

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.

Артем Юрченко
Інститут інформатики
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна

ЦИФРОВІ ФІЗИЧНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК АКТУАЛЬНИЙ ЗАСІБ НАВЧАННЯ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Інформатизація суспільства зумовила глибоке проникнення інформаційних технологій в освітню галузь. Принципово змінився не лише матеріально-технічний рівень забезпечення навчання різних предметів, а і з'явилися нові інформаційні засоби, які по своїй суті дозволяють організувати моделювання, емуляцію та експеримент і не вимагають при цьому додаткового спеціального обладнання. До таких засобів у галузі фізики відносяться віртуальні або цифрові фізичні лабораторії, які наразі цікавлять не лише фізиків-науковців, а й дослідників у галузі педагогічних наук.

Їх поява стала можливою 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.

Використання цифрових лабораторій (ЦЛ) дозволяє отримати уявлення про суміжні освітні області: інформаційні технології; сучасне обладнання дослідної лабораторії; математичні функції і графіки, математична обробка експериментальних даних, статистика, наближені обчислення; методика проведення досліджень, складання звітів, презентація виконаної роботи.

Як зазначено у [13], у порівнянні з традиційним обладнанням, ЦЛ надають можливість:

- скоротити час, який витрачається на підготовку і проведення фронтального або демонстраційного експерименту;
- підвищити наочність експерименту та візуалізацію його результатів, розширити список експериментів;
- з великою точністю обробити і проаналізувати дані експерименту;
- проводити вимірювання у 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.

На підтвердження цього наведемо кілька подібних визначень.

Визначення «цифрова лабораторія» за Максютюю С.Є.: «Нове покоління шкільних природничо-наукових лабораторій, призначених для проведення фронтальних і демонстраційних дослідів, для організації навчальних досліджень і дослідницьких практик» [5].

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 [3].

ЦЛ – це набір цифрової техніки, датчиків, симуляторів, програмних засобів необхідних для збирання, перегляду, та опрацювання деяких явищ [10].

Подібні визначення ЦЛ можна зустріти також в [2, 7, 8].

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. Усвідомлюючи таку потребу, у НПУ ім. М.П. Драгоманова розпочато роботу з впровадження у навчальний процес підготовки фізиків-бакалаврів однієї з провідних на сьогоднішній день ЦЛ «Архімед».

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 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 [1].

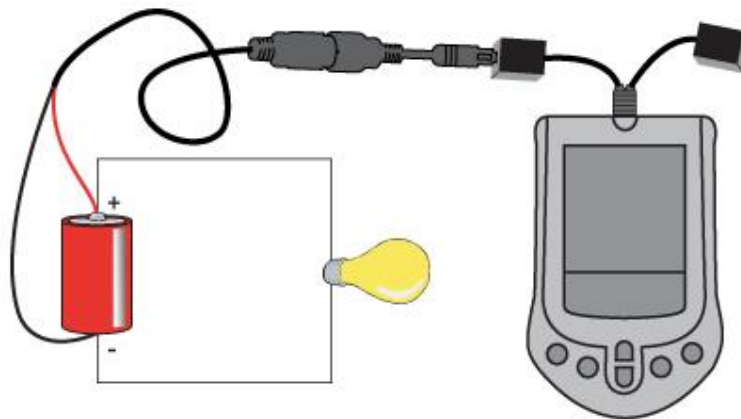


Рис. 1. ЦЛ на основі КПК Palm M130

Серед популярних лабораторій згадаємо 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 [6], 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.



Рис. 2. Реєстратор даних ЦЛ «Einstein»



Рис. 3. ЦЛ «LabDisc»

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, кнопку 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 [9].

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 *цифрову лабораторію «Архімед»* до складу якої входять датчики і реєстратор і яка пропонується у двох варіантах.

Основу першого варіанту (рис. 4) складає NOVA Link – особливий реєстратор, який за допомогою USB кабелю може бути приєднаний до будь-якого комп'ютера (рис. 6). Реєстратор має 4 порти, через які може бути одночасно підключено до восьми датчиків (рис. 7), що більш ніж достатньо для проведення різних за рівнем складності експериментів і істотно розширює можливість індивідуальної і групової діяльності учнів.

Другий варіант – мобільний, в якому аналогічний реєстратор об'єднаний в одному корпусі з КПК «NOVA 5000» (рис. 5).



Рис. 4. NOVA Link і комплект датчиків



Рис. 5. КПК «NOVA 5000» і датчики

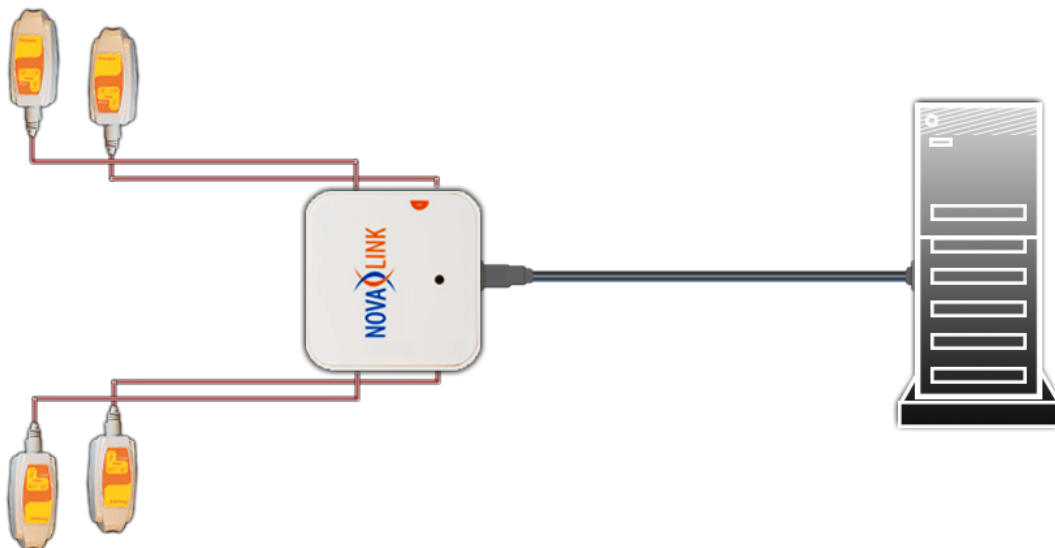


Рис. 6. Підключення реєстратора NOVA Link за допомогою USB кабелю



а



б

Рис. 7. Підключення датчиків до реєстратора даних NOVA Link

Реєстратор даних призначений для роботи з програмним забезпеченням MultiLab, використовуючи яке можна отримати зображення даних у вигляді графіків,

таблиць або показів шкали приладу (рис. 8). При цьому отримання даних від пристрою Nova link здійснюється в режимі реального часу (онлайн).

MultiLab – це комплексний додаток, що забезпечує реєстрацію експерименту: збір кількісних даних (показів датчиків), відображення їх на графіку, у таблиці, на табло приладу і математичну обробку отриманих даних. Також, мультимедійні можливості MultiLab дозволяють супроводжувати отримані дані синхронізованими відео- і аудіоматеріалами; містять відеоаналізатор руху, який здатний перетворювати відеозапис будь-якого руху в набір даних. Додаток повністю сумісний з відомими програмними засобами офісного призначення (MS Word і Excel). Швидке налаштування експерименту і наочне відображення одержуваних у процесі експерименту даних, зручні інструменти аналізу, дозволяють за обмежений час проводити більше експериментів і перевіряти більше гіпотез, що може забезпечити швидке і міцне засвоєння навчального матеріалу [12].

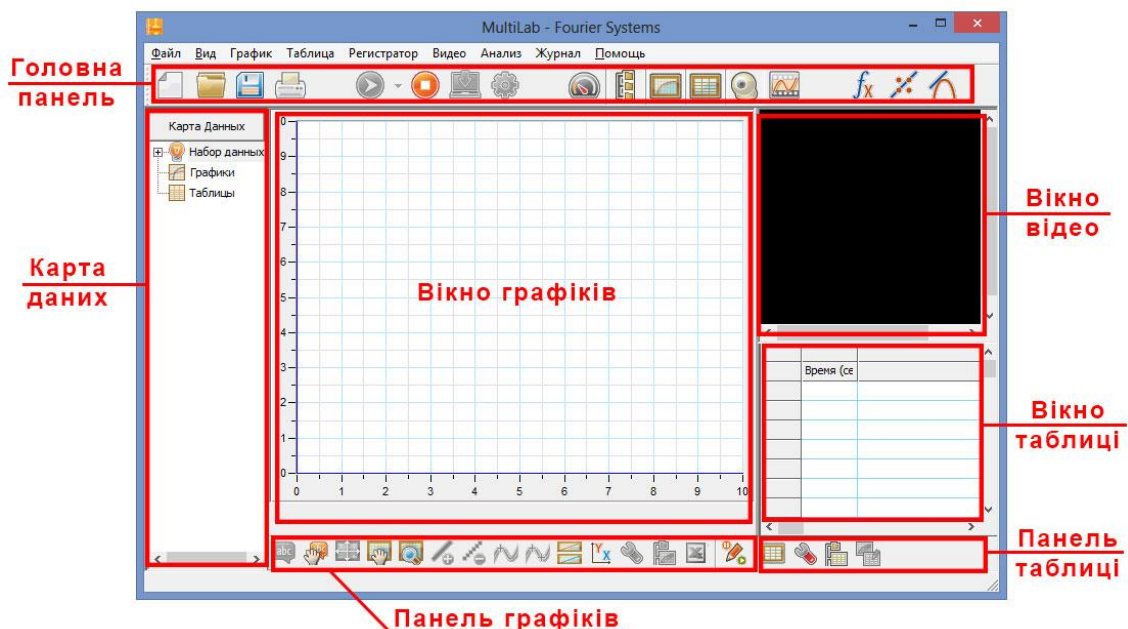


Рис. 8. Головне вікно програмного забезпечення MultiLab

Як зазначають розробники, застосування у навчальному процесі ЦЛ «Архімед» має на меті полегшити розуміння фізичних явищ, підвищити інтерес до досліджуваних дисциплін, розширити дослідницьку складову у вивченні природничих наук, а також навчити користуватися інформаційними технологіями як сучасним і зручним інструментом.

ЦЛ «Архімед» отримали широке поширення в школах Росії і ефективно застосовуються вже більше дев'яти років. Як зазначено у [11], практично в кожній третій школі Москви у вчителів є така лабораторія у кількості 8, 16 або 32 комплекти на кабінет. Проект «Архімед» в Росії – це результат спільної роботи Інституту нових технологій і компанії Fourier Systems (Ізраїль). За відгуками вчителів тих шкіл, які отримали такі лабораторії [4], використання цифрових лабораторій сприяє підвищенню інтересу у школярів до фізики і дозволяє учням працювати самостійно, при цьому отримуючи не тільки знання в галузі природничих наук, а й досвід роботи з цікавою і сучасною технікою, комп'ютерними програмами, досвід взаємодії дослідників через інформаційний пошук і презентацію власних результатів досліджень. Учні отримують

можливість займатися дослідницькою діяльністю і самостійно аналізувати отримані дані, не обмежуючись темою конкретного уроку.

У комплекті з ЦЛ «Архімед» надаються методичні вказівки до лабораторних робіт з шкільного курсу фізики. Але, у мережі Інтернет у вільному доступі цього керівництва не має. Тому вчителям, які мають бажання використовувати ЦЛ у лабораторному практикумі, потрібно додатково розробляти вказівки до використання лабораторії або доповнювати запропоновані лабораторні роботи.

Цей комплекс детально охарактеризований у дослідженні М.А. Петрової [8], де зазначено, що розробники ЦЛ «Архімед» передбачили виконання широкого спектру фізичних демонстрацій і лабораторних робіт з усіх розділів шкільного курсу фізики. Проте слід зазначити, що особливості його використання при проведенні демонстраційного експерименту вивчені недостатньо. Так, у І.Я. Філіппової [12] розглянуті кілька демонстраційних експериментів з використанням ЦЛ «Архімед». При цьому наголошується, що перевагою використання системи датчиків у сукупності з програмою обробки даних MultiLab є можливість вибору рівня і способу обробки результатів (наприклад, можливість апроксимації кривої, використання функції відеоаналізу тощо), однак саме це вимагає від учителя більших навичок у роботі з самим устаткуванням і з вимірювальним комплексом. Максюта С.Є. [5] у своїх дослідженнях стверджує, що використання ЦЛ «Архімед» сприяє отриманню нових освітніх результатів: формування навичок роботи на сучасному обладнанні дослідної лабораторії; формування і розвиток дослідницьких умінь; формування комп'ютерної грамотності, проте вчитель не може відразу ефективно використовувати новий інформаційний засіб, оскільки перед ним виникають істотні технічні та методичні труднощі.

На основі вивчення принципу роботи та функціонування ЦЛ «Архімед» нами розробляється комплекс лабораторних робіт, який дозволить пройти початковий етап знайомства з функціями цифрової лабораторії, навчитися організовувати віртуальні фізичні експерименти та вимірювання при проведенні натурального експерименту і які можуть знадобитися студентам для подальших досліджень у фізиці та інших природничих науках.

Такий комплекс додатково буде містити методичні рекомендації для майбутніх і працюючих вчителів фізики, що сприятиме вивченню принципів роботи ЦЛ «Архімед» і допоможе у проведенні класичних лабораторних робіт з фізики.

Ми вважаємо, що майбутнім вчителям фізики необхідно вивчати сучасні засоби такого типу, оскільки ЦЛ «Архімед» 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 цифрових лабораторій 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.

У ЦЛ передбачено повний набір характеристик, притаманних традиційній організації наукових досліджень. Їх включення у цифровий науково-дослідницький простір сприяє формуванню у молоді сучасної наукової картини світу, тому використання цифрових лабораторій в процесі підготовки майбутніх вчителів фізики

видається цілком виправданим і можливим на базі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Список використаних джерел

1. 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.
2. Жук Ю.О. Організація суб'єктно орієнтованого навчального середовища у дидактичному просторі «віртуальна лабораторія» [Електронний ресурс] / Ю. О. Жук // Інформаційні технології і засоби навчання. — К. : ІТЗН НАПН України, 2010. — № 3 (17). — Режим доступу : <http://www.ime.edu-ua.net/em17/emg.html>.
3. 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://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkr_ped_2013_19_31.pdf.
4. Лабораторный практикум по физике с применением цифровых лабораторий. Книга для учителя [Электронный ресурс] / Ю.В. Федорова, А.Я. Казанская, А.Ю. Панфилова, Н.В. Шаронова. – 2-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 191 с.
5. Максютя С.Е. Использование ЦЛА на уроках физики в условиях реализации ФГОС [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Управления образования Углегорского муниципального района. – Режим доступа: <http://uoimr.ru/sites/default/files/pedchteniya/2014/pedchteniya-2014-maksyuta.pdf> (дата обращения 07.05.2015).
6. 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
7. 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.
8. Петрова М.А. Применение цифровых лабораторий в учебном физическом эксперименте в общеобразовательной школе: дис. канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2008. – 260 с.
9. Рустамов Э. Применяемые в бакинских школах новейшие технологии повышают интерес детей к естественным наукам [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Информационное Агентство "The First News". – Режим доступа: <http://www.1news.az/society/20150504045619030.html> (дата обращения 04.05.2015)
10. 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.
11. Федорова Ю.В. О применении цифровых лабораторий «АРХИМЕД» в школе. – Интернет газета «Лаборатория знаний». – М.: БИНОМ. – Вып. 5, – июнь 2010.

12. Филиппова И. Я. Цифровая лаборатория "Архимед" [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Информационные технологии в преподавании физики. – Режим доступа: <http://ifilip.narod.ru/arch> (дата обращения 07.05.2015).
13. 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).

Анотація. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики.

У статті обґрунтовано потребу у вивченні майбутніми вчителями фізики цифрових фізичних лабораторій та зазначено про актуальність розробки відповідного методичного забезпечення на рівні педагогічного університету та загальноосвітнього навчального закладу.

Наведено означення терміну «цифрова фізична лабораторія», зазначено про вплив їх використання на якість навчального процесу: скорочення часу на підготовку і проведення фронтальних, демонстраційних та натурних експериментів, поліпшення наочності та фіксації результатів, підвищення точності вимірів, можливість комп'ютерного опрацювання експериментальних даних, розширення місць застосування приладів, модернізація «традиційних» лабораторних робіт. Коротко описано склад та сфери використання поширених у світі цифрових лабораторій «Einstein», «Архимед» та мобільної природничо-наукової лабораторії «LabDisc». Наведено аргументи на користь використання цифрової лабораторії «Архимед» у загальноосвітніх закладах України.

Ключові слова: цифрова лабораторія, комп'ютерний фізичний експеримент, ЦЛ, ЦЛ «Архимед».

Аннотация. Юрченко А. Цифровые физические лаборатории как актуальное средство обучения будущего учителя физики.

В статье обоснована необходимость в изучении будущими учителями физики цифровых физических лабораторий и отмечена актуальность разработки соответствующего методического обеспечения на уровне педагогического университета и общеобразовательного учебного заведения.

Охарактеризован термин «цифровая физическая лаборатория». Указано о влиянии использования цифровых физических лабораторий на качество учебного процесса: сокращение времени на подготовку и проведение фронтальных, демонстрационных и натурных экспериментов, улучшение наглядности и качества результатов, повышения точности измерений, возможность компьютерной обработки экспериментальных данных, расширение мест применения приборов, модернизация «традиционных» лабораторных работ.

Кратко описаны состав и сферы использования распространенных в мире цифровых лабораторий «Einstein», «Архимед» и мобильной естественнонаучной лаборатории «LabDisc». Приведены аргументы в пользу использования цифровой лаборатории «Архимед» в общеобразовательных учебных заведениях Украины.

Ключевые слова: цифровая лаборатория, компьютерный физический эксперимент, ЦЛ, ЦЛ «Архимед».

Abstract. Yurchenko A. Digital physical laboratories as a important mean of training of future teacher of physics.

The need in the study of digital physical laboratories by future teachers of physics is proved in the article. The relevance of the development of such methodological support at the level of the pedagogical University and secondary school is listed.

The definition of the term "digital physical laboratory" is given, the impact of their use on the quality of the educational process, among which the reduction of time for preparation and holding of the front, demonstration and field experiments, the improving of visibility and recording of the results, the improving of the accuracy of measurements, the possibility of computer processing of experimental data, the expanding the field of application of equipment, the modernization of "traditional" laboratory works, are discribed. The composition and areas of use in the world of digital laboratories "Einstein", "Archimedes" and of mobile natural-science laboratory "LabDisc" are briefly described The arguments in favor of using digital laboratory "Archimedes" in the secondary schools of Ukraine are given.

Keywords: digital laboratory, computer physical experiment, DL, DL "Archimedes".