрична принципова схема лабораторного стенду

Згідно електричної принципової схеми зібраний лабораторний стенд, зовнішній вигляд якого зображено на рис. 2, що містить: 1 – фотоелектричний перетворювач марки Luxeon PT-020 (потужність  $P = 20 \text{ Вт}$  при , струм при максимальній потужності  $I = 1,14 \text{ А}$  , струм короткого замикання  $I_{\text{к}} = 1,27 \text{ А}$  ,

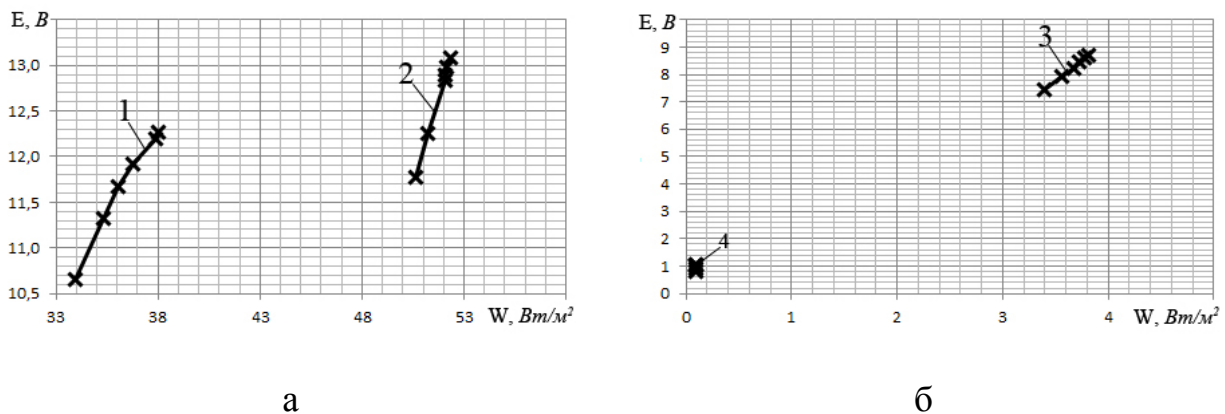
напруга на відкритих контактах  $U = 21,9 \text{ В}$ , матеріал – монокристалічний кремній); 2 – мультиметр FLUXE 18В з похибкою вимірювання постійної напруги  $\pm 0,5 \%$  від отриманих даних; 3 – мультиметр VC-9804А з похибкою вимірювання постійного струму  $\pm 0,8 \%$  від отриманих даних; 4 – піранометр SP-216 з похибкою вимірювання  $\pm 0,5 \%$ ; 5 – світильник з лампами (розжарювання – 100 Вт, інфрачервона – 100 Вт, люмінесцентна – 130 Вт, ультрафіолетова – 130 Вт); 6 – реостат; лінійка.



**Рис. 2. Зовнішній вигляд стенду для дослідження ефективності перетворення оптичного випромінювання різних джерел світла в електроенергію фотоелектричним перетворювачем**

Щоб досягти точних результатів, дослідження необхідно проводити при відсутності потрапляння сторонніх джерел світла на поверхню фотоелектричного перетворювача, це дозволить уникнути похибки результатів від природного освітлення. Таким чином освітлення фотоперетворювача забезпечуватиметься лише від лампи світильника. Температура оточуючого середовища під час проведення дослідів рівна  $+24^{\circ}\text{C}$ .

Перший етап дослідження фотоелектричного перетворювача полягає у визначенні залежності електрорушійної сили фотоелектричного перетворювача від щільності потоку випромінювання ( $E = f(W)$ ). Під час проведення досліду електричне навантаження фотоелектричного перетворювача відсутнє. Джерело світла встановлено на пряме випромінювання до поверхні фотоперетворювача (нульова відмітка на лімбі стенду) на висоті 30 см. За показами вольтметра визначена генерована електрорушійна сила ( $E, B$ ) фотоперетворювача і згідно показів піранометра – щільність потоку випромінювання ( $W, Bm/m^2$ ) в центрі фотоперетворювача та чотирьох крайніх точках його поверхні. Розраховано середнє значення щільності потоку випромінювання. Після чого зроблені аналогічні вимірювання при похилому падінні випромінювання на поверхню фотоелектричного перетворювача, повертаючи модуль на кут 10, 20, 30, 40 та 50 градусів. Результати розрахунків зображені у вигляді графічної залежності (рис. 3).

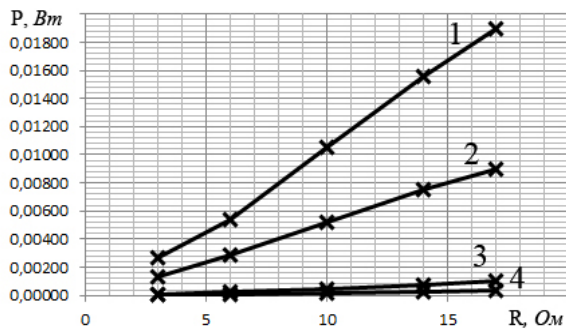


**Рис. 3. Залежність електрорушійної сили фотоелектричного перетворювача від середнього значення щільності потоку випромінювання, що потрапляє на його поверхню: а – (1 – дослід з інфрачервоною лампою 100 Вт, 2 – дослід з лампою розжарювання 100 Вт), б – (3 – дослід з ультрафіолетовою лампою 130 Вт, 4 – дослід з люмінесцентною лампою 130 Вт)**

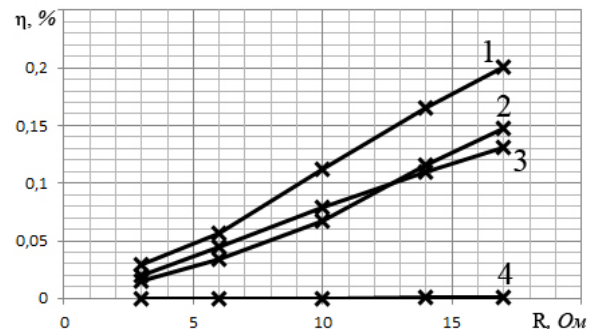
Другий етап дослідження на лабораторному стенді дозволяє визначити залежність потужності від навантаження, що діє в електричному колі ( $P = f(R)$ ).

Джерело світла встановлено на пряме випромінювання до поверхні фотоелектричного перетворювача. Для зміни опору навантаження в електричному колі використано реостат. Результати дослідів зображені на рис. 4, де 1 – дослід з лампою розжарювання 100 Вт; 2 – дослід з інфрачервоною лампою 100 Вт; 3 – дослід з люмінесцентною лампою 130 Вт; 4 – дослід з ультрафіолетовою лампою 130 Вт.

Розрахунок коефіцієнта корисної дії фотоелектричного перетворювача виконано шляхом ділення генерованої потужності фотоперетворювача ( $P_{\Phi} = UI, \text{Вт}$ ) на потужність випромінювання ( $P_B = WS, \text{Вт}$ ), тобто  $\eta = \frac{P_{\Phi}}{P_B}$ , де  $W, \text{Вт/м}^2$  – щільність потоку випромінювання джерела штучного освітлення;  $S = 0,18072 \text{ м}^2$  – площа поверхні фотоперетворювача марки Luxeon RT-020. Результати розрахунку коефіцієнта корисної дії фотоперетворювача при попаданні випромінювання від різних типів ламп на його площу зображені на рис. 5.



**Рис. 4. Залежність потужності перетворення фотоелектричного перетворювача від активного навантаження**



**Рис. 5. Залежність ККД оптичного випромінювання від активного навантаження**

Таким чином, для розробки даного лабораторно-навчального стенду використано 1800,00 грн. на все обладнання враховуючи вимірювальні прилади (при підрахунку вартості мультиметр FLUXE 18 В замінено на VC-9804A), що значно менше вартості існуючих у продажу стендів. Додатково знизити вартість можливо за рахунок використання стаціонарних вимірювальних приладів.

## **Висновки**

У результаті проведених експериментальних досліджень з використанням лабораторно-навчального стенду отримані такі висновки:

1. Підвищити коефіцієнт корисної дії перетворення енергії можливо за рахунок використання джерела світла з високою щільністю потоку випромінювання.

2. Для досягнення максимальної ефективності перетворення щільності потоку випромінювання в електричну енергію потрібно розмістити фотоелектричний перетворювач перпендикулярно до променів оптичного випромінювання.

3. У лабораторних дослідах доцільніше використовувати лампи розжарювання різної потужності, що мають більшу щільність випромінювання, у порівнянні із люмінесцентними або ультрафіолетовими.

## **Список літератури**

1. Эффективные технологии энергообеспечения с использованием возобновляемой энергетики. Перспективные энергосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. Инновационные проекты ГНУ ВИЭСХ. Каталог. Изд. 5-е, переработанное и дополненное. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. – 200 с.

2. Типовой комплект учебного оборудования "Солнечная фотоэлектрическая система", исполнение настольное ручное, СФЭС-НР. Научно-производственный институт «Учебная техника и технологии» Южно-Уральского государственного университета. [Электронный ресурс – 18/02/2014]: Каталог "Альтернативные и возобновляемые источники энергии" / Режим доступа к каталогу: [http://labstand.ru/catalog/altern\\_ist\\_energ/](http://labstand.ru/catalog/altern_ist_energ/).

*Проведены экспериментальные исследования эффективности преобразования оптического излучения разных источников света в электрическую энергию на предложенном лабораторно-учебном стенде с использованием фотоэлектрического преобразователя.*

***Фотоэлектрический преобразователь, эксперимент, эффективность, стенд.***

*Pilot researches of efficiency of optical radiation transformation of different light sources in electric energy at the offered laboratory and educational stand with use of the photoelectric converter were conducted.*

***Photoelectric converter, experiment, effectiveness, a stand.***