

УДК 378

Атамась А. І.

## ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ОСВІТІ

*Розкрито необхідність і перспективність енергетичної шкільної та позашкільної освіти. На конкретному прикладі показано можливості цифрових лабораторій під час проведення лабораторних практикумів з енергетичної освіти.*

*Ключові слова:* енергетика, енергозбереження, енергетична освіта, лабораторний практикум, цифрова вимірвальна лабораторія.

**Постановка проблеми.** Енергетика – це сукупність галузей господарства, що вивчають і використовують енергетичні ресурси з метою вироблення, перетворення, передачі та розподілу енергії. Енергетика є основою розвитку господарства, оскільки забезпечує технологічні процеси та дає людству світло і тепло. Україна належить до держав недостатньо забезпечених власними енергоресурсами. Щодо окремих видів палива, то їх є лише 20–30%, а вугілля – 100%. Водночас наша держава має найбільш енергоємну економіку. Протягом останніх років Україна зазнає важкої енергетичної кризи, зумовленої прискореним розвитком енергоємних галузей господарського комплексу, безплатним і марнотратним використанням енергоносіїв, відсталими технологіями, виснаженням і деградацією розвіданих покладів вугілля, нафти і газу, через що їхній видобуток постійно зменшується [1]. Отже, проблема забезпечення енергією та енергозбереження для нашої держави є надзвичайно актуальною.

Важливою складовою раціонального використання енергетичних ресурсів є освіченість населення з питань енергетики та енергозбереження. У зв'язку з

цим набуває актуальності введення до навчального процесу шкіл, позашкільних та вищих навчальних закладів окремого курсу з енергетики. Важливою складовою навчального процесу є лабораторний практикум.

Під час проведення лабораторних робіт учні стикаються з необхідністю вимірювати певні фізичні величини, заносити їхнє значення до протоколу випробувань і будувати відповідні графіки. Зазвичай процес ручного опрацювання результатів експерименту займає набагато більше часу, ніж сам експеримент. Окрім того, деякі процеси, які досліджуються, протікають досить швидко, а вимірювані фізичні величини швидко змінюються в часі, що робить неможливою їхню фіксацію за допомогою звичайних аналогових або цифрових вимірювальних приладів. У зв'язку з цим останнім часом під час проведення лабораторних робіт часто використовують цифрові вимірювальні лабораторії.

**Огляд публікацій за темою.** В США енергетична освіта реалізується зокрема через проект «National energy education development project» [2]. Наразі Мала академія наук України запустила Всеукраїнський проект «Нова енергетична освіта» [3]. У Національному центрі «Мала академія наук України» ведуться роботи зі створення лабораторних практикумів з курсу «Енергетика» із використанням сучасного обладнання лабораторії «MANLAB».

Можливості, які дають цифрові вимірювальні лабораторії в навчальному процесі, розкрито в роботах Ігоря Чернецького [4] та [5]. Цифрова вимірювальна лабораторія складається з первинних перетворювачів, аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та персонального комп'ютера [5]. Первинними перетворювачами є датчики фізичних величин – сили, тиску, напруги, сили струму тощо. АЦП у складі цифрової вимірювальної лабораторії може бути як окремим, так і об'єднаним з ПК [5].

**Метою статті** є на конкретному прикладі визначити можливості від використання цифрових вимірювальних лабораторій у лабораторному практикумі з курсу «Енергетика».

**Виклад основного матеріалу.** Важливим розділом курсу «Енергетика» є перетворення енергії. Найпоширеніше – перетворення механічної енергії

обертального руху в електричну енергію, що є найбільш зручною її формою.

Енергія – це скалярна фізична величина; єдина міра різних форм руху та взаємодії матерії; міра переходу руху матерії з однієї форми в іншу. Одиницею виміру енергії є Джоуль (Дж).

Введення поняття енергії є зручним: якщо фізична система є замкненою, її енергія залишається сталою весь час, протягом якого система буде замкненою. Це твердження має назву закону збереження енергії, що є фундаментальним фізичним законом.

Існують різні види енергії: механічна, термодинамічна, електрична, хімічна тощо.

Механічна енергія, в свою чергу, може бути потенціальною та кінетичною. Кінетична енергія тіла є частиною його повної енергії, що зумовлена рухом тіла. Для поступального руху кінетична енергія визначається за формулою, Дж:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса тіла, що рухається, кг;

$v$  – швидкість руху, м/с.

Потенціальна енергія – це скалярна фізична величина. Вона характеризує запас енергії тіла, яке перебуває в потенційному силовому полі, що витрачається на набуття (зміну) кінетичної енергії тіла в цьому полі.

Потенціальна енергія тіла, що перебуває на певній висоті в гравітаційному полі землі, визначається за формулою:

$$E_n = m \cdot g \cdot h, \quad (2)$$

де  $m$  – маса тіла, що перебуває в силовому полі, кг;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$h$  – висота, на яку підняте тіло, м.

Якщо тіло масою 1 кг підняти на висоту 1 м, то воно матиме запас енергії 9,81 Дж. Якщо відпустити тіло, то його потенціальна енергія буде зменшуватися пропорційно до висоти, а кінетична – відповідно збільшуватися.

Тобто буде відбуватися перехід потенціальної енергії в кінетичну.

Механічна енергія може перетворюватися на електричну за допомогою індукційних електричних машин – генераторів. Електричні машини зазвичай є оборотними. Тобто можуть перетворювати механічну енергію на електричну та навпаки. Двигун постійного струму також є оборотною електричною машиною. Якщо двигун постійного струму з'єднати з джерелом живлення, то його вал буде обертатися та виконувати механічну роботу. Якщо обертати вал двигуна, на його клеммах з'явиться електрична напруга та він стане джерелом електричної енергії.

Електричну енергію можна визначити за формулою:

$$E_E = U \cdot I \cdot t, \quad (3)$$

де  $U$  – напруга, В;

$I$  – сила струму, А;

$t$  – час, с.

Отже, електричну енергію можна розглядати як інтеграл електричної потужності  $P = U \cdot I$ , Вт, за часом.

Кожний процес перетворення енергії характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД) – відношенням первинної енергії до отриманої вторинної. ККД перетворення енергії завжди менший за одиницю, оскільки під час процесу перетворення енергії мають місце різноманітні втрати, зокрема тертя.

Для прикладу розглянемо одну із лабораторних робіт. У ній запропоновано дослідити процес перетворення потенційної енергії піднятого тіла в електричну енергію за допомогою машини постійного струму. ККД такого процесу визначається за формулою, %:

$$\eta = \frac{E_n}{E_E} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Для виконання цієї лабораторної роботи пропонується використовувати таке обладнання: комплект РНУВЕ «Електрика і магнетизм»; магнітна дошка; набірний вантаж; капронова нитка; рулетка; з'єднувальні кабелі; цифрова вимірювальна лабораторія, що складається з реєстратора «NOVA», датчика

напруги та датчика струму.

Для виконання лабораторної роботи необхідно скласти експериментальну установку, фото якої представлено на рисунку 1.



***Рис. 1 Обладнання для дослідження перетворення механічної енергії на електричну***

Процес дослідження такий:

1. З комплекту PHYWE «Електрика і магнетизм» на магнітній дошці зібрати схему за рисунком 1.
2. До зібраної схеми підключити паралельно датчики напруги та послідовно датчики струму.
3. З'єднати датчики з реєстратором «NOVA».
4. Відрізати 1,5 м капронового шнура та прив'язати його до вихідного шківу двигуна так, щоб він міг намотуватись та змотуватись.
5. До іншого кінця шнуру прив'язати тримач набірною вантажу.
6. Виміряти відстань від шківу до кінця тримача набірною вантажу за

допомогою рулетки та записати її до протоколу випробувань. Ця величина буде висотою підйому вантажу  $h$ .


7. Увімкнути реєстратор «NOVA» та впевнитись, що датчики струму та напруги автоматично розпізнані.

8. Здійснити настройку реєстратора:

- зайти в меню «Реєстратор» – «Настройка»;
- обрати частоту – 10 вимірів на секунду та «Виміри» – 500 вимірів.

9. Повністю намотати капроновий шнур на шків двигуна.

10. Набрати вантаж масою 30 г та втримувати шків пальцем.

11. Натиснути на реєстраторі кнопку «Старт»  та переконатися в початку запису даних.

12 Відпустити шків двигуна та дочекатися, доки вантаж повністю не опуститься.

13. Натиснути кнопку «Стоп» .

14. Встановити «Перший курсор»  на отриманому графіку сили струму в точці початку його наростання.

15. Встановити «Другий курсор» на графіку сили струму у точці, де струм припиняється.

16. Зайти в меню «Інструменти» та виконати операцію «Обрізати». В результаті будуть отримані графіки сили струму та напруги у межах часу, протягом якого здійснювалося розмотування шнура під дією вантажу та обертальний рух шківа двигуна.

17. Зайти в меню «Інструменти» – «Аналіз» – «Майстер аналізу» та обрати функцію «Добуток».

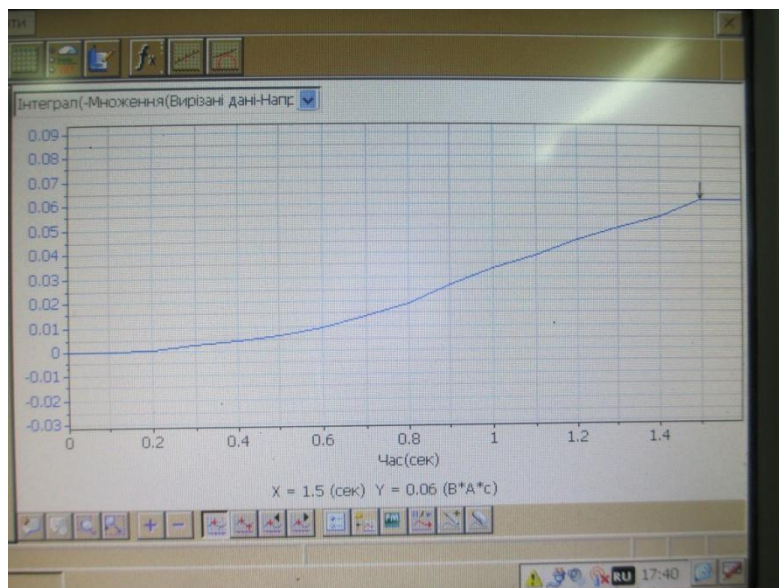
18. За множники обрати силу струму та напругу, натиснути «ОК». У результаті буде отримано третій графік – зміни електричної потужності у часі.

19. Зайти в меню «Інструменти» – «Аналіз» – «Майстер аналізу» та обрати функцію «Інтеграл».

20. Як функцію інтегрування обрати результат множення сили струму та

напругу, натиснути «ОК» У результаті буде отримано четвертий графік – залежності отриманої електроенергії від часу.

21. Для зручності сховати три попередні графіки.



**Рис. 2 – Приклад отриманого графіка зміни виробленої електричної енергії від часу та зчитування даних з нього**

22. Встановити курсор на верхній частині отриманого графіка, зчитати показання у  $V \cdot A \cdot c = Дж$  та занести його до таблиці результатів. Це і є кількість видобутої енергії.

23. Повторити дослід за п. 9 – 22 з іншими масами набірною вантажу до 100 г.

Для опрацювання результатів експерименту їх необхідно заносити до таблиці 1 та аналізувати (таблиця 1).

Таблиця 1

**Результати експерименту**

$h = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$

$m, \text{ кг}$								
$E_n, \text{ Дж}$								
$E_e, \text{ Дж}$								
$\eta, \%$								



Для аналізу результатів експерименту необхідно за формулою (2) розрахувати потенціальну енергію піднятого вантажу та за формулою (3) – ККД перетворення.

Без використання цифрової вимірювальної лабораторії дослідження перетворення потенціальної енергії на електричну було б практично неможливим, оскільки процес падіння вантажу відбувається лише 1–2 с, протягом яких сила струму та напруга змінюються. Крім того використання цифрової вимірювальної лабораторії уможливило досить швидке математичне опрацювання результатів експерименту, зокрема перемноження величин та інтегрування отриманої залежності.

**Висновки.** Використання цифрових вимірювальних лабораторій в енергетичній освіті дає змогу здійснювати лабораторні роботи, які неможливо провести з використанням звичайних вимірювальних приладів. Можливості математичного опрацювання цифрових вимірювальних лабораторій значно прискорюють час опрацювання результатів експерименту і як наслідок дають змогу економити загальний час навчального процесу.

### Список використаних джерел

1. Енергетика [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергетика>.
2. National energy education development project [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.need.org>.
3. МАН запустила Всеукраїнський проект «Нова енергетична освіта» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.5.ua/video/MAN-zapustyla-vseukrainskyi-proekt-Nova-enerhetychna-osvita--97198.html>.
4. Чернецкий И. С. Возможности цифровых измерительных комплексов в учебном процессе / И. С. Чернецкий // Дорожная карта информатизации: от цели к результату: тезисы докладов открытой Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 20–22 нояб. 2013 г.) / гл. ред. Т. И. Мороз. – Минск: МГИРО, 2013. –



116 с. С. 84–86. – (Секція 3. Применение электронных и технических средств обучения в образовательном процессе – фактор ефективного и качественного обучения учащихся).

5. Чернецький І. С. Сучасні експериментальні засоби навчального середовища. Мобільна комп'ютерна лабораторія NOVA 5000 / І. С. Чернецький // Вісник Чернігівського державного університету імені Т. Г. Шевченка. – Чернігів: ЧДПУ, 2012. С. 377–382. – (Серія: Педагогічні науки; вип. 99).

***Артём Атамась. Использование цифровых лабораторий в энергетическом образовании.***

*Раскрыта необходимость и перспективность энергетического школьного и внешкольного образования. На конкретном примере показаны возможности, которые дают цифровые измерительные лаборатории в лабораторном практикуме энергетического образования.*

***Ключевые слова:*** энергетика, энергосбережение, энергетическое образование, лабораторный практикум, цифровая измерительная лаборатория.

***Artem Atamas. The use of digital laboratories in energy education.***

*A necessity and perspective of energy school and out-of-school education are exposed. On a certain example possibilities that give digital measuring laboratories in laboratory practical work of energy education are shown.*

***Keywords:*** energy, energy savings, energy education, laboratory practical work, digital measuring laboratory.