

УДК 378.147.88:378.693:621.3

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

**О. В. Прітченко, А. П. Калинов**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: oldr3@ukr.net

Проведено попередню оцінку ефективності різних методів та засобів проведення лабораторних занять. Розвинуто методи проведення лабораторних занять з дисциплін напряму «Електромеханіка» за рахунок використання малогабаритних апаратно-програмних фізичних стендів.

**Ключові слова:** методи проведення занять, ефективність засвоєння знань, експеримент, лабораторні стенди.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

**А. В. Притченко, А. П. Калинов**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: oldr3@ukr.net

Проведена предварительная оценка эффективности разных методов и средств проведения лабораторных занятий. Развита методика проведения лабораторных занятий по дисциплинам направления «Электромеханика» путем использования малогабаритных апаратно-программных физических стендов.

**Ключевые слова:** методы проведения занятий, эффективность усвоения знаний, эксперимент, лабораторные стенды.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** У сучасному вимогливому та швидкозмінному соціально-економічному середовищі рівень освіти значною мірою залежить від результативності впровадження технологій навчання, які ґрунтуються на нових методологічних засадах, сучасних дидактичних принципах та психолого-педагогічних теоріях, що розвивають діяльнісний підхід до навчання. Важливу роль в цьому питанні відіграє розвиток інформаційних технологій, які стали невід'ємною частиною розвитку суспільства та проникли у всі сфери людської діяльності. Основним елементом цих процесів є комп'ютеризація навчання. Задача впровадження такої технології – це не просто бути додатковим інструментом, а стати невід'ємною частиною всього процесу навчання, значно підвищуючи його ефективність.

В умовах кризи та недостатнього фінансування вищих навчальних закладів кафедра систем автоматичного управління та електропривода (САУЕ) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського (КрНУ) вирішує задачі модернізації лабораторної бази шляхом створення імітаційних віртуальних та малогабаритних фізичних стендів [1]. На сьогодні актуальним є питання визначення ефективних засобів проведення лабораторного практикуму для підвищення якості засвоєння матеріалу студентами вищих навчальних закладів (ВНЗ).

Метою дослідження є проведення педагогічного експерименту та визначення кількісних показників ефективності сучасних засобів проведення лабораторних занять з напрямку «Електромеханіка».

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Основним засобом ефективного формування умінь та навичок студентів ВНЗ є лабораторний практикум. Він сприяє реалізації міжпредметних зв'язків, принципу зв'язку теорії з практикою, розвитку інтелектуально-пізнавальної активності студентів.

На сьогодні в навчальному процесі при підготовці фахівців з електромеханіки використовуються наступні засоби проведення лабораторних робіт:

- фізичні лабораторні стенди;
- віртуальні стенди.

Фізичні лабораторні стенди – це реальне обладнання з реальною системою керування та об'єктом дослідження. Такі стенди умовно можна розділити на класичні та малогабаритні.

Віртуальні стенди – це імітаційні моделі, що математично описують динамічні процеси в реальних системах. Такі моделі наслідують (імітують) властивості, роботу, режими фізичних об'єктів (у даному випадку – лабораторних стендів) з використанням спеціально розроблених програмних засобів та математичних пакетів на ЕОМ [2–4].

*Опис лабораторного обладнання.* Фізичні лабораторні стенди мають у своєму складі два двигуни постійного струму незалежного збудження, які закріплені на одному валу. Один із цих двигунів досліджуваний (М1), а інший виступає як машина навантаження (НМ). У класичних лабораторних стендах НМ працює в режимі динамічного гальмування (рис. 1), а в малогабаритних – в режимі протимикання (рис. 2).

Керування фізичними стендами, зміна поточних параметрів (напруга живлення, момент навантаження й т.ін.) здійснюється через відповідні перемикачі та регулятори на панелі лабораторного стенду. Індикація поточних параметрів режимів роботи двигунів здійснюється за допомогою вимірювальних приладів: у класичних лабораторних стендах – амперметра, вольтметра, тахометра тощо; а на малогабаритних – датчиків струму, напруги та швидкості, які через спеціальний модуль АЦП/ЦАП відображають перехідні процеси у вигляді осцилограм на ПК.

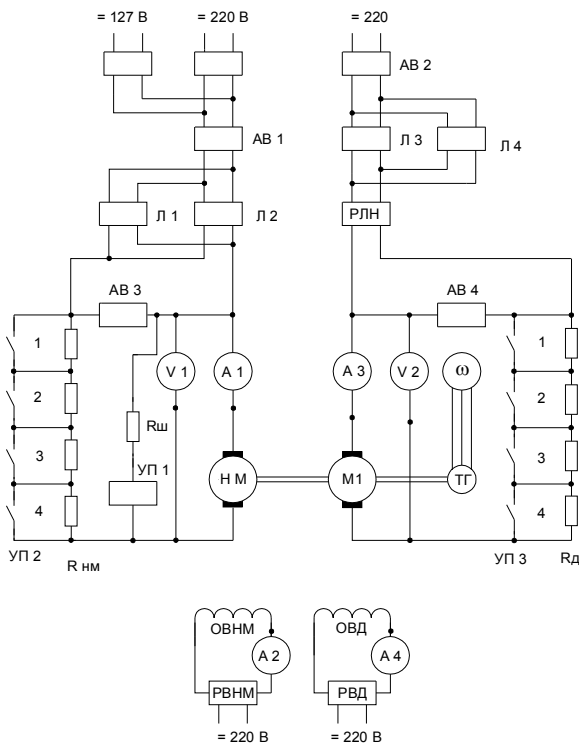


Рисунок 1 – Принципова електрична схема класичного фізичного стенду: Л1–Л4 – контактори; АВ1–АВ4 – автоматичні вимикачі; УП1–УП4 – перемикачі; РЗД – регулятор струму в обмотці збудження двигуна М1; РЗНМ – регулятор струму в обмотці збудження навантажувальної машини; ТГ – тахогенератор

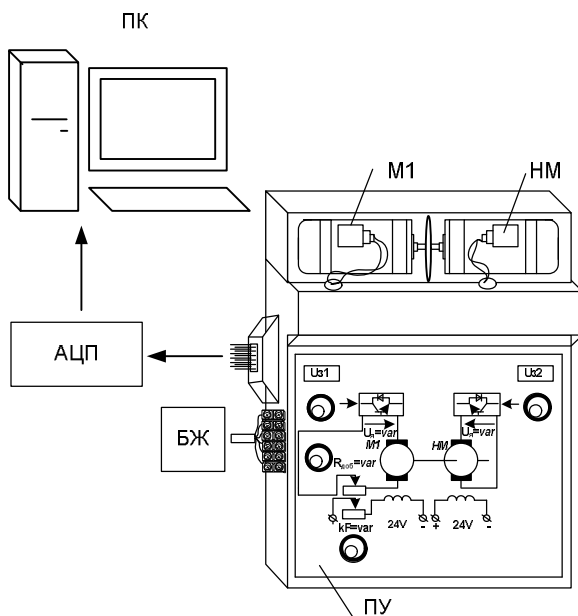


Рисунок 2 – Загальний вигляд малогабаритного лабораторного стенду для дослідження способів регулювання ДПС НЗ: ПК – персональний комп'ютер; БЖ – блок живлення; ПУ – панель управління ДПС НЗ

На рис. 3 зображено головну панель віртуально-го лабораторного стенду для дослідження способів регулювання ДПС НЗ. У даному лабораторному стенді досліджуваний двигун та машина навантаження, що працює в режимі динамічного гальмування, описуються диференціальним рівнянням. Для зміни поточних параметрів об'єкта дослідження використовуються спеціально створені в програмному середовищі віртуальні регулятори або ж відповідні блоки для ручного вводу числових значень. Для індикації перехідних процесів та механічних характеристик використовується робоче вікно програмного забезпечення у вигляді осцилограм. Діючі або середні значення струмів, напруг і швидкості у сталому режимі відображаються числовими та стрілочними індикаторами головної панелі.

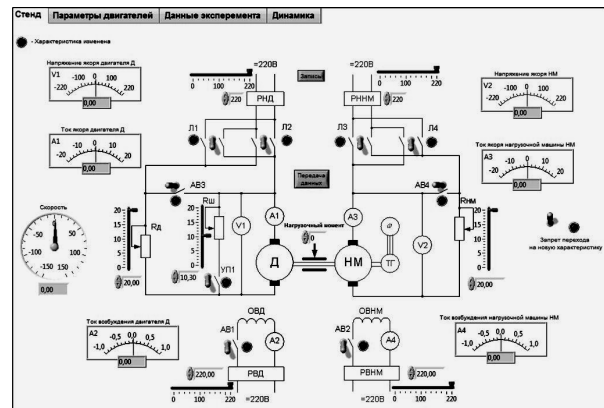


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд віртуального лабораторного стенду для дослідження способів регулювання ДПС НЗ

Опис проведення експерименту. Учасниками експерименту були 80 студентів третього курсу, які навчаються за напрямом «Електромеханіка».

Для даного експерименту у рамках робочого плану курсу «Теорія електроприводу» була обрана тема «Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму незалежного збудження (ДПС НЗ)». Це, у свою чергу, дозволило скористатись поточним графіком навчального процесу, а не створювати спеціальні умови для його проведення.

Експеримент було проведено на базі лабораторій кафедри за наступним алгоритмом (рис. 4).

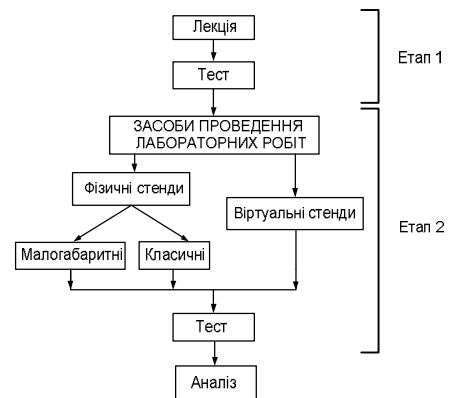


Рисунок 4 – Загальний алгоритм проведення експерименту

Експеримент складався з двох етапів. Перший етап – викладення на лекції теоретичного матеріалу про властивості ДПС НЗ, способи регулювання, а також особливості механічних та електромеханічних характеристик ЕП. У кінці лекції серед студентів було проведено тестування, яке показало, в якій мірі вони сприйняли теоретичний матеріал. За результатами першого тестування відбувся розподіл загальної кількості студентів на підгрупи: група 1 – класичні стенди, група 2 – віртуальні стенди, група 3 – малогабаритні стенди. Підгрупи формувались таким чином, щоб їхній середній бал був однаковий. У другому етапі студенти відпрацьовували лабораторну роботу за вищенаведеною темою згідно з методичними вказівками. По закінченню роботи було проведено повторне тестування, при цьому рівень складності та кількість запитань залишилися незмінними.

*Обробка результатів експерименту.* Тестові завдання мали чотири варіанти, кожен з яких складався з 14 питань. Сума балів за всі правильні відповіді – 23.

У тестових питаннях були використані такі основні форми завдань:

- закритої форми;
- на відповідність;
- відкритої форми.

У кожному тестовому завданні були запитання різного рівня складності:

- I рівень – 1–6 питання (по одному балу за кожну правильну відповідь);
- II рівень – 7–13 питання (по два бали за кожну правильну відповідь);
- III рівень – 14 питання (3 бали за правильну відповідь).

Розрахунок середнього балу кожного студента проводився за формулою:

$$M = \frac{\sum n_i}{23} 100 \% , \quad (1)$$

де  $\sum n_i$  – загальна сума балів правильних відповідей на тестове завдання.

Розрахунок середнього балу успішності підгрупи:

$$S = \frac{\sum M_i}{N} , \quad (2)$$

де  $\sum M_i$  – загальна сума балів правильних відповідей підгрупи; N – кількість студентів у даній підгрупі.

Розрахунок різниці засвоєння матеріалу кожної підгрупи після проведення першого та другого етапу експерименту:

$$\Delta = S_2 - S_1 , \quad (3)$$

де  $S_1$  – середній бал підгрупи після першого етапу експерименту;  $S_2$  – середній бал підгрупи після другого етапу експерименту.

На рис. 5 зображено результати розрахунку середнього балу студентів напрямом «Електромеханіка» до та після проведення лабораторної роботи.

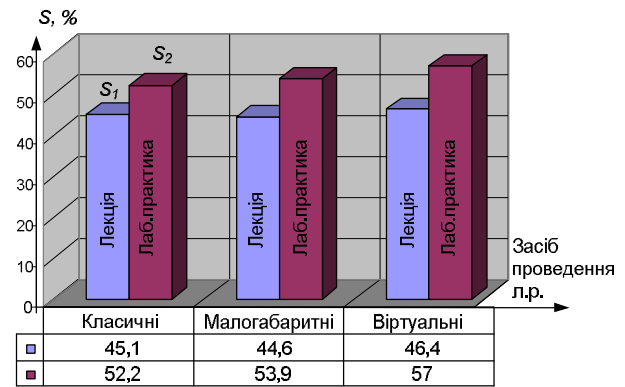


Рисунок 5 – Результати зміни середнього балу студентів III курсу напрямом «Електромеханіка» після двох етапів експерименту

На рис. 6 зображено результати зміни середнього балу студентів третього курсу після двох етапів експерименту на різному лабораторному обладнанні.

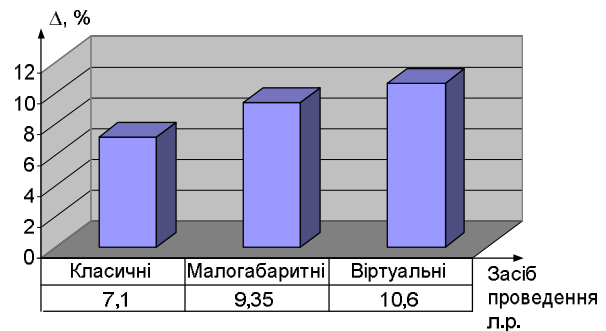


Рисунок 6 – Різниця середнього балу студентів після двох етапів експерименту

**ВИСНОВКИ.** Попередня оцінка ефективності сучасних засобів проведення лабораторних занять показала, що кращі результати продемонстрували студенти, які працювали з віртуальним стендом (середній бал – 57 %) у порівнянні з фізичним малогабаритним (53,9 %) та класичним (52,2 %), при цьому середній бал студентів порівняно з попереднім етапом збільшився на 10,6 %, у фізичних – 9,35 та 7,1 % відповідно. Таку ефективність засвоєння знань на віртуальному лабораторному стенді можна пояснити наступними чинниками:

- самостійність виконання завдання, що обумовлено зручністю роботи з інтерфейсом програми;
- безпека при проведенні лабораторної роботи;
- можлива будь-яка кількість повторів проведення лабораторної роботи в рамках однієї пари;
- наочність отриманих результатів та інформативність.

Ефективність засвоєння знань на малогабаритному лабораторному стенді обумовлена такими чинниками:

- відповідність лабораторного стенду сучасним вимогам та максимальна наближеність до промислових варіантів виконання;
- зрозумілий та компактний інтерфейс панелі управління лабораторного стенду;

- інформативність завдяки відкритості технічних рішень;
- безпека при проведенні лабораторної роботи;
- взаємодія з реальним об'єктом дослідження;
- отримання реальних результатів дослідження в реальному часі та наочність;
- сучасний підхід до проведення лабораторної роботи з використанням ПК.

Перевага ефективності проведення лабораторних занять на віртуальному та малогабаритному стенді перед класичним фізичним стендом можна пояснити наступними чинниками:

- відсутність психологічного бар'єру при роботі з лабораторним обладнанням (оскільки студент виконує лабораторну роботу на ньому вперше);
- відсутність постійного контролю дій з боку викладача;
- можливість проведення лабораторної роботи зі студентами фронтально (по 2–3 чоловіки).

Упровадження віртуальних та малогабаритних стендів у навчальний процес дозволить зменшити матеріальні витрати на побудову лабораторного обладнання, а також підвищити ефективність засвоєння матеріалу.

#### EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF THE MODERN FACILITIES FOR LABORATORY LESSONS

**A. Pritchenko, A. Kalinov**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University  
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: oldr3@ukr.net

A complex pedagogical experiment is carried out for researching of the efficiency of different methods and facilities for laboratory lessons. The methods for laboratory lessons are developed on disciplines for the 'electromechanics' course by the use of small vehicle-programmatic physical stands.

**Key words:** methods of training, efficiency of knowledges mastering, experiment, laboratory stands.

#### REFERENCES

1. Pritchenko O.V., Kalinov A.P., Melnikov V.O., Skripnikov O.V. The concept of small laboratory stands // *Electromechanical and saving up systems. Quarterly scientific production journal.* – Kremenchuk: KDU Mykhailo Ostrogradskiy, 2010. – Iss. 2/2010 (10). – 75 p. [in Ukrainian]
2. Sytnik V., Orlenko N. *The simulation: Training manual for independent studying disciplines.* – K.: KNEU, 1999. – 208 p. [in Ukrainian]
3. Silaeva V. Using concepts "Virtual". – Mode of access: [http://ecsocman.hse.ru/data/2011/02/04/1214885985/Silaeva\\_03.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/2011/02/04/1214885985/Silaeva_03.pdf) [in Russian]
4. Rakhmonov Farhad. Using the simulation of virtual simulators in training. – Mode of access: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Ppstud/2010\\_1-2/files/152\\_156.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ppstud/2010_1-2/files/152_156.pdf). [in Russian]
5. Kurbatov O.P. Innovative technology education in preparing skilled workers in the system of vocational education // *Pedagogical technology. Problems of Engineering Education: Scientific Papers.* – Ukrainian Engineering Pedagogic Academy. – 2005. – № 10. – PP. 163–171. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 23.07.2012.

Рекомендовано до друку  
д.т.н., проф. Чорним О.П.