

УДК 004.358:371.388:621.3

**О. П. Чорний, В. О. Огарь, Св. С. Романенко, О. М. Кравець, Т. П. Коваль, М. А. Усенко, О. В. Білик**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук

### **ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Для підвищення ефективності проведення занять з природничих дисциплін створено лабораторний практикум з вивчення основ електротехніки на уроках фізики у загальноосвітніх і спеціальних закладах освіти. Проведений аналіз ефективності використання інформаційних технологій та застосування віртуального лабораторного обладнання в освітньому процесі загальноосвітніх закладів. На основі аналізу існуючих підходів до створення віртуального дослідницького обладнання розроблено програмне забезпечення і створені віртуальні лабораторні роботи з предмету фізика. Віртуальні лабораторні роботи забезпечені відповідним методичним забезпеченням. Розглянуті аспекти соціального та економічного ефекту використання віртуальних лабораторних робіт.

**Ключові слова:** лабораторний практикум, фізика, освітні заклади, LabVIEW.

**А. П. Черный, В. А. Огарь, Св. С. Романенко, А. М. Кравец, Т. П. Коваль, М. А. Усенко, А. В. Билык**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, Кременчуг

### **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

Для повышения эффективности проведения занятий по естественным дисциплинам создан лабораторный практикум по изучению основ электротехники на уроках физики в общеобразовательных и специальных учебных заведениях. Проведен анализ эффективности использования информационных технологий и применения виртуального лабораторного оборудования в образовательном процессе общеобразовательных учреждений. На основе анализа существующих подходов к созданию виртуального исследовательского оборудования разработано программное обеспечение и созданы виртуальные лабораторные работы по предмету физика. Виртуальные лабораторные работы обеспечены соответствующим методическим обеспечением. Рассмотрены аспекты социального и экономического эффекта при их применении.

**Ключевые слова:** лабораторный практикум, физика, учебные заведения, LabVIEW.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Час, у якому ми живемо – це час інформатизації суспільства. Інформаційно-комунікаційні технології стрімко ввійшли у наше життя, і галузь освіти також не залишилась поза межами їх впливу. У навчальний процес і вищої, і загальноосвітньої школи упроваджуються електронні технології та форми навчання, які включають використання глобальної мережі Інтернет, електронні бібліотеки, навчально-методичні мультимедійні засоби, лабораторні практикуми з віддаленим доступом тощо. Разом із тим навчальні заклади в глобальному процесі інформатизації суспільства змушені забезпечувати необхідну якість підготовки фахівців (за найменших витрат) в умовах реконструкції та перебудови системи освіти [1, 2].

На сьогодні основною особливістю освіти є впровадження і використання інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних технологій [3]. Та на їх базі організація та проведення ефективного лабораторного практикуму з природничих дисциплін. Ця

необхідність зумовила створення віртуального лабораторного комплексу, який відповідає реальному фізичному лабораторному стенду. Віртуальні комплекси дозволяють ставити і вирішувати якісно нові, недоступні раніше і надзвичайно важливі для інтелектуального розвитку школяра або його підготовки до професійного оволодіння навичками майбутньої професії [4, 5]. Один з найбільш відповідних програмних пакетів для розробки таких віртуальних стендів – програмний пакет LabVIEW, що має досить зручний для користувача інтерфейс і потужні засоби графічного програмування. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) дозволяє розробляти прикладне програмне забезпечення для організації взаємодії з вимірювальною і керуючою апаратурою, збору, обробки і відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем в цілому.

Тому актуальною задачею є впровадження нових методів і засобів в навчальний процес з метою підвищення якості навчання, більш повного розуміння основних природних явищ і фізичних законів природи, максимального розкриття обдарування, інтелектуального розвитку об'єктів навчання.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** На сьогодні у світі існує велика кількість прикладів створення віртуальних лабораторних стендів, які застосовуються як в освітньому процесі, так і при проведенні наукових досліджень [6-9]. Прикладами віртуальних лабораторних робіт, таких, які використовуються на уроках фізики загальноосвітніх закладів є такі, що показані на рис. 1–14.

#### 6 клас. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

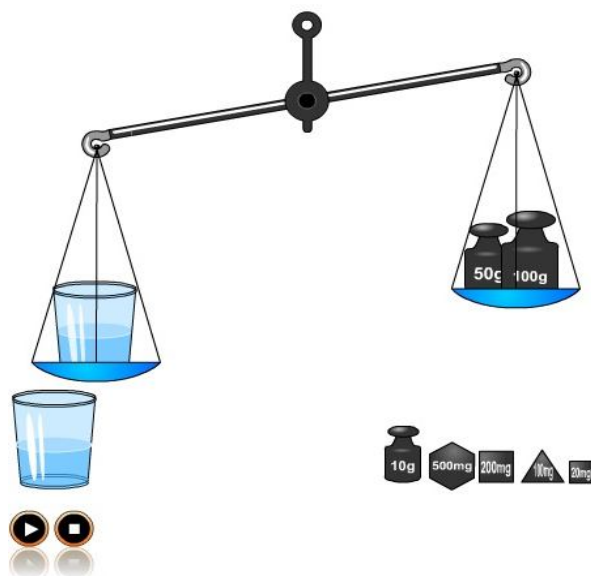


Рисунок 1 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Визначення маси тіла на терезах»

## 7 класс. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Определение частоты и периода колебаний математического маятника

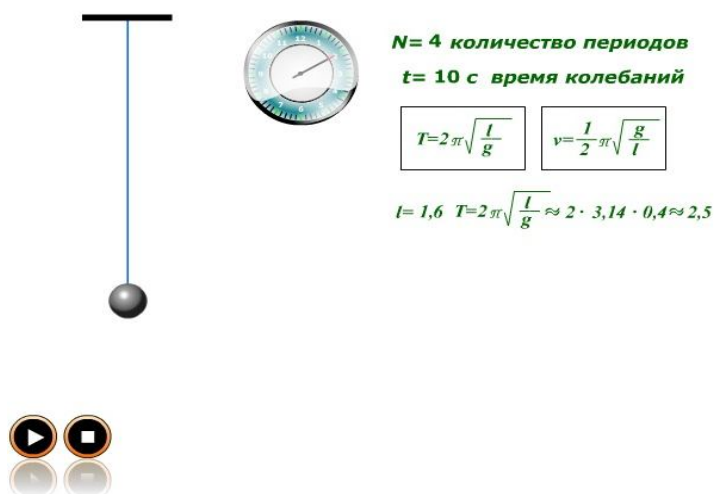


Рисунок 2 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Визначення частоти та періоду коливань математичного маятника»

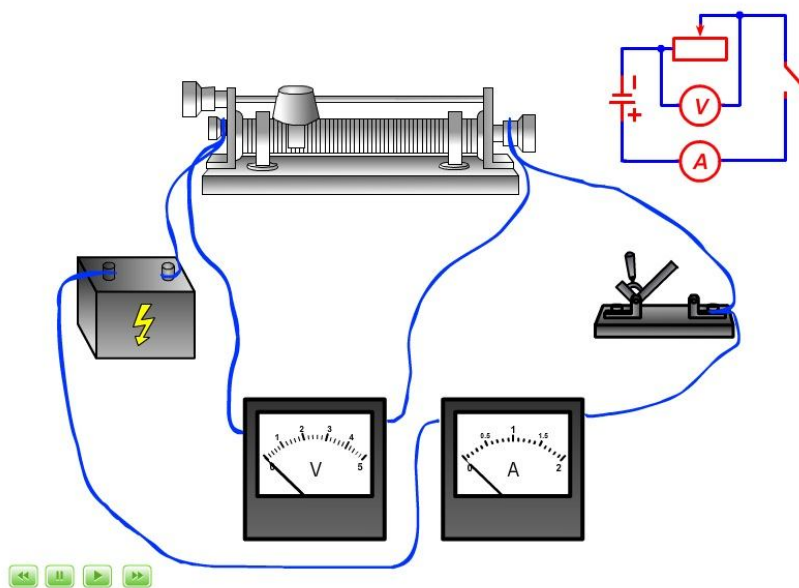


Рисунок 3 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра»

Определение поверхностного натяжения жидкостей

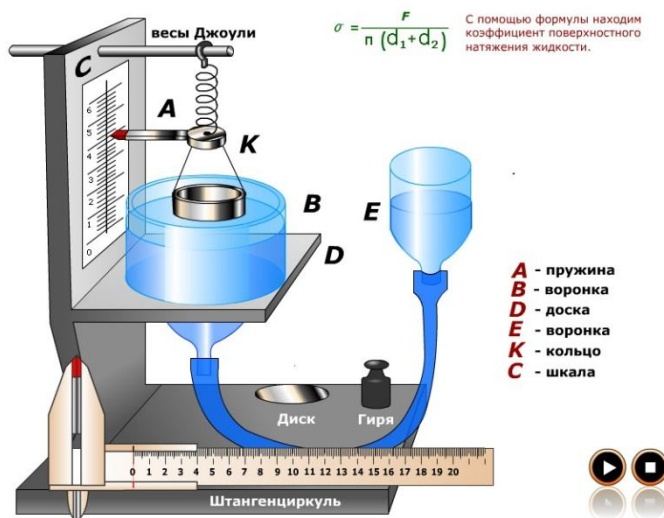


Рисунок 4 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Визначення поверхневої напруги рідин»

Определение относительной теплоёмкости твердых тел

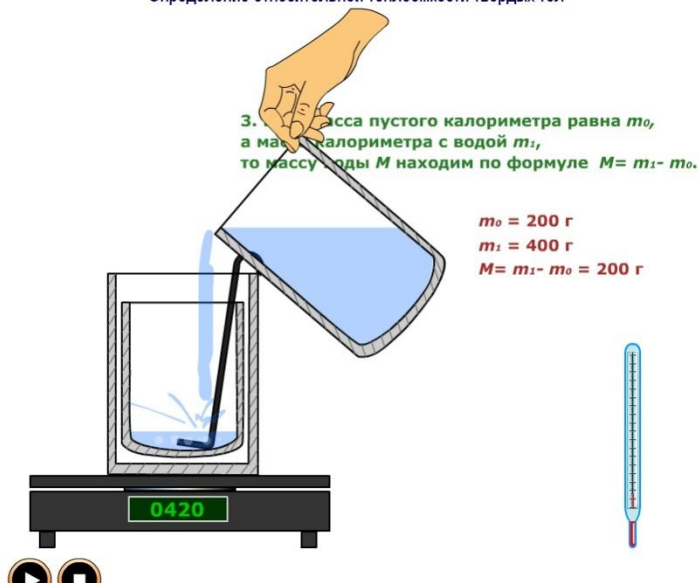


Рисунок 5 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Визначення відносної теплоємності твердих тіл»

Сравнение количества теплоты при смешивании жидкостей с различной температурой

1. Отмеряя с помощью мерной посуды наливаем в стакан 100 мл воды и измеряем её температуру  $t_1$ .

$t_1 = 20^\circ\text{C}$

масса холодной воды  $m_1 = 100\text{ г}$

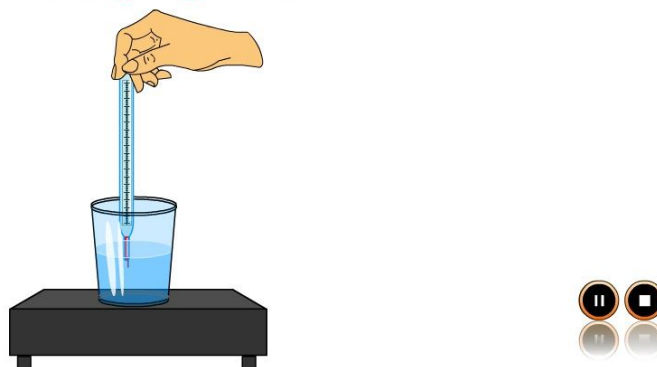


Рисунок 6 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Порівняння кількості теплоти при змішуванні рідин з різною температурою»

Определение показателя преломления стекла

3. На расстоянии 2-3 см прикалываем ещё две булавки так, чтобы все четыре были на одной линии, если смотреть сквозь пластину.

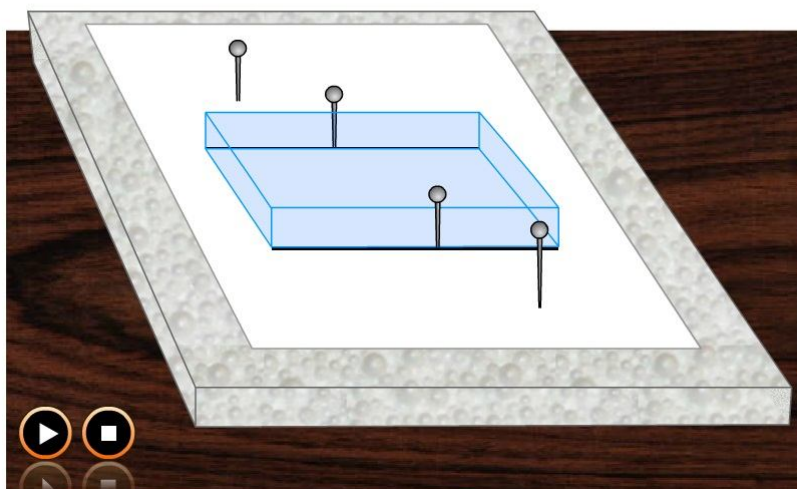


Рисунок 7 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Визначення показника заломлення скла»

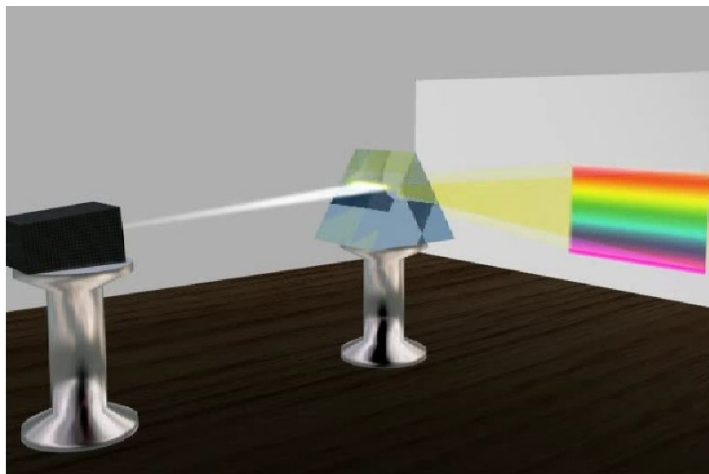


Рисунок 8 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Вивчення дисперсії світла»

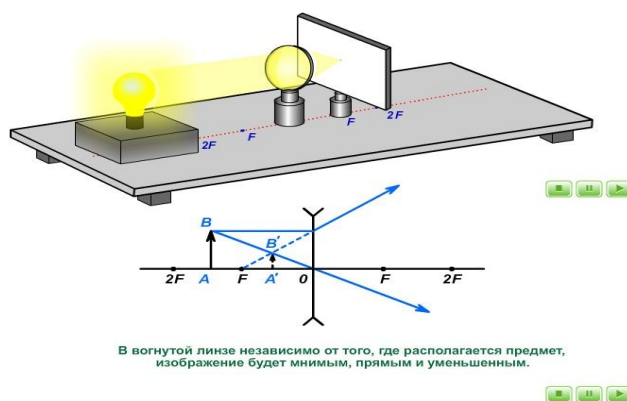


Рисунок 9 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Побудова зображення за допомогою лінзи»

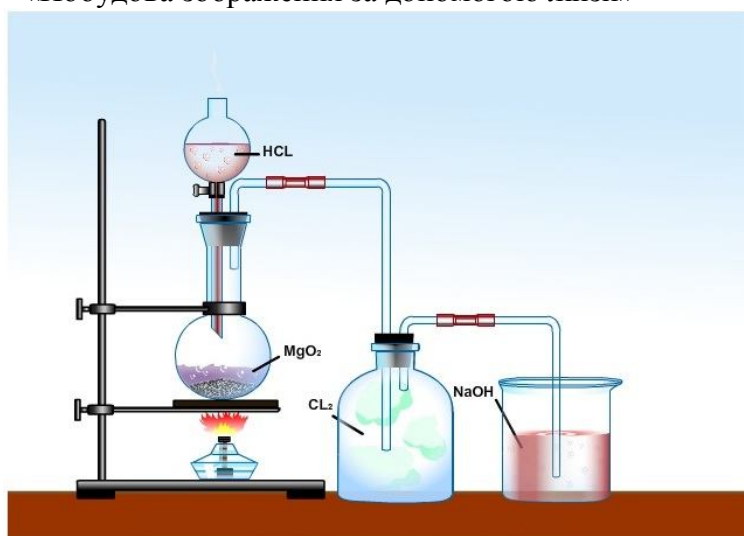


Рисунок 10 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Отримання хлору»

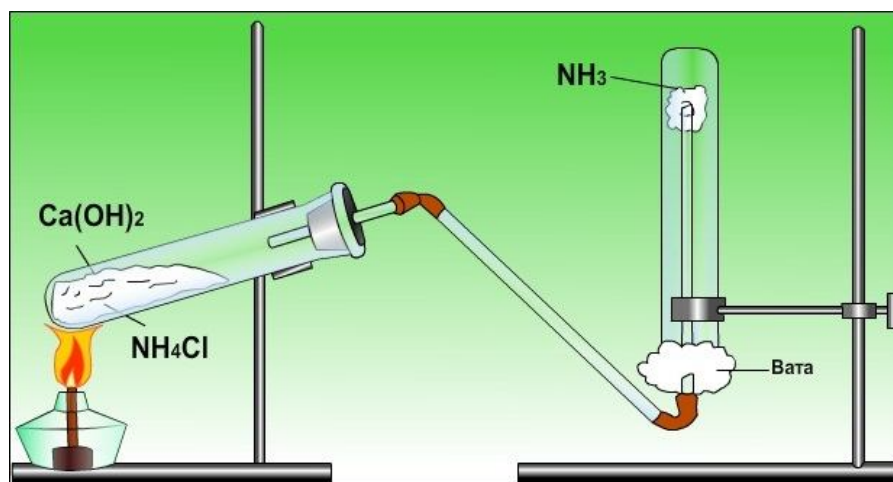


Рисунок 11 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Отримання  $\text{NH}_3$ »

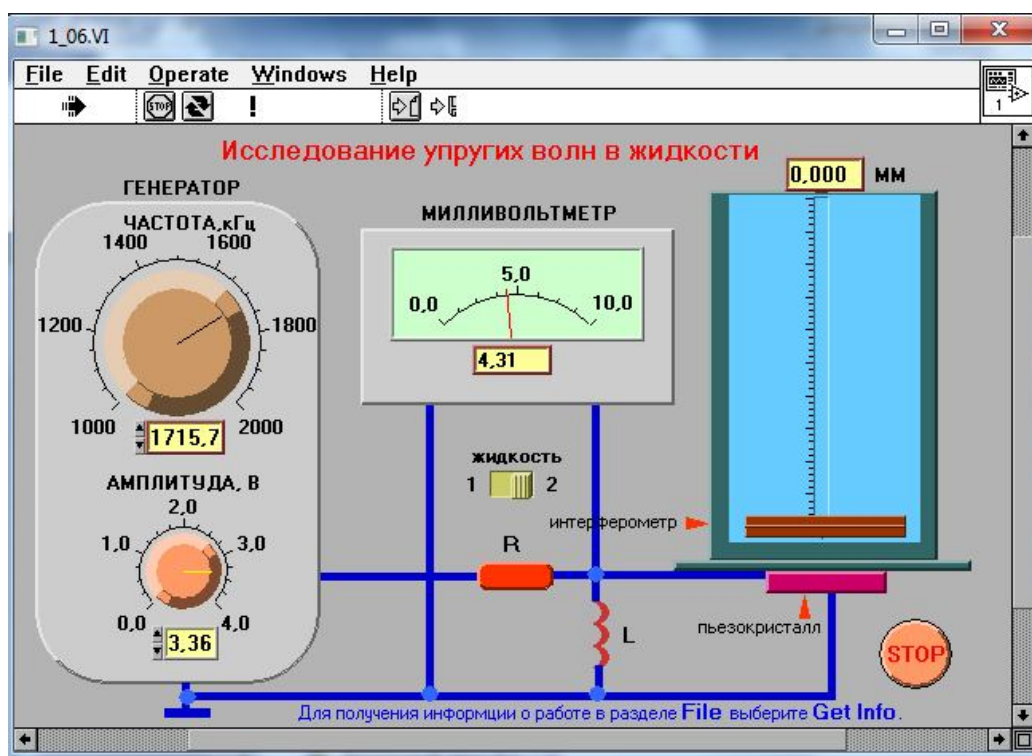


Рисунок 12 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Дослідження пружних хвиль в рідині»

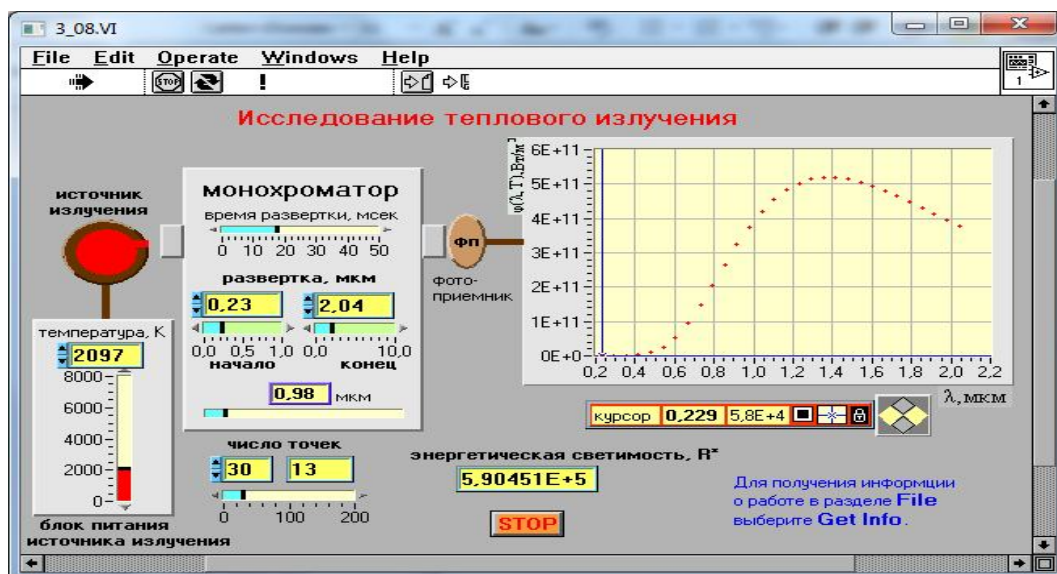


Рисунок 13 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Дослідження теплових хвиль»

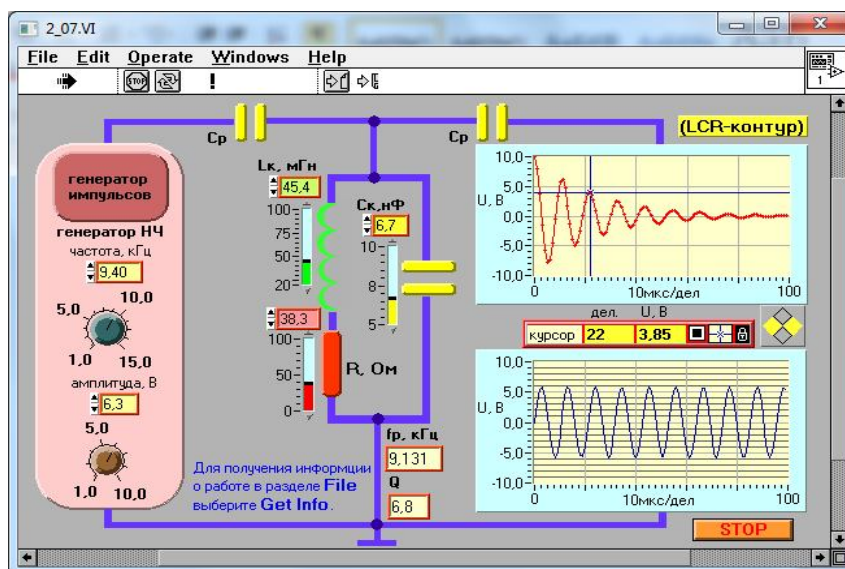


Рисунок 14 – Віртуальний лабораторний стенд для проведення лабораторної роботи «Електромагнітні коливання у паралельному LC-контурі»

Показані приклади віртуальних лабораторних робіт можна умовно поділити на дві групи: перша група – пасивні, наприклад, показані на рис. 1-11, такі стенди дозволяють ознайомитись з основними фізичними законами, явищами. Алгоритм роботи стенду ілюструє хід процесу, дозволяє занотувувати, робити висновки, але не дозволяє змінювати порядок проведення роботи; друга група – активні, наприклад, показані на рис.11-14, такі стенди зобов'язують самостійно, шляхом певних дій досліджувати процеси, які відповідають основними фізичним законам та явищам. Саме на це спрямований алгоритм роботи стенду, відповідні висновки можна зробити лише після проведення досліджень.

Саме такий підхід і втілено при створенні лабораторного практикуму з вивчення основ електротехніки на уроках фізики у загальноосвітніх і спеціальних закладах освіти.



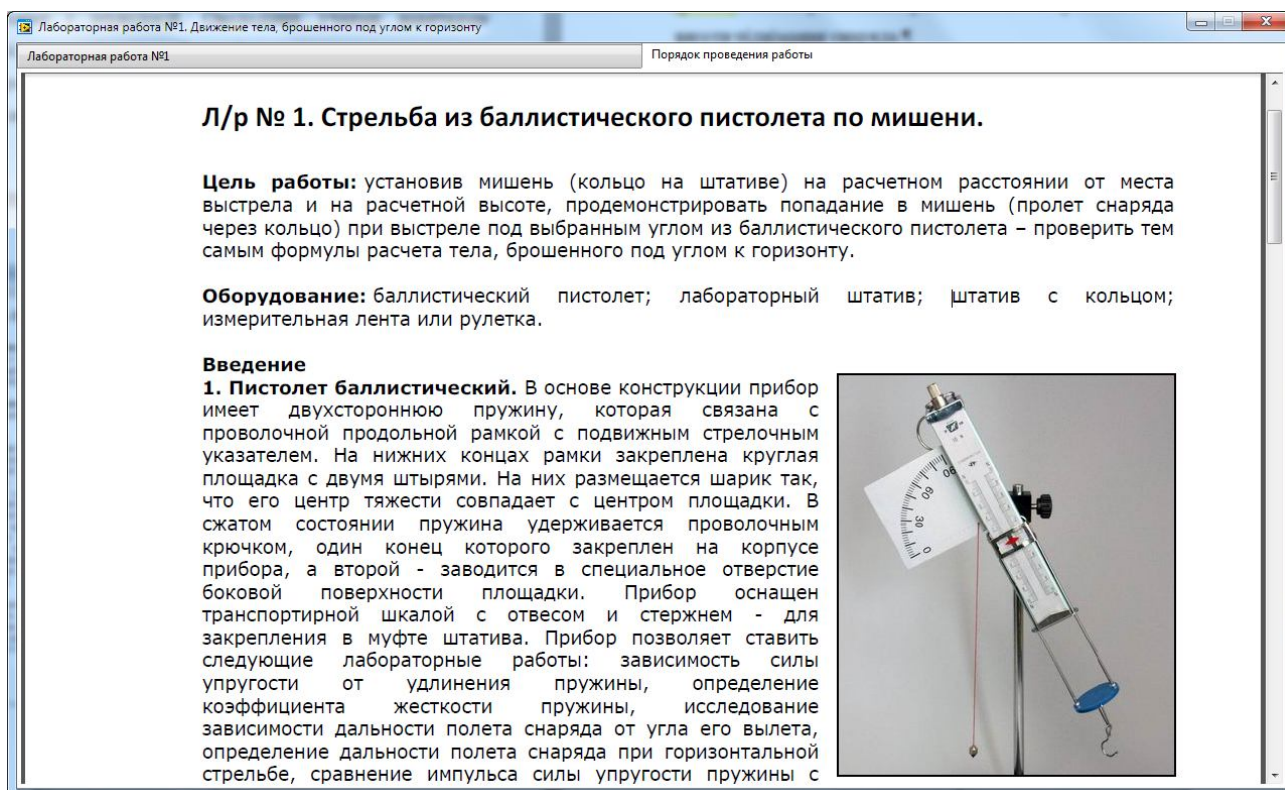
Фізика в основній школі вивчається на рівні ознайомлення з фізичними явищами, поняттями і законами, які дають змогу пояснити перебіг найбільш поширених процесів у навколишньому світі, ознайомити учнів з фізичними основами сучасного виробництва, техніки і технологій. Оволодіння учнями навичками експериментальної діяльності в основній школі спрямоване на використання набутих знань у практичній діяльності, формування пізнавальних інтересів, розвиток їхніх технічних творчих здібностей.

Поєднуючи вимоги, які ставляться навчальними програмами при вивченні учнями предмету «Фізика» в основній школі та сучасні засоби створення віртуального лабораторного обладнання був розроблений комплекс віртуальних лабораторних стендів, наприклад, «Віртуальний прибор для вивчення балістичного руху тіла», «Віртуальний лабораторний стенд на дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом». Такий підхід дозволяє змінити організацію навчального процесу, суттєво підвищити якість навчання, що забезпечить легкий перехід учнів на нові форми сучасного навчання.

Пропонований лабораторний практикум написаний на мові графічного програмування LabVIEW. Для роботи рекомендується наявність персонального комп'ютера або ноутбука з наступною конфігурацією обладнання: процесором з тактовою частотою не менш 3 ГГц, 1 Гб оперативної пам'яті, не менше 1 Гб вільного місця на жорсткому диску, дисплеєм з роздільною здатністю від 1440x1150, відеоадаптером з підтримкою OpenGL і відео-пам'яттю 256 Мб, наявністю встановленої операційної системи Windows XP або Windows 7.

При запуску відповідної лабораторної роботи з'являється головне вікно програми, яке містить дві вкладки: «Лабораторна робота №\_\_» та «Порядок проведення роботи». Лабораторна робота починається із ознайомлення із теоретичним матеріалом. Потім переходимо до послідовного виконання лабораторної роботи.

Розглянемо лабораторну роботу «Віртуальний прибор для вивчення балістичного руху тіла» [10].



Лабораторная работа №1. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Лабораторная работа №1

Порядок проведения работы

**Л/р № 1. Стрельба из баллистического пистолета по мишени.**

**Цель работы:** установив мишень (кольцо на штативе) на расчетном расстоянии от места выстрела и на расчетной высоте, продемонстрировать попадание в мишень (пролет снаряда через кольцо) при выстреле под выбранным углом из баллистического пистолета – проверить тем самым формулы расчета тела, брошенного под углом к горизонту.

**Оборудование:** баллистический пистолет; лабораторный штатив; штатив с кольцом; измерительная лента или рулетка.

**Введение**

**1. Пистолет баллистический.** В основе конструкции прибор имеет двухстороннюю пружину, которая связана с проволочной продольной рамкой с подвижным стрелочным указателем. На нижних концах рамки закреплена круглая площадка с двумя штырями. На них размещается шарик так, что его центр тяжести совпадает с центром площадки. В сжатом состоянии пружина удерживается проволочным крючком, один конец которого закреплен на корпусе прибора, а второй – заводится в специальное отверстие боковой поверхности площадки. Прибор оснащен транспортной шкалой с отвесом и стержнем – для закрепления в муфте штатива. Прибор позволяет ставить следующие лабораторные работы: зависимость силы упругости от удлинения пружины, определение коэффициента жесткости пружины, исследование зависимости дальности полета снаряда от угла его вылета, определение дальности полета снаряда при горизонтальной стрельбе, сравнение импульса силы упругости пружины с

Рисунок 15 – Головне вікно графічного інтерфейсу програми

Послідовність виконання лабораторної роботи відповідає програмі навчального предмету «Фізика».

#### Програма роботи.

1. У вікні програми балістичний пістолет спрямуйте за кутоміром точно вертикально під кутом  $90^\circ$  (рис. 16). Зробіть постріл, натиснувши спусковий гачок, і визначте максимальну висоту піднімання снаряда за шкалою «Н, мм» (рис. 17).

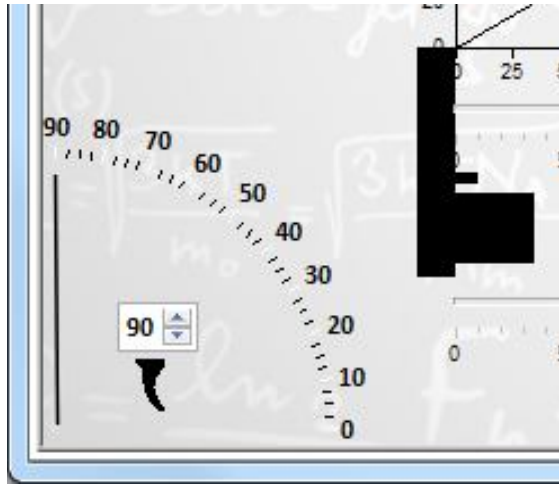


Рисунок 16 – Регулятор кута повороту балістичного пістолету

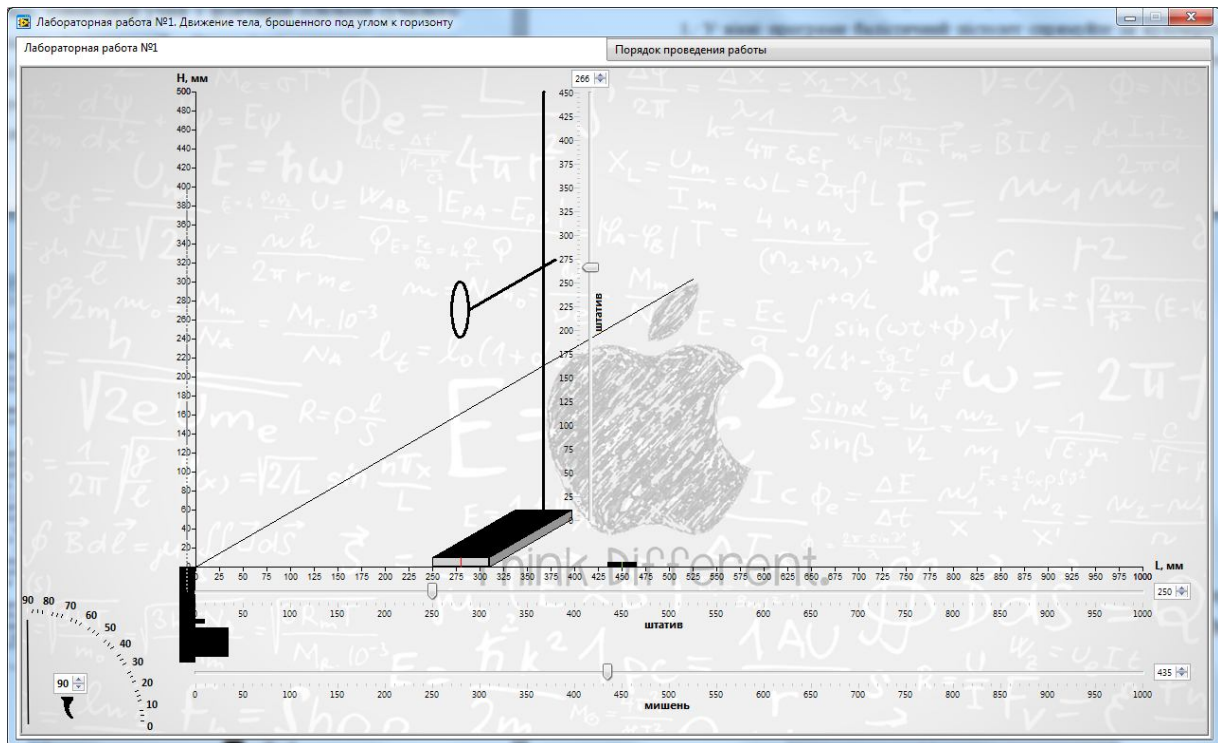


Рисунок 17 – Постріл з балістичного пістолету під кутом  $90^\circ$

2. За формулою висоти максимального підйому  $H = v_0^2 / (2g)$ , визначте квадрат початкової швидкості вильоту снаряду  $v_0^2 = 2gH$ .

3. Спрямуйте пістолет вздовж стола під кутом  $45^\circ$  до горизонту (рис. 18). За формулою дальності польоту  $x_{\max} = v_0^2/g$  визначте місце розташування мішені та за допомогою регулятора «мишень» встановіть її (рис. 19).

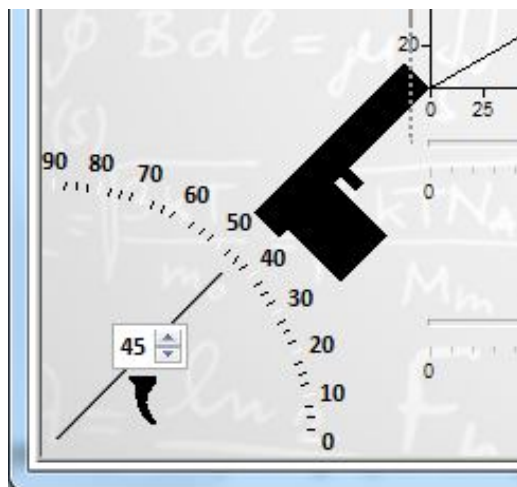
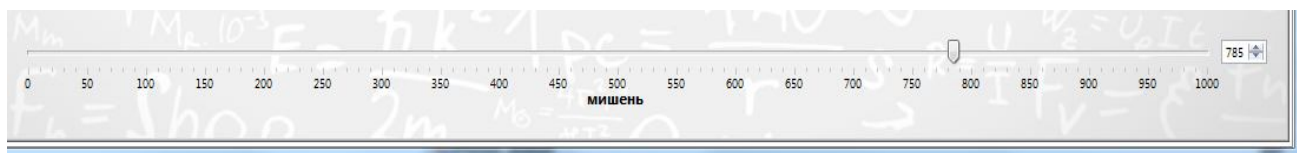
Рисунок 18 – Встановлення балістичного пістолету під кутом  $45^\circ$ 

Рисунок 19 – Регулятор положення мішені

4. Встановіть штатив з кільцем на відстані  $x_{\max}/2$  за шкалою «L, мм» і за допомогою горизонтального регулятора «штатив» (рис. 20).

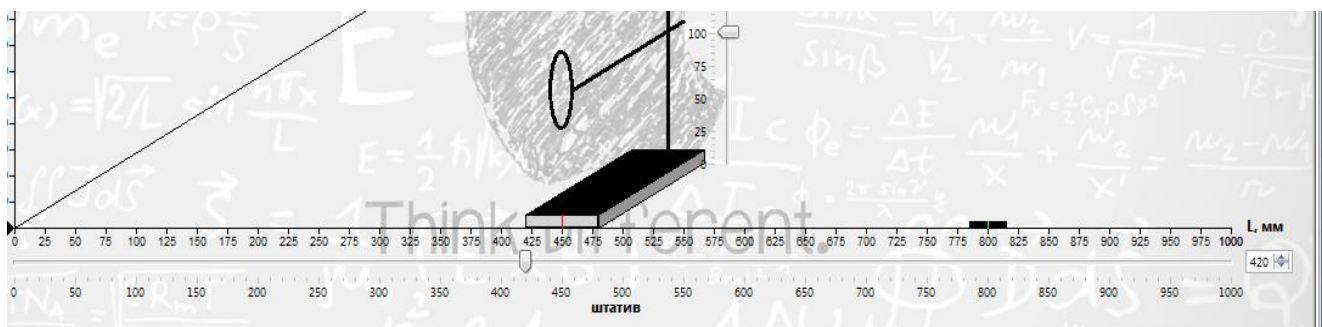


Рисунок 20 – Горизонтальний регулятор відстані встановлення штативу з кільцем

5. За формулою висоти польоту  $y_{\max} = v_0^2/(4g)$  визначте, на якій висоті потрібно встановити кільце, щоб при пострілі снаряд пролетів точно через кільце і влучив у мішень. Встановіть кільце на відстані  $y_{\max}$  за допомогою вертикального регулятора «штатив» (рис. 21).

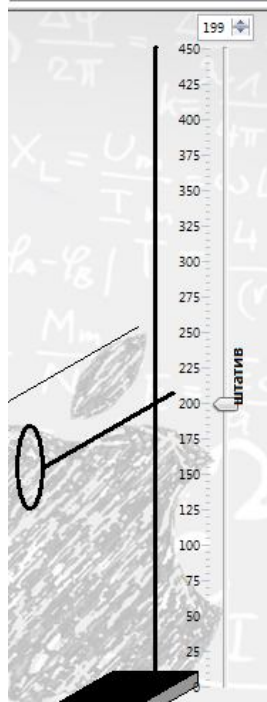
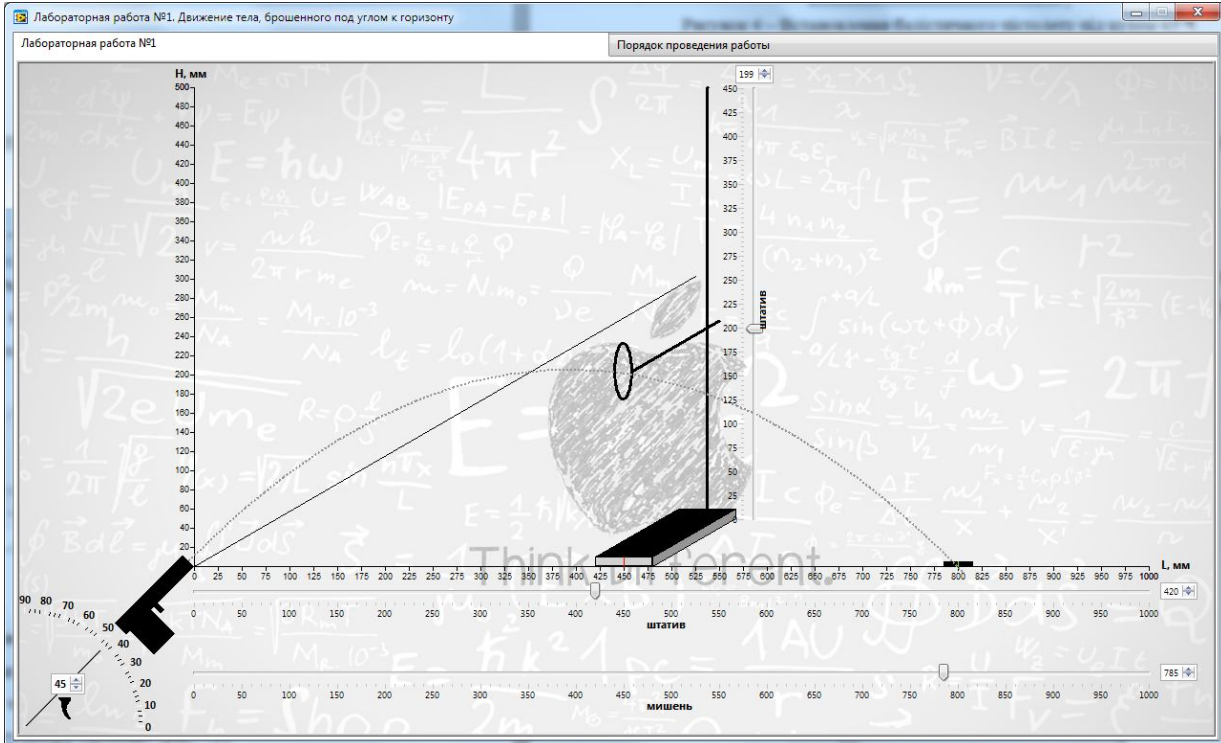


Рисунок 21 – Вертикальний регулятор висоти встановлення кільця

6. Зробіть постріл, натиснувши на спусковий гачок. Простежте траєкторію польоту снаряда (рис. 22).

Рисунок 22 – Траєкторія польоту снаряда при пострілі з балістичного пістолету під кутом  $45^\circ$

7. Перевірте, чи пролітає снаряд через кільце та чи влучає він у мішень.

Якщо ні, перевірте свої розрахунки і правильність встановлення штативу з кільцем, мішені і кута пострілу. Покажіть свої розрахунки і результат пострілу вчителю. Зробіть висновок, чи підтверджуються формули розрахунку руху тіла, яке кинуте під кутом до горизонту. Дайте відповіді на контрольні запитання.

Розглянемо лабораторну роботу «Віртуальний лабораторний стенд на дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом» [11].

Порядок роботи.

## 1. Ознайомлення з порядком виконання роботи та лабораторним стендом (рис. 23-24).

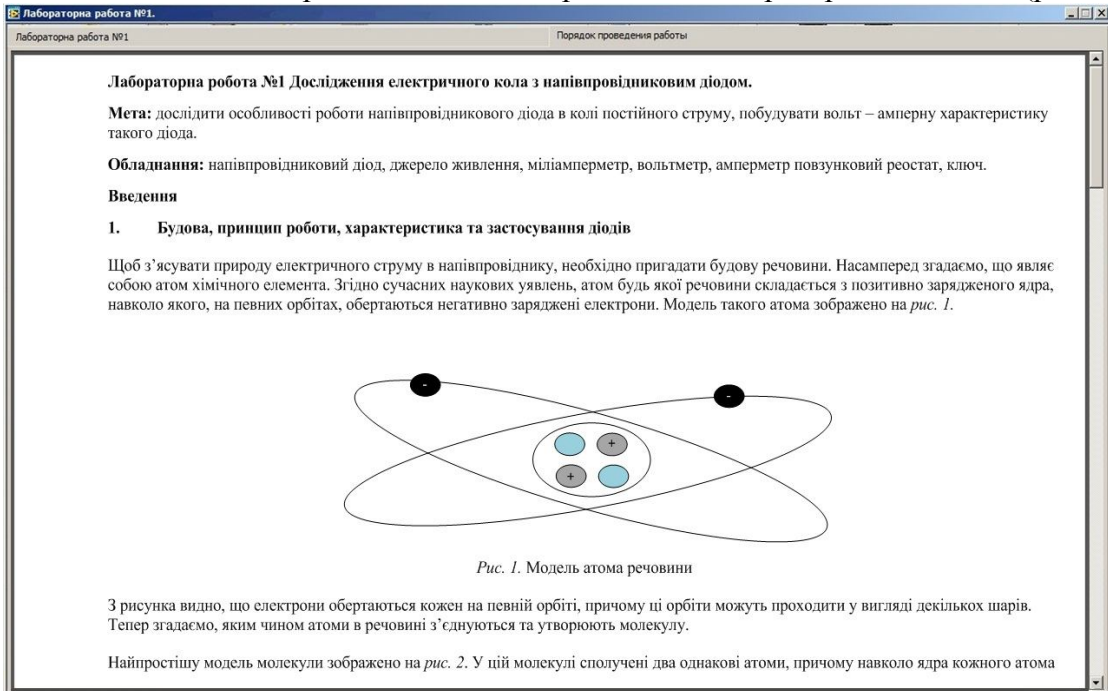


Рисунок 23 – Головне вікно графічного інтерфейсу програми

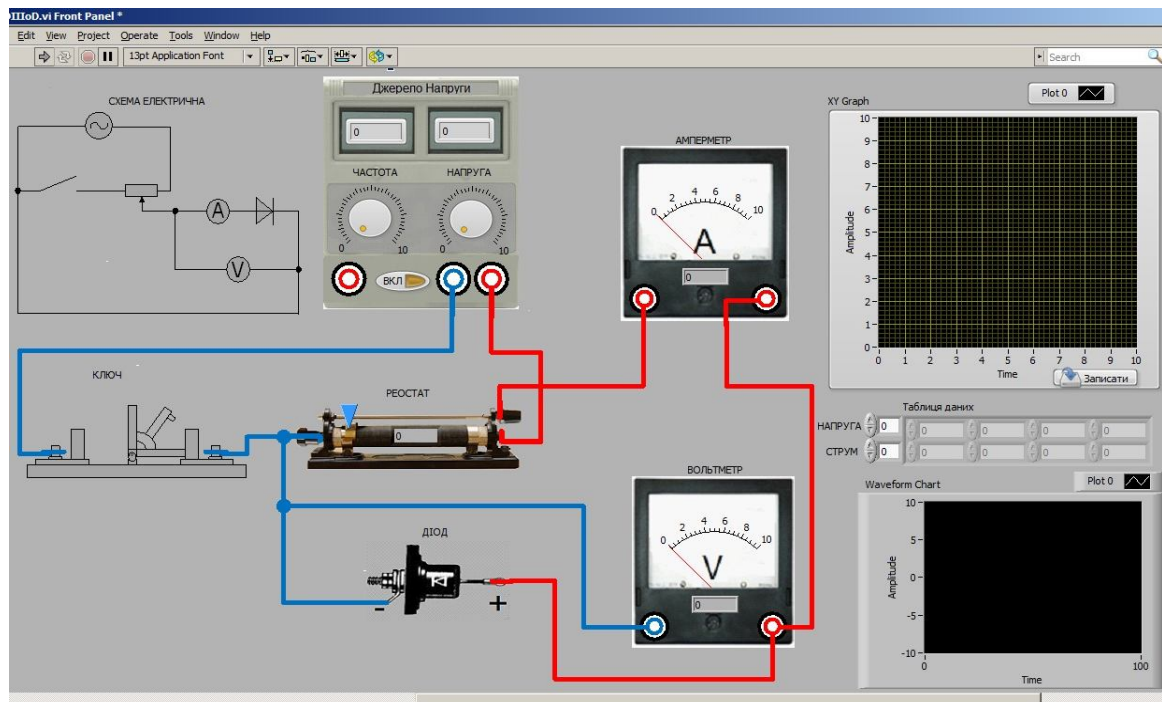


Рисунок 24 – Головний вид віртуального лабораторного стенду

2. Живлення лабораторного стенду вмикається за допомогою кнопки «ВКЛ» (рис.25) на джерелі живлення.



Рисунок 25 – Джерело живлення

3. Замикаємо електричне коло ключем (рис.26) і переміщуючи повзунок реостата, (рис.27) поступово збільшуємо напругу за допомогою ручки на джерелі живлення.

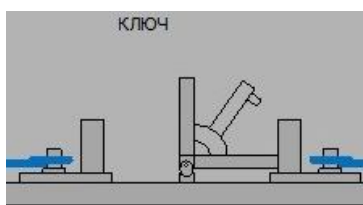


Рисунок 26 – Ключ для замикання електричного кола



Рисунок 27 – Реостат

4. Для отримання вольт-амперної характеристики діоду необхідно при повертанні ручки зміни напруги на різні числові значення натиснути кнопку «Записати» (рис.28) . Отримуємо точку на графіку (рис.29) і її координати знаходяться у таблиці даних (рис.30).



Рисунок 28 – Кнопка для встановлення відповідної напруги

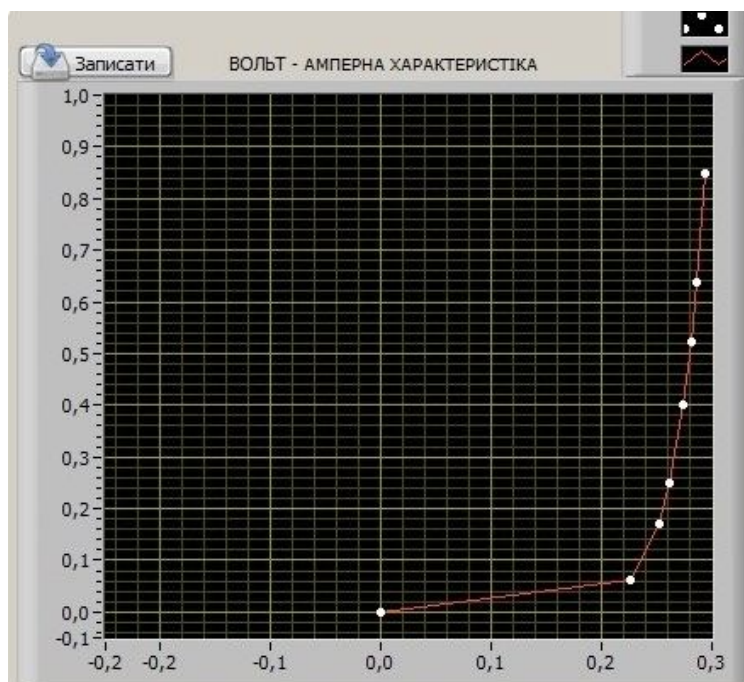


Рисунок 29 – Графік з точками вольт-амперної характеристики

		Таблиця даних						
НАПРУГА	0	0	0,22536	0,25003	0,26187	0,27418	0,28103	0,2862
СТРУМ	0	0	0,0606	0,16969	0,24848	0,4	0,52121	0,63636

Рисунок 30 – Таблиця даних

5. Дослідити зміну амплітуди і частоти випрямленої напруги при живленні електричного кола з діодом змінною напругою (рис.31). Частота синусоїди регулюється за допомогою ручки «Частота», а амплітуда за допомогою ручки «Напруга» на джерелі живлення.

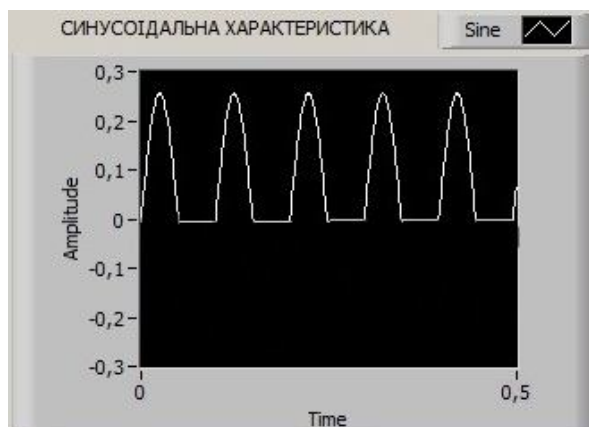


Рисунок 31 – Форма випрямленої напруги

Отримані характеристики напівпровідникового діоду потрібно показати вчителю.

6. Закінчивши роботу необхідно розімкнути ключ електричної схеми, потім вимкнути джерело живлення, натиснувши кнопку «Викл». Встановити ручки джерела живлення і повзунок реостата в початкове положення. Зробити висновок з проведеної роботи.

**ВИСНОВКИ.** Доведена можливість використання віртуальних лабораторних комплексів для виконання лабораторних робіт школярами загальноосвітніх та спеціальних закладів. Розроблені віртуальні лабораторні роботи для вивчення предмету Фізика школярами загальноосвітніх та спеціальних закладів, забезпечують підвищення ефективності навчання, більш повного розуміння основних природних явищ і фізичних законів природи. Віртуальні лабораторні роботи забезпечують можливість реалізації школярам своїх індивідуальних творчих здібностей. Працюючи з віртуальним комплексом, можна вибрати та власноруч створювати віртуальні прилади й устаткування, зібрати на віртуальному стенді схему експерименту за своїм індивідуальним завданням, провести пошукове моделювання досліджуваного фізичного процесу при різних заданих параметрах і обмеженнях, обробити результати дослідження. Тут у повному обсязі реалізується комплекс освітніх функцій, покладених на лабораторний практикум. При виконанні лабораторних робіт вивчається робота електротехнічних пристроїв і електромеханічних систем у всіх режимах, включаючи аварійні, вивчається вплив зміни параметрів елементів на функціонування пристроїв, набуваються навички та знання технологій налагодження та ін. Впровадження лабораторних робіт має практичну цінність та забезпечує економічний і соціальний ефект за рахунок зниження витрат на навчальне обладнання та одночасного підвищення ефективності навчання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загірняк М. В. Віртуальні лабораторні системи і комплекси – нова перспектива наукового пошуку і підвищення якості підготовки фахівців з електромеханіки / М.В. Загірняк, Д.Й. Родькін, О.П. Чорний // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук, 2009. – Вип. 2/2009 (6). – С. 8–13.

2. Чорний О. П. Віртуальні комплекси і тренажери – технологія якісної підготовки фахівців у галузі електромеханіки, автоматизації та управління / О. П. Чорний, Д. Й. Родькін // Вища школа: науково практичне видання. Освітні технології. – 2010. – №7–8. – С. 23–34.

3. Арбузов Ю. В. Политехническая Интернет-лаборатория – новое средство подготовки инженеров / Ю. В. Арбузов, В. Н. Воронов, С. И. Маслов // Сборник докладов международной конференции «Информационные средства и технологии». – М. : Изд-во «Станкин», 2002. – т. 3.

4. Загірняк М. В. Інформаційно-комунікаційні технології у підготовці фахівців технічних спеціальностей / М. В. Загірняк, О. П. Чорний // Вища школа: науково практичне видання. Інженерна освіта. – 2013. – №1. – С. 7–19.

5. Лашко Ю. В. Організація навчання на основі комп'ютеризованих навчально-методичних комплексів з інтегрованими віртуальними лабораторними комплексами / Ю. В. Лашко, О. П. Чорний, Міралем Хаджиселимович // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук : КрНУ, 2013. – Вип. 2 (22). – Ч. 2. – С. 415–418.

6. Лабораторный практикум по механике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sites.fml31.ru/physics/laboratornyj-praktikum-po-fizike-10-klass/laboratornyj-praktikum-no1/>.

7. Физика. Виртуальные лаборатории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eduportal.uz/rus/print720.html/>.



8. Лабораторный практикум. Изучение свойств магнитного и электрического поля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sites.fml31.ru/physics/laboratornyj-praktikum-ro-fizike/work1/>.

9. Фізика в колледже [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://msk.edu.ua/ivk/fizika2ak.php/>.

10. Свідоцтво авторського права на твір. Заявка № 60767 Україна. Деякі аспекти математичного моделювання електромеханічних систем. Особливості знаходження чисельного рішення систем диференціальних рівнянь моделей електромеханічних систем / О. П. Чорний (UA), Бердай Абдельмажид (MA). – заявл. 28.04.2015 ; опубл. 01.07.2015 ; № 60355.

11. Свідоцтво авторського права на твір. Заявка № 60770 Україна. Інноваційні педагогічні технології в підготовці майбутніх фахівців технічних спеціальностей та організаційно-методологічні засади побудови комп'ютерних навчальних систем. Підвищення ефективності процесу навчання / О. П. Чорний (UA), М. В. Загірняк (UA), Г. О. Сівякова (KZ), С. С. Романенко (UA), Т. П. Коваль (UA), А. О. Чорний (UA). – заявл. 28.04.2015 ; опубл. 01.07.2015 ; № 60358.

**O. Chorny, V. Ogar, Sv. Romanenko, O. Kravets, T. Koval, M. Usenko, O. Bilyk**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

### **LABORATORY PRACTICAL WORK FOR THE STUDYING THE FUNDAMENTALS OF ELECTRICAL ENGINEERING AT THE LESSONS OF PHYSICS**

To increase the effectiveness of training of natural sciences at comprehensive and special schools a laboratory practical work for the studying the fundamentals of electrical engineering at the lessons of physics was created.

We analyze the effectiveness of the using informative technologies and the use of virtual laboratory equipment in the educational process in general educational establishments.

Based on the analysis of existing approaches for the creation of virtual researching equipment, software and virtual laboratory works on the physics were developed.

Virtual laboratory works are provided with the appropriate methodological provision. The aspects of the social and economic impact in their application are described.

**Key words:** laboratory practical work, physics, general educational establishments, LabVIEW.

### REFERENCES

1. Zagirnyak, M., Rodkin, D. and Chorniy, O. (2009), "Virtual laboratory systems and complexes – new perspective of scientific research and improve the quality of training of electromechanics", *Elektromekhanichni i enerhozberihaiuchi systemy* [Electromechanical and saving system], Iss. 2 (6), pp. 8-13. [in Ukrainian].

2. Chorniy, O. and Rodkin, D. (2010), "Virtual systems and simulators – quality technology training in the field of electromechanics, automation and control", *High school: Science. Pract. Publications. Educational technology*, no.7-8, pp. 23-34. [in Ukrainian].

3. Arbuzov, Y., Voronov, V. and Maslov, S. (2002) "Polytehnycheskaya Internet-Laboratori – new means of training engineers", *Sbornik dokladov megdynarodnoy konferencii «Informatcionnye sredstva i tehnologii»* [Proceedings of the International conference «Information tools and technologies»], Vol. 3. [in Russian].

4. Zagirnyak, M. and Chorniy, O. (2013), *Informatciyno-komunikatshyni texnologii y pidgotovtci faxivtshyni texnichnih spetsialnostey*, *High school: Science. Pract. Publications. Engineering education*, no. 1, pp. 7-19 [in Ukrainian].

5. Lachko, Y., Chorni, O. and Hadzhyselymovych, Miralem (2013), "Organization of training based on computerized teaching methods of integrated virtual laboratory complexes", *Electromechanical and saving system. Quarterly scientific production journal*, Iss. 2 (22), part 2, pp. 415–418. [in Ukrainian].

6. *Laboratornyy praktikum po mekhanike* [Laboratory practical work on mechanics], available at <http://sites.fml31.ru/physics/laboratornyj-praktikum-po-fizike-10-klass/laboratornyj-praktikum-no1> (accessed May 10, 2015) [in Russian]

7. *Fizika. Virtual'nye laboratorii* [Physics. Virtual laboratory], available at <http://eduportal.uz/rus/print720.html> (accessed May 16, 2015) [in Russian]

8. *Laboratornyy praktikum. Izuchenie svoystv magnitnogo i elektricheskogo polya* [Laboratory practical. Studying the properties of the electric field], available at <http://sites.fml31.ru/physics/laboratornyj-praktikum-po-fizike/work1> (accessed May 25, 2015) [in Russian]

9. *Fizika v coledge* [Physics in college], available at <http://msk.edu.ua/ivk/fizika2ak.php> (accessed May 25, 2015) [in Russian]

10. Chornyi, O.P. and Abdelmazhyd, Berday (2015), "Some aspects of mathematical modeling electromechanical system. Features finding the numerical solution systems of differential equations models of electromechanical systems", Author's certificate no. 60355, applicant and owner Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, published 01.07.2015. [in Ukrainian]

11. Chornyi, O.P., Zagirnyak, M.V., Sivyakova, G.O., Romanenko, S.S., Koval, T.P. and Chornyi A.O. (2015), "Innovative pedagogical technologies in the training of future specialists of technical specialties, and organizational and methodological basis for building computer-based training systems. Improving the efficiency of the learning process", Author's certificate no. 60358, applicant and owner Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, published 01.07.2015. [in Ukrainian]

#### **Чорний Олексій Петрович,**

д.техн.н, професор,  
директор Інституту електромеханіки,  
енергозбереження і систем управління,  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук  
Полтавської обл., Україна, 39600.  
Тел. +38(05366) 3-11-47.  
E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua)



#### **Chornyi Oleksii Petrovych,**

Dc.Sc. (Eng.), Professor,  
Director of Institute of Electromechanics,  
Energy Saving and Automatic Control  
Systems,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi  
National University,  
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk,  
Poltava Region, Ukraine, 39600.  
Tel. +38(05366) 3-11-47.  
E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua)

#### **Огарь Віта Олександрівна,**

к.техн.н., доцент  
доцент кафедри «Системи автоматичного  
управління та електропривод»,  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук  
Полтавської обл., Україна, 39600.  
Тел. +38(05366) 3-11-47.  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)



#### **Ohar Vita Oleksandrivna,**

Cand.Sc. (Eng.), Associate Professor,  
Associate Professor of Automatic Control  
Systems and Electric Drive Department,  
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi  
National University,  
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk,  
Poltava Region, Ukraine, 39600.  
Tel. +38(05366) 3-11-47.  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

**Романенко Світлана Степанівна**, асистент кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600. Тел. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [svetrom@list.ru](mailto:svetrom@list.ru)



**Romanenko Svitlana Stepanivna**, Assistant of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600. Tel. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [svetrom@list.ru](mailto:svetrom@list.ru)

**Кравець Олексій Михайлович**, старший викладач кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600. Тел. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)



**Kravets Oleksii Mykhailovych**, Senior Lecturer of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600. Tel. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

**Коваль Тетяна Петрівна**, директор Криворізької загальноосвітньої школи I–III ступенів № 41, вул. Співдружності, 44-а, м. Кривий Ріг Дніпропетровська обл., Україна, 50042. Тел. +38(0564)65-47-26. E-mail: [TetianaKoval@i.ua](mailto:TetianaKoval@i.ua)



**Koval Tetiana Petrivna**, Director of Kryvyi Rih general education school I–III degrees № 41, vul. Spivdruzhnosti, 44-a, Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk Region, Ukraine, 50042. Tel. +38(0564)65-47-26. E-mail: [TetianaKoval@i.ua](mailto:TetianaKoval@i.ua)

**Усенко Максим Анатолійович**, магістр кафедри «Системи автоматизованого управління і електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600. Тел. +380980936614. E-mail: [skiffmorogmail.com](mailto:skiffmorogmail.com)



**Usenko Maksym Anatoliiovych**, Holder of Master Degree of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600. Tel. +380980936614. E-mail: [skiffmorogmail.com](mailto:skiffmorogmail.com)

**Білик Олександр Вікторович**, аспірант кафедри «Системи автоматичного управління та електропривод», Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук Полтавської обл., Україна, 39600. Тел. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [aleck.bilik@mail.ru](mailto:aleck.bilik@mail.ru)



**Bilyk Oleksandr Viktorovych**, Ph.D. Student of Automatic Control Systems and Electric Drive Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava Region, Ukraine, 39600. Tel. +38(05366) 3-11-47. E-mail: [aleck.bilik@mail.ru](mailto:aleck.bilik@mail.ru)

Стаття надійшла 02.06.2014