

УДК 53(07)

Ольга Кузьменко

ЦИФРОВА РЕАЛЬНІСТЬ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ STEM-ОСВІТИ В ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: НА ПРИКЛАДІ ЛАБОРАТОРІЙ «PASCО» І «PHYWE»

У статті розглянуто впровадження цифрових лабораторій в освітній процес технічних закладів вищої освіти. Фізичний експеримент є основним чинником розвитку STEM-освіти в технічних закладах вищої освіти і методики навчання фізики. Розглянуто модулі цифрових лабораторій «Phywe» і «PASCО». Використання такого STEM-обладнання активізує пізнавально-пошукову діяльність студентів у вивченні природничо-наукових дисциплін.

Ключові слова: методика навчання фізики, фізичний експеримент, міждисциплінарний підхід, STEM-освіта, технічні заклади вищої освіти.

Постановка проблеми. У системі природничих наук провідну роль відіграє фізика, оскільки вона (як наука) впливає на розвиток продуктивних сил суспільства з урахуванням вимог сьогодення. Вивчення фізики на етапі впровадження технологій STEM-освіти ґрунтується на експериментальній основі, а також поєднанні теоретичних методів з урахуванням міждисциплінарного, інтеграційного, компетентнісного і професійно орієнтованого підходів. При цьому незалежно від методу пізнання, покладеного в основу процесу навчання фізики, навчальний фізичний експеримент є обов'язковим його елементом і водночас невід'ємною складовою методики навчання фізики, як наукової дисципліни, що здатна забезпечити ефективне засвоєння знань суб'єктами навчання в контексті STEM-освіти.

Перехід на STEM-навчання потребує вдосконалення методики навчання фізики, що передбачає таке: використання нових методів, прийомів, засобів навчання, які допомагали б вирішувати низку методичних завдань з розділів фізики; застосування і запровадження в освітньому процесі з фізики цікавих і важливих наукових досягнень, а також посилення тих аспектів, які стимулюють і активізують самостійну пізнавальну діяльність

студентів Льотної академії Національного авіаційного університету.

Отже, для формування переконливих уявлень з фізики необхідно створити і відпрацювати відповідну методику навчання фізики і професійно орієнтованих дисциплін на основі STEM-технологій, яка б покращила рівень знань і вмінь, а також стимулювала б до активної пізнавально-пошукової і самостійної роботи студентів під час вивчення фізики в умовах розвитку STEM-навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою розвитку STEM-навчання і мотивації суб'єктів навчання до науково-дослідницької діяльності при викладанні фізики викладачам необхідно використовувати у своїй роботі напрацювання таких науково-педагогічних працівників: І. П. Василяшко, Н. О. Гончарової, О. В. Лісового, С. М. Неділько, Н. І. Поліхун, М. Л. Ростоки, І. М. Савченко, М. І. Садового, І. А. Сліпухіної, О. Є. Стрижака, І. С. Чернецького, Є. Б. Шаповалова та ін.

Проблему розвитку фізичного експерименту висвітлено в роботах О. І. Бугайова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба [1; 2], Г. М. Гайдучка, С. У. Гончаренка, Б. Ю. Миргородського, В. Г. Нижника, І. В. Попова, І. З. Ковальова, В. Ф. Савченка, М. І. Садового [2; 3], В. Д. Сиротюка, В. І. Тищука, М. Я. Молоткова, Л. Д. Калапуші та ін. Зазначені праці забезпечили розвиток теорії і практики

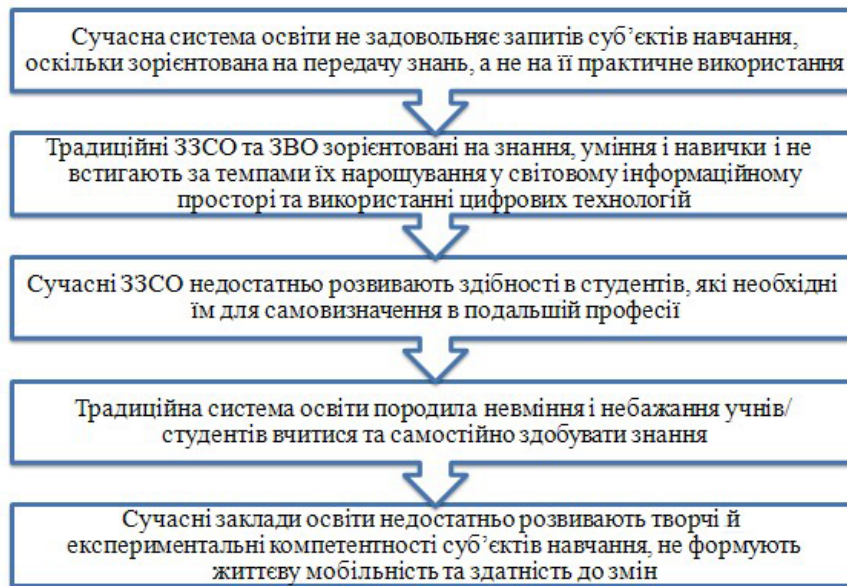


Рис. 1. Стимул для впровадження STEM-інновацій у технічних ЗВО

демонстраційного експерименту на рівні світових стандартів.

Мета статті — висвітлення розвитку і впровадження інноваційних технологій STEM-освіти — фізичного експерименту в освітній процес технічного ЗВО.

Виклад основного матеріалу. Основною проблемою сучасної української освіти є забезпечення підготовки конкурентоспроможної особистості, яка орієнтована на впровадження інновацій у практичну діяльність вітчизняних

підприємств, а також стимулювання молоді до вивчення технічних й інженерних дисциплін (рис. 1). Отже, перехід освіти України до якісно нової моделі розвитку, яка передбачає разом з реформуванням і демократизацією суспільства вдосконалення освітніх процесів у закладах освіти на інноваційній основі, зумовлює необхідність проведення поглиблених досліджень з організації інноваційних процесів, а також модернізації освіти з використанням STEM-технологій (рис. 2).



Рис. 2. Упровадження STEM-інновацій у технічних ЗВО

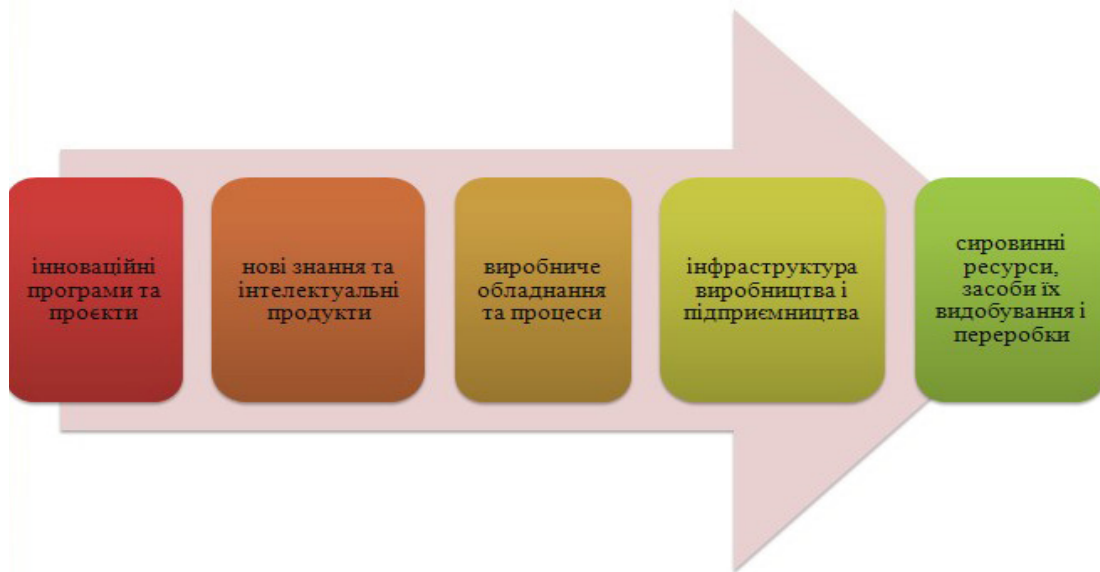


Рис. 3. Об'єкти інноваційної діяльності

Інноваційна діяльність містить процес доведення наукової ідеї або технічного винаходу, що розкривають суть впровадження технологій STEM-освіти, поетапне впровадження у процес практичного використання, що приносить дохід, а також пов'язані з цим процесом техніко-економічні та інші зміни, які стосуються освітнього середовища. На рис. 3 наведено об'єкти інноваційної діяльності.

Проблема формування творчої активності студента — одна з найактуальніших у теорії педагогічної науки і в практиці здобуття вищої освіти. Учені-дидакти стверджують, що найважливішу роль у розвитку творчої активності

студентів відіграє саме фізичний експеримент, у процесі якого студенти навчаються спостерігати явища: визначають умови, за яких ці явища виникають і відбуваються; якісно і кількісно їх оцінюють; визначають причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Важливість фізичного експерименту в освітньому процесі в умовах розвитку STEM-освіти впливає також з того, що у процесі психологічного розвитку людини висхідною є її практична діяльність.

У системі навчального фізичного експерименту особливе значення приділяють лабораторним роботам, на яких здійснюється прак-

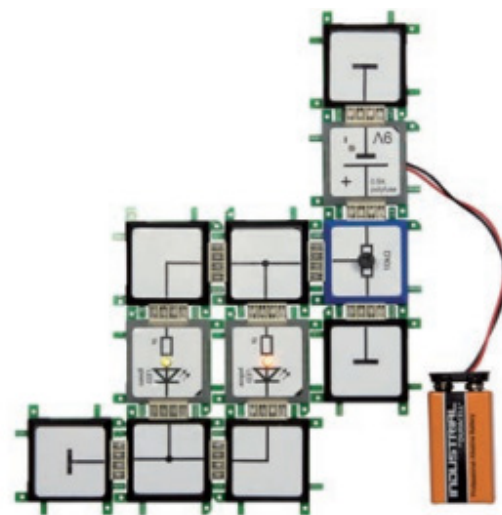


Рис. 4. Набір кодування Arduino Brick'Knowledge



Рис. 5. Набір STEM «Електрика, електроніка, енергія, потужність та цифровий зв'язок»

тична підготовка студентів академії у процесі вивчення фізики як фундаментальної науки.

Основна мета виконання лабораторних робіт — ознайомлення студентів з експериментальним методом дослідження фізичних явищ, формування розуміння принципів вимірювання фізичних величин, опанування способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок.

Можливість виконання навчального експерименту в умовах сучасного розвитку освіти, зокрема STEM-технологій, пов'язана з матеріальною комплектацією фізичного кабінету. У пропонованій статті розглянуто нові прилади цифрових лабораторій «Phywe» і «PASCO», надано перелік дослідів з фізики на їх основі, а також сформульовано концептуальні засади розвитку методики навчання фізики в технічних ЗВО.

До основних модулів STEM німецької компанії «Phywe» [5] належать: робототехніка, програмування, елементи механіки і статички, математичні програми, виробництво.

1. *Програмування* — кодування Arduino (рис. 4). Набір кодування Arduino Brick'Knowledge призначений для ознайомлення студентів із цифровою електронікою і програмуванням. Набір містить цифрові компоненти: 7-сегментні дисплеї; OLED-дисплей; перетворювач D/A або адаптер I2C; кодування мікроконтролера зі світлодіодами; аналоговий/цифровий перетворювач та цифровий/аналоговий перетворювач; Relais; обертові

кодери; OLED-дисплей; вимірювач функції розряду, характеристик діода; OLED та транзистор.

Набір Electronics Basic [5] призначений для ознайомлення суб'єктів навчання з найважливішими змінними і функціональними можливостями електронних схем.

Набір STEM «Електрика, електроніка, енергія, потужність та цифровий зв'язок» [5] (рис. 5) фокусується на електроенергії, електроніці, енергії до стандартів ISTE і ITEEA. Вступ до енергетики розпочинається з вивчення таких тем: «Системи перетворення енергії»; «Перетворення та зберігання енергетичних механізмів»; «Базова електрика»; «Співпраця людини та машини»; «Ознайомлення з роботою датчиків»; «Системи управління цифровим зв'язком та програмуванням».

2. *Робототехніка* — набір, за допомогою якого можна простим способом розпочати програмування і визначити основні принципи роботи роботів. Студенти можуть використовувати датчики і пускачі для побудови, а потім керування роботами. ВТ «Smart Controller» допомагає запрограмувати планшет (iOS/Android) зі застосуванням безкоштовного додатка. Цей набір може використовуватися в навчанні під наглядом, а також без нагляду, тому це ідеальний і простий для розуміння спосіб, щоб молодь отримала свій перший досвід програмування.

3. *3D-принтери* — технології, які доцільно використовувати для STEM-навчання в технічних

ЗВО з урахуванням міжпредметних зв'язків. Високоточний 3D-принтер — це принтер 2 в 1 із верстатом з ЧПУ, що використовується для обробки різних матеріалів, зокрема дерева, акрилу. Для ознайомлення студентів із сучасними технологіями 3D-принтер 2 в 1 — простий та дидактично інтуїтивний спосіб.

4. *Сонячна й біоенергія* (рис. 6) — експериментальний набір, що характеризує міждисциплінарний підхід у процесі виробництва біодизелю. Транспортний футляр оснащений усіма необхідними компонентами, а саме: виробництвом біоетанолу біотехнологічними процесами, виробництвом біодизелю, спиртовим бродінням, перегонкою. Крім того, з цим набором можна генерувати електричну енергію з отриманого біоетанолу (з використанням наявного етанолу), паливний елемент, а також вимірювати його вихід за допомогою модуля потенціометра і модуля двигуна.

5. *Використання електронної мобільності* — набір, за допомогою якого розглядають фізичні і технічні основи, а також застосування різних батарей. Набір містить вісім типів акумуляторів (літій-полімерний акумулятор), конденсатор, паливний елемент, що дає змогу вивчити такі характеристики, як термін експлуатації і способи зарядки. Якісні і кількісні експерименти використовуються для дослідження властивостей різних типів акумуляторів.

6. *Математичні програми — двійкові системи, алгоритми і структури даних.* Логічний набір Brick'Nknownledge придатний для швидкого запуску технології цифрових схем.

Під час роботи з посібником, який містять дидактично структуровані приклади схем, студенти дізнаються про булеву алгебру та її застосування: найважливіші цифрові схеми, такі як суматор, регістр зсуву, лічильник. Комплексний логічний набір забезпечує викладачів практичною основою для щоденного викладання. За допомогою цього комплекту можна вивчати таке: основи логіки джерела цифрового струму (логічний рівень, комбінаторний контур, послідовний контур); програмовані логічні модулі (PAL, GAL, CPLD, FPGA); основні схеми (інвертор, ворота: AND, АБО, NAND, NOR, XOR, XNOR); цифровий лічильник (1-розрядний півсумарний і 1-бітний повний суматор, 4-розрядний повний суматор); види фліпфлопу; реєстр зрушень; лічильник (двійковий, BCD, 3-розрядний, 4-розрядний).

Проектні навчальні модулі компанії «PASCO» [6] фокусуються на всіх чотирьох компонентах STEM і керуються національними стандартами навчання на основі діяльності, що ґрунтується на міждисциплінарному та інтеграційному підходах.

Розглянемо досліди, що виконуються за допомогою приладів компанії «Phywe» [7].

Дослідження фізичної форми серця за допомогою напруги. Електрокардіограма (ЕКГ) може фіксувати суму електричної активності всіх волокон серцевого м'яза. В умовах стресу серцева діяльність збільшується, щоби підтримувати стабільність серцево-судинної системи. Скорочення серця не можна контролювати за бажанням. Цей експеримент допомагає вивчити, як фізичне навантаження впливає на відповідну

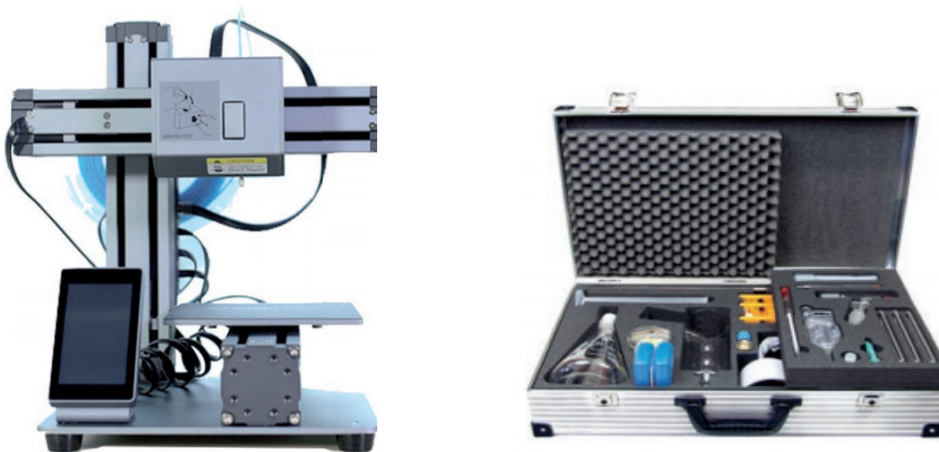


Рис. 6. Експериментальний набір «Сонячна й біоенергія»

діяльність серця. Переваги комплекту: немає небезпеки ураження електричним струмом завдяки бездротовій роботі; дані можна отримувати за допомогою планшетів; вимірювання можна здійснювати на відкритому повітрі в режимі планшетного ПК незалежно від сайту; режим бездротового вимірювання дає змогу використовувати його в спортивній медицині; проста робота з додатком зручна для користувача без спеціальної освіти. За допомогою пропонованого обладнання студенти дізнаються про серцеву діяльність, роботу серцевого м'яза й електрокардіограму (таблиця).

Вивчення магнітної дії котушок і закону Біо — Савара — Лапласа. За допомогою тесламетра (перетворювача Холла) (рис. 7) вимірюється магнітне поле уздовж осі рамки і котушок з різними параметрами; досліджується залежність між максимальною напруженістю магнітного поля і параметрами котушки; порівнюються табличні й експериментальні значення. За допомогою перетворювача Холла можна визначити: щільність магнітного потоку в різних рамках і вивчити його залежність від радіуса і кількості витків; магнітну постійну; щільність магнітного потоку вздовж осі довгих котушок, а також порівняти отримані значення з табличними. Отже, студенти отримують знання про закон Біо — Савара, ефект Холла, магнітне поле, індукцію, щільність магнітного потоку.

Перспективи подальших досліджень полягають в удосконаленні пропонованого навчального обладнання, для чого необхідно доопрацювати методіку і техніку виконання навчального експерименту з фізики в технічному ЗВО в умовах розвитку STEM-освіти.



Рис. 7. Перетворювач Холла

№ з/п	Назва
1	Кольорові екранні дроти для електрофізіології — 3 шт. 
2	Електроди для датчика ЕКГ — 100 шт. 
3	Затискач «Крокодил» для одноразового користування — 3 уп. 
4	«Cobra 4» датчик «Електрофізіологія»: ЕКГ, ЕМГ, ЕОГ 
5	Цифрова лабораторія «Cobra Wireless/USB-Link» з USB-кабелем 

Список використаних джерел

1. Величко С. П., Вовкотруб В. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту: монографія. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. — 128 с.
2. Кузьменко О. С., Садовий М. І., Вовкотруб В. П. Інтерферометри. Фізичний практикум з оптики з новим та нетрадиційним обладнанням : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. — Кіровоград : КЛА НАУ, 2015. — 204 с.
3. Садовий М. І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики : навч. посіб. для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. — Кіровоград: Вид-во ПП «Каліч О. Г. », 2007. — 138 с.
4. Робоча програма з дисципліни «Фізика» для курсантів за напрямком підготовки 6.07102 «Аеронавігація», професійного спрямування «Аварійне обслуговування та безпека на авіаційному транспорті» / Укладач : О. С. Кузьменко. — Кіровоград : КЛА НАУ, 2016. — 23 с.
5. Digital Education for Natural Sciences in Schools. — URL : https://repository.curriculab.net/files/productflyer/00218_02_digital-education-for-natural-sciences-in-schools.pdf (дата звернення: 22.11.2019).
6. Free Labs & Experiments. — URL : <https://www.pasco.com/digital-library/>(дата звернення: 23.11.2019).
7. Phywe. Excellence in science. — URL : <https://www.phywe.com/ru/p1522160.html#tabs1>. (дата звернення: 23.11.2019).

Ольга Кузьменко

ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: НА ПРИМЕРЕ ЛАБОРАТОРИЙ «PASCO» И «PHYWE»

В статье рассмотрено внедрение цифровых лабораторий в образовательный процесс технических учреждений высшего образования. Физический эксперимент является основным фактором развития STEM-образования и методики обучения физике в таких учреждениях. Рассмотрены модули цифровых лабораторий «Phywe» и «PASCO». Использование такого STEM-оборудования активизирует познавательную-поисковую деятельность студентов к изучению естественно-научных дисциплин.

Ключевые слова: методика обучения физике, физический эксперимент, междисциплинарный подход, STEM-образование, технические учреждения высшего образования.

Olga Kuzmenko

DIGITAL REALITY IN STEM-EDUCATION TECHNOLOGY IN PHYSICAL EDUCATION IN HIGHER EDUCATION TECHNICAL INSTITUTIONS: “PASCO” AND “PHYWE” LABORATORY

In the article physical experiment is considered as the main factor of development of STEM-education in higher educational establishments of technical profile and methods of teaching physics, in particular optics. The work of the physical workshop based on the use of modern STEM equipment is considered, which allows to investigate the phenomenon of interference and to activate the cognitive-search activity of students in the conditions of development of STEM-education.

Key words: physics teaching method, optics, physical experiment, interference, STEM-education, technical direction of training.