

4. Дорожная карта осуществления Глобальной программы действий по образованию в интересах устойчивого развития – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geogr.msu.ru/science/projects/our/docs/doroz_karta_OUR_2015.pdf (дата обращения 01.06.2015).

5. Швец В. Я., Палехова Л. Л., Палехов Д. А., Иванников А. Л. Имплементация идей устойчивого развития в учебные программы студентов экономических специальностей // *Економічний вісник Національного гірничого університету*. – 2014. – № 2. – С. 114–119. ISSN 2073-9982.

6. Палехов Д. А., Шмидт М., Хансманн Б., Палехова Л. Л., Копылов А.Б., Иванников А. Л. Проблема организации высшего образования в интересах устойчивого развития // «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». Сборник научных трудов: ТулГУ. – Тула, 2014. – Т. 1. – С. 34–52. ISBN 978-5-7679-2923-8.

7. Палехова Л. Л., Палехов Д. А. Совершенствование образования студентов экономических специальностей в интересах устойчивого развития // *Инновации в создании и управлении бизнесом. Материалы V Международной научной конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов «Инновации в создании и управлении бизнесом»*, 15-17 октября 2014. – Москва : РУДН, 2014. – С. 83–87. – 169 с. ISBN 978-5-209-06113-7.

ОГЛЯД ЦИФРОВИХ ФІЗИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ЯК КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЛАБОРАТОРНИХ СИСТЕМ

Юрченко А.

Завдяки активному і повсюдному використанню комп'ютерної техніки та розвитку інтерактивного програмного забезпечення, яке покликане унаочнювати демонстрації різних фізичних процесів, моделювати досліди та опрацьовувати результати в автоматизованому режимі набули великої уваги цифрові лабораторії. У статті наведений короткий огляд деяких цифрових лабораторій з природничих наук та їх можливості використання.

Ключові слова: цифрова лабораторія, інформатизація освіти, ЦЛ «Архімед», лабораторна робота.

REVIEW OF DIGITAL PHYSICS LABORATORIES LIKE COMPUTERIZED LABORATORY SYSTEMS

Yurchenko A.

Due to the active and widespread use of computer technology and the development of interactive software, which is intended to apply visual methods demonstrations of various physical processes, simulate and process the results of experiments in automatic mode have gained much attention to the digital laboratory. This article is a brief overview of some digital laboratories natural sciences and their possible use.

Key words: digital laboratory, informatization of education, DL "Arhimed", laboratory work.

Вступ. Стрімкий розвиток інформаційних систем призводить до необхідності узгодження нових комп'ютерних технологій з методикою навчання різних предметів в цілому, навчання фізики зокрема. Основна мета впровадження інформаційних технологій (ІТ) полягає у вдосконаленні якості навчання, у досягненні більш глибокого і повного розуміння суті фізичних процесів і явищ, що вивчаються.

Це, в свою чергу, означає необхідність впровадження цифрової та комп'ютерної техніки в практику викладання тих предметів, які дозволяють це здійснити. До таких предметів в першу чергу відноситься фізика.

Постановка задачі. У зв'язку із загальною інформатизацією освіти і швидким розвитком цифрових засобів обробки інформації назріла необхідність впровадження в навчальний фізичний експеримент сучасного демонстраційного і лабораторного обладнання з використанням цифрових засобів обробки даних, так званих «цифрові лабораторій» (ЦЛ). Комплексне використання сучасної комп'ютерної та цифрової техніки разом з фізичним обладнанням дає нові можливості для розкриття невичерпного дидактичного потенціалу фізичного експерименту для майбутнього вчителя фізики.

Цифрові лабораторії надають можливість:

- скоротити час, який витрачається на підготовку і проведення фронтального або демонстраційного експерименту;

- підвищити наочність експерименту та візуалізацію його результатів, розширити список експериментів;
- проводити вимірювання в польових умовах;
- модернізувати вже звичні експерименти.

Аналіз науково-методичної літератури, періодичних видань та інтернет-джерел стосовно використання терміну «цифрова лабораторія» дозволяє стверджувати, що під ЦЛ розуміють сукупність спеціальної цифрової техніки та відповідного програмного забезпечення для її використання та подальшого опрацювання «знятих» результатів.

Заболотний В. Ф. та Лаврова А. В. трактують термін ЦЛ як сучасна універсальна комп'ютеризована лабораторна система, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології тощо [1].

ЦЛ – це набір цифрової техніки, датчиків, симуляторів, програмних засобів необхідних для збирання, перегляду, та опрацювання деяких явищ [2].

Згадані означення ЦЛ давалися з урахуваннями використання засобу у шкільному навчанні фізики. Це дозволяє говорити про актуальність проблеми формування умінь використовувати такі ЦЛ вчителями фізики, що зумовило необхідність знайомства з ними студентів відповідних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Результати роботи. Загалом, наразі у світі нараховується велика кількість різноманітних ЦЛ. Вони призначені не тільки для експериментів і лабораторних дослідів під час вивчення фізики, а й для досліджень при вивченні біології, географії, хімії, екології тощо.

Перші покоління ЦЛ були розраховані тільки на лабораторну роботу учнів. У їх основу входили КПК Palm M130 і вимірювальні інтерфейси (реєстратори даних) ImagiWorks (рис. 1). Наступні, більш сучасні версії лабораторій дозволяють

проводити і демонстраційний експеримент. Останні покоління реєстраторів дають можливість розміщувати дані і результати обробки в інформаційне середовище, у тому числі, і середовища дистанційного навчання або інформаційні засоби навчання. Це додатково дозволяє робити одержані дані чи результати доступними для «колег» по дослідженню не тільки з сусідньої парти, але й з іншого міста або країни [3].

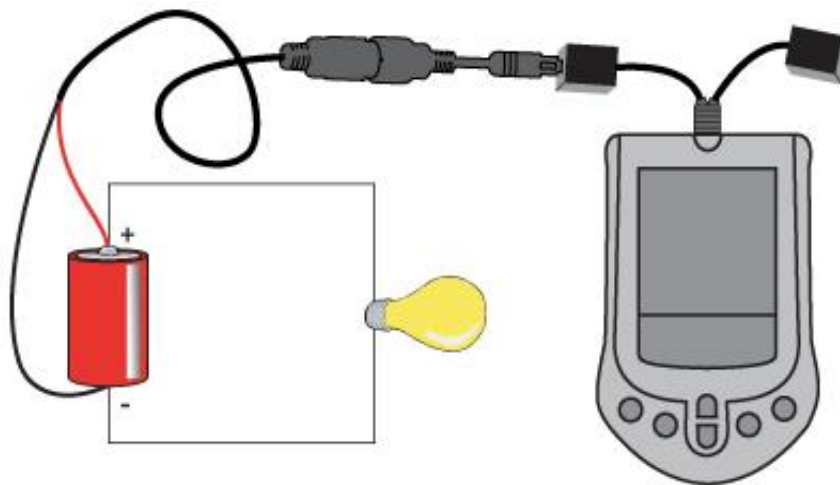


Рис. 1. ЦЛ на основі КПК Palm M130

Серед популярних лабораторій можна виділити наступні.

Цифрова лабораторія «Einstein» (рис. 2) передбачає використання різних цифрових датчиків, за допомогою яких можна проводити широкий спектр досліджень, демонстраційних і лабораторних робіт, а також здійснювати науково-дослідні проекти, що сприяють вирішенню міжпредметних завдань. Така лабораторія надає можливість проводити різного роду природничо-наукові експерименти як у приміщенні навчального закладу, так і за його межами. Програмне забезпечення для аналізу експериментальних даних є простий, зручний, інтуїтивно зрозумілий школярам інтерфейс. Як зазначено у [4], задану ЦЛ з успіхом використовують для проведення шкільних лабораторних робіт та досліджень під час експедицій у позашкільний час. Широкого поширення ЦЛ «Einstein» набула у школах Росії.

Мобільна природничо-наукова лабораторія «LabDisc» (рис. 3) з мультисенсорним реєстратором даних для проведення експериментів у курсах природничих наук у початковій і середній школі. У ЦЛ «LabDisc» передбачено використання інструменту автоматичного тестування і калібрування усіх датчиків, внаслідок чого вимірювання можуть початися вже у момент його включення. Для проведення реєстрації даних у польових умовах ЦЛ «LabDisc» має акумулятор на 150 годин роботи, графічний дисплей, кнопкову клавіатуру і пам'ять на 100 000 вимірювань. ЦЛ «LabDisc» може взаємодіяти з комп'ютером через USB-кабель або бездротове з'єднання Bluetooth. Завдяки мобільності лабораторії можна легко робити виміри в різних місцях, не будучи «прив'язаними» до робочого місця. ЦЛ «LabDisc» використовується в навчальних закладах країн Європи [5].



Рис. 2. Реєстратор даних,
ЦЛ «Einstein»



Рис. 3. Реєстратор даних,
ЦЛ «LabDisc»

ЦЛ «Pasco» є високотехнологічною науковою лабораторією, широкий спектр обладнання якої дозволяє викладачеві та учням за допомогою високоточних датчиків демонструвати і проводити досліди з фізики, хімії, біології, географії, екології, а також ряд наукових експериментів в рамках університетської програми з фізики. Математичний апарат ЦЛ дозволяє проаналізувати і вивести будь-яку існуючу закономірність [6].

Основним елементом ЦЛ «Pasco» є мобільний пристрій SPARK ScienceLearningSystem (рис. 3). За допомогою мобільного

пристрою можна знімати показання з датчиків «Pasco», візуалізувати отримані дані і проводити аналіз цих даних. SPARK ScienceLearningSystem включає в себе більше 60 безкоштовних встановлених лабораторних робіт SPARKlabs. Ці роботи інтегрують в собі фонові зображення, збір та аналіз даних і навіть систему оцінювання.

За час існування ЦЛ «Pasco» активними користувачами пристроїв стали шкільні вчителі, викладачі вузів, школярі та студенти з більш ніж 80 стан світу.



Рис.3. Мобільний пристрій SPARK ScienceLearningSystem, ЦЛ «Pasco»



Рис. 4. Планшет з інтегрованими в корпус вимірювальними приладами, ЦЛ «Relab Inside»

Класична ЦЛ «Relab» від російського виробника цифрових лабораторій, програмного забезпечення та навчального обладнання. За своїми параметрами лабораторії поділяють на три типи. ЦЛ «Relab Standart» датчики якої підключаються безпосередньо до планшета, персонального комп'ютера або ноутбука без додаткових пристроїв (реєстраторів). «Relab Inside» – ЦЛ з вбудованими датчиками. Являє собою блок, з планшетом на базі ОС Android та інтегрованими в корпус вимірювальними приладами (рис. 4). Крім вбудованих, можливе використання будь-яких зовнішніх датчиків з каталогу Relab. «Relab Point» – лабораторія на базі мультидатчика, який поставляється у форм-факторі стандартних вимірювальних пристроїв Relab, але фактично містить від двох до восьми датчиків усередині корпусу. Такий

підхід дозволяє розмістити в одному пристрої цілий набір датчиків [7].

Для професійних та вищих навчальних закладів «Relab» виробляє лінійку лабораторних комплексів і установок з різних дисциплін. Відмінною особливістю вироблюваного устаткування є повне інтегрування з інформаційно-вимірювальними системами, що дозволяє учням спостерігати основні фізичні процеси, приховані від безпосереднього спостереження.

ЦІ «L-мікро» являє собою єдине експериментальне середовище, об'єднуючи демонстраційне обладнання і набори для лабораторних робіт та практикуму. Його ядром є персональний комп'ютер з вимірювальним блоком (рис. 5). Для проведення вимірювань до вимірювального блоку підключаються датчики фізичних величин. Комп'ютерний вимірювальний комплекс доповнюється цифровими вимірювачами, застосування яких для вирішення ряду педагогічних завдань має переваги у порівнянні з комп'ютером. Комплекти обладнання ЦІ охоплюють основні розділи шкільного курсу.

Демонстраційне обладнання «L-мікро» успішно працює в багатьох школах Росії. Сьогодні, вивчення методики проведення демонстраційного експерименту на ЦІ «L-мікро» входить в програму навчання студентів ВНЗ і слухачів курсів підвищення кваліфікації регіональних інститутів підвищення кваліфікації працівників освіти [8].

Програмно-апаратний комплекс для демонстраційних робіт «AFS» (“AllForScholl”) являє собою цифрову природничо-наукову лабораторію на базі комп'ютерного обладнання з датчиками реєстрації даних (рис. 6). ПО включає в себе комплекс експериментальних робіт для школярів з фізики, хімії та біології з використанням комп'ютерного обладнання і датчиків.

ЦІ «AFS» дозволяє проводити вимірювання, здійснювати математичну обробку, візуалізацію та аналіз отриманих результатів [9].



Рис. 5. Вимірювальний блок,
ЦЛ «L-мікро»



Рис. 6. Датчик відстані Go!Motion,
ЦЛ «AFS»

Цифрові лабораторії німецької компанії *PHYWE* (рис. 7) спеціально розроблені для шкільної навчальної програми і відповідають комплексному підходу в сучасному навчанні. Вони дозволяють зробити процес навчання простим, доступним і захоплюючим, сфокусовані на актуальних експериментах, а значить, і на прямому досліді при взаємодії з науковими явищами.

Розробники компанії створили потужну систему для комп'ютеризованого експерименту – ЦЛ «COBRA 3» і «COBRA 4», в основному для експлуатації в умовах лабораторного практикуму вузів [10]. У Росії ця система активно експлуатується вже понад семи років і у всіх вузах показала свою надійність і велику методичну цінність для навчального процесу.

Основним елементом ЦЛ є базова установка (рис. 8) з підключеними до неї модулями датчиків. Лабораторія може керуватися або за допомогою комп'ютера, або за допомогою операційної установки (комп'ютерного блоку).

Використання лабораторій саме цього виробника залишає у шкільних вчителів і викладачів інших навчальних закладів відчуття, що вони отримали для роботи сучасний, надійний, інформативний інструмент, який істотно поліпшує навчальний процес, що дозволяє викладачеві швидше і ефективніше викладати навчальний матеріал, а учням більш повно і якісно його освоювати.



Рис. 7. Реєстратор даних Wireless-Link, ЦЛ «COBRA 4»



Рис. 8. Базовий блок, ЦЛ «COBRA 3»

До нового покоління шкільних природничо-наукових лабораторій, призначених для проведення демонстраційних дослідів, лабораторних і практичних робіт, організації навчальних досліджень в галузі фізики, біології та хімії відносять ЦЛ «Архімед» до складу якої входять датчики та реєстратор і яка пропонується у двох варіантах.

Основу першого варіанту (рис. 9) складає NOVA Link – особливий реєстратор, який за допомогою USB кабелю може бути приєднаний до будь-якого комп'ютера. Другий варіант – мобільний, в якому аналогічний реєстратор об'єднаний в одному корпусі з КПК «NOVA 5000» (рис. 10).



Рис. 9. NOVA Link і комплект датчиків, ЦЛ «Архімед»



Рис. 10. КПК «NOVA 5000» і датчики, ЦЛ «Архімед»

Реєстратор даних призначений для роботи з програмним забезпеченням MultiLab, використовуючи яке можна отримати зображення даних у вигляді графіків, таблиць або показів шкали приладу [11]. При цьому отримання даних від пристрою Nova Link здійснюється в режимі реального часу.

ЦЛ «Архімед» отримали широке поширення в школах Росії і ефективно застосовуються вже більше дев'яти років [12].

Висновки. Узагальнюючи опис вищезазначених лабораторій можна сказати, що ЦЛ – це обладнання для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з природничих дисциплін, проектної та дослідницької діяльності учнів. Лабораторії більшою мірою представлені комп'ютером, до якого підключається пристрій збору даних від різних датчиків. Устаткування компактне, мобільне, його можна брати з собою в експедиції або на екскурсії, щоб безпосередньо на місці проведення експерименту провести точні виміри. Завдяки ЦЛ, дослідження учнів можуть стати більш обґрунтованими та доказовими.

До недоліків більшості ЦЛ можна віднести:

- вартість обладнання – не всі школи можуть їх отримати, так як обладнання коштує великих грошей;

- не адаптованість до університетської програми – майже всі лабораторії розроблені для виконання лабораторних робіт та практикумів по шкільній програмі і не дають можливості використання їх у вищих навчальних закладах;

- «слабе» методичне забезпечення – використовуючи лабораторії учителю треба удосконалювати усі шкільні лабораторні роботи традиційного типу до робіт із застосуванням лабораторії. Це пов'язано з тим, що у вільному доступі майже не має розроблених лабораторних робіт із використанням ЦЛ, хоча деякі фірми-розробники розповсюджують безкоштовні розробки робіт.

Вважаємо, що майбутнім вчителям фізики необхідно вивчати сучасні засоби такого типу, оскільки ЦЛ починають

активно з'являтися на лабораторних столах шкіл України. Як показує практика у підготовці вчителів фізики, упровадження експериментів і лабораторних досліджень на їх основі дозволяє вирішувати міжпредметні завдання – освоювати поняття і методи, що відносяться до статистики, математики, інформаційних технологій.

Також використання сучасних ЦЛ виступає ефективним способом активізації дослідницької діяльності майбутніх вчителів фізики. Наочні демонстрації з основних розділів фізики (від механіки до оптики) з використанням сучасних інформаційних технологій в подальшому допоможе зрозуміти і освоїти принципи одержання даних та здійснення автоматизованих розрахунків.

Література

1. Заболотний В. Ф. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova5000 / В. Ф. Заболотний, А. В. Лаврова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер.: Педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 82–85. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/j-pdf/znpkr_ped_2013_19_31.pdf.
2. Федорова Ю. В. Лабораторный практикум по физике с применением цифровых лабораторий: Книга для учителя. / А. Я. Казанская, А. Ю. Панфилова, Н. В. Шаронова. – М. : Бином, 2012. – 190 с.
3. Верховцева М. О. Современные цифровые лаборатории в подготовке студентов физических специальностей педагогического института / Порохов Д. А., Трополева О. Л. // Естественно-математическое образование в современной школе. Сборник научных трудов / Под общ. ред. М. А. Шаталова. – Вып. 3. – СПб., ЛОИРО, 2009. – С. 190–194.
4. О новом поколении цифровых лабораторий Эйнштейн. Сергиенко Д. И., Чернышов Д. В. Сборник трудов XXV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании», ИТО-Троицк «Применение инновационных технологий в образовании», 2014.
5. Рустамов Э. Применяемые в бакинских школах новейшие технологии повышают интерес детей к естественным наукам [Электронный ресурс]: – Информационное Агентство "The First News". – Режим доступа:

<http://www.1news.az/society/20150504045619030.html> (дата обращения 04.05.2015)

6. Горбушин А. Г. Цифровые лаборатории PASCO – новый проектно-деятельностный подход к обучению // *Zbiór raportów naukowych. „Nauka dziś: teoria, metodologia, praktyka, problematyka„*. (30.07.2014 – 31.07.2014) – Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. – 96 str.

7. Relab – российский производитель цифровых лабораторий. [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. Официальный сайт компании Relab. – Режим доступа: <http://www.relab.ru/download/Relab.pdf>. – Цифровые лаборатории для школ «Relab»

8. Ханнанов Н. К. Работы компьютеризированного лабораторного практикума по физике с использованием оборудования L-микро/ Н. К. Ханнанов, Д. М. Жилин, О. А. Поваляев и др. // *Материалы X международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум»*. – Астрахань, 2008. – С. 258–259.

9. Волкова С. А., Пустовит С. О. Недостатки и преимущества применения цифровой лаборатории «AFS» в обучении химии в средней школе // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2013. – № 4 – С. 70–73 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rae.ru/meo/?section=content&op=show_article&article_id=4711 (дата обращения 30.05.2015).

10. Компьютеризированный эксперимент с использованием системы «COBRA 4»: книга для учителя [Текст] / Пер. и адаптация М. А. Петровой – М., 2008 – 155 с.

11. Цифровая лаборатория Архимед 4.0: Физика [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Институт новых технологий. – Режим доступа: <http://www.int-edu.ru/object.php?m1=3&m2=2&id=1004> (дата обращения 02.04.2015).

12. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті / А. Петриця // *Молодь і ринок*. – 2014. – № 6. – С. 44–48. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Mir_2014_6_11.pdf.