

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

ISSN 2413-158X (online)  
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал  
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**  
Видається з 2013.



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

*Ситніков О.В. Засоби створення та використання віртуальної фізичної лабораторії. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 298-301.*

*Sytnikov O. Means Of Creating And Using A Virtual Physical Laboratory. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 1(15). P. 298-301.*

УДК 621.317.75

О.В. Ситніков

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна  
axv\_sitnikov@mail.ru  
DOI 10.31110/2413-1571-2018-015-1-057

#### ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

**Анотація.** Стаття присвячена створенню комп'ютерної лабораторії для використання складних(наприклад, до так приладів можна віднести осцилограф) або небезпечних приладів (як варіант ядерний реактор), що необхідні при вивченні курсу фізики. Дає можливість використовувати обладнання, яке не в повному доступі для проведення занять та в наявності в лабораторіях. Також не всі прилади можна розмістити в лабораторії, внаслідок їх розмірів («бочка Паскаля»). Запропоновано поєднати курси фізики та інформатики, даючи можливість учням дороблювати власноруч програмні блоки. Для вирішення поставленої задачі можна скористатись стандартними шаблоном для розробки веб додатків, а можна розроблювати власноруч. Другий варіант, зрозуміло, значно краще використовувати, як спосіб поглибити знання в програмуванні. Рекомендовано надавати учням можливість програмування самостійно, т.я. перед початком програмування необхідно досконало вивчити сам процес, що у свою чергу значно підвищить знання з курсу фізики. Розглянуто варіанти двох мов програмування та відповідно двох засобів реалізації. Варіант з використанням веб програмування практично дає можливість дистанційного навчання. Наведено приклад вигляду робочої сторінки вчителя без керувальних дій, тільки спостерігати перебіг роботи в різних підгрупах. Можна розширити запитом на вивід результатів в окремим вікном, засобом відповіді навчальній групі. Інша мова програмування представляє створення локального, встановлена для кожного кожного комп'ютера окремо, програмного продукту. Всі дані про перебіг виконання лабораторної роботи можна виводити текстові поля та будувати графічно. Як мову програмування запропоновано використовувати Object Pascal, що відповідає двом основним критеріям: легке сприйняття програмного коду (рекомендовано, як навчальний програмний продукт) та немає необхідності в ліцензій – мова програмування в загальному доступі.

Приведена, як приклад, лабораторна робота показує можливості підходів до побудови комп'ютерної моделі лабораторної установки. Отримані моделі проходять перевірку на адекватність – порівняння результатів роботи програми з експериментальними даними. В подальшому є можливість значно вдосконалити зображення, зробити його анімованим (в статті наводяться статичні малюнки), наприклад, рух стрілки, пересування повзунка реостата.

**Ключові слова:** осцилограф, віртуальна лабораторія, програмний блок, комп'ютерна модель.

**Постановка проблеми.** Курс фізики в загальноосвітніх школах безпосередньо пов'язаний з проведенням лабораторних робіт, для відпрацювання практичних навичок та більш досконального засвоєння матеріалу. Коли мова іде про складні лабораторні установки (наприклад з використанням осцилографу), то матеріальні бази фізичних лабораторій більшості навчальних закладів в кращому випадку мають в наявності один прилад, а в гіршому – жодного і вивчення відбувається за допомогою підручників і плакатів. Це по'язані із значною собівартістю устаткування і практично не має можливості провидити роботи учням власноруч.

Данна проблема може бути вирішена за допомогою створення комп'ютерної моделі приладу, що буде повним аналогом реального приладу з можливістю використання мобільних додатків.

**Аналіз актуальних досліджень.** В даному напрямку було запропоновано та розроблено математичні (комп'ютерні) моделі для електричних кіл змінного струму[1]. Мовою програмування було обрано Object Pascal.

**Мета статті.** Розглянути приклад комп'ютерного проектування лабораторних стендів для вивчення курсу фізики на прикладі лабораторної роботи дослідження явища електромагнітної індукції

**Виклад основного матеріалу.** При виборі мови проектування спочатку необхідно вирішити питання який засіб використання передбачений.

Модель лабораторного стенду виконана з використанням веб програмування дозволяє зберігати результат на сервері для подальшого використання, сервер може бути локальний у мережі до якої підключені комп'ютери. Розглянемо приклад стандартного лабораторного стенду для виконання лабораторної роботи дослідження явища електромагнітної індукції.

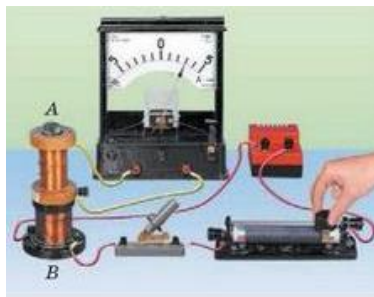


Рис. 1. Схема лабораторної установки по дослідження явища електромагнітної індукції.

На схемі представлені дві котушки (А і В), що насажені на спільне осердя, котушка В через реостат приєднана до джерела струму, котушку А замкнено на гальванометр. Дослід відбувається наступним чином: пересуваючи повзунок реостата, в котушці А буде йти електричний струм, струм виникатиме як під час збільшення, так і під час зменшення сили струму в котушці В. А от напрямок струму буде різним. У разі збільшення сили струму стрілка гальванометра відхилитиметься в один бік, а в разі зменшення — в інший. Струм у котушці А виникатиме також у момент замикання та в момент розмикання кола котушки В [2].

Веб інтерфейс даної схеми представлений на рисунку 2, де об'єкт *checkbox* відповідає за ключ, значення в текстовому полі під реостатом – положення плунжера, а покази гальванометра – відповідне текстове поле праворуч (*text*), подальший *back-end* розроблений на мові *php* [3,4]. Принцип роботи полягає в тому, що змодельовано роботу гальванометра на позицію ключа та положення повзунка реостата. Комп'ютерна модель може бути двох типів: у вигляді формули та у вигляді масиву значень.

Оператор *if* перевіряє чи увімкнений перемикач і переходить до відповідної частини програмного коду. В першому випадку значення (положення), що показує гальванометр залежить від значення опору, тобто формується комп'ютерна модель, що адекватна експериментальним даним. В другому випадку кожному значенню опору відповідає певне значення показу гальванометра, тобто коли на реостаті буде задано значення, відповідний йому показ береться з масиву.

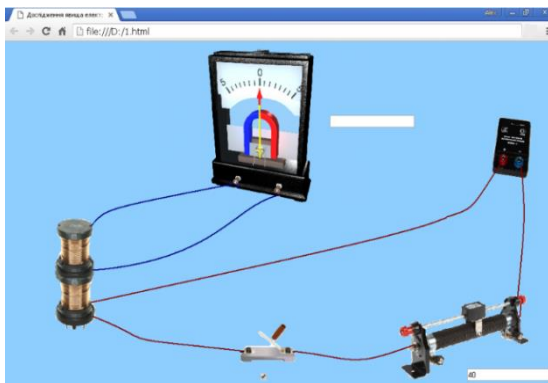


Рис. 2. Веб інтерфейс лабораторної роботи явища електромагнітної індукції

Данні, що вводяться (положення плунжера, замкнений/розімкнений ключ) та результати (покази гальванометра) заносяться до бази даних у відповідні поля. Одразу слід зазначити, що данна схема є тільки прикладом, для розв'язку поставленої задачі. Можна вдосконаливати зовнішній вигляд схеми, додавати текстові поля для вводу значень. На рисунку 3 представлений приклад робочого столу викладача, з полями для виводу результату.

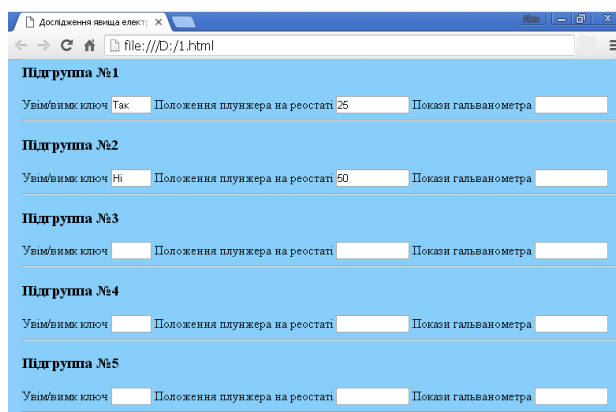


Рис. 3. Робоча сторінка викладача для аналізу виконання лабораторної роботи

Викладач роблячи запит до бази даних [4], може виводити інформацію про результати роботи конкретної підгрупи, так і бачити роботу всієї навчальної групи (класу). Доступ до інформації відбувається в реальному часі.

Наприклад, коли учні відповідної підгрупи увімкнуть ключ, то в полі *text* з'явиться слово «Так», поточне положення повзунка реостата представлено у другому стопчику. В даному прикладі 0 – крайнє праве положення, 100 – крайнє лівє, фактично виводиться в процентах, однак може бути і поточне значення опору.

Запити до відповідних полів вже зроблені, тобто викладачу самостійно програмувати необхідності нема. За необхідністю можна додати кнопки, при натисканні на яку можна побачити всі результати виконання роботи окремої підгрупи або всієї навчальної групи. За необхідністю можна побудувати графіки результатів виконання роботи використовувачи *JavaScript*.

Зрозуміло, що поточна задача не є складною, була приведена як приклад виконання лабораторної роботи за принципом клієнт-сервер.

На базі даної лабораторної роботи розглянемо використання алгоритмічної мови *Object Pascal* та *IDE Delphi* [5]. Інтерфейс створеного програмного продукту представлений на рисунку 4. Основною перевагою *IDE Delphi* є те, що при компіляції програми створюється *exe*-додаток, який можна запускати автономно, не відкриваючи програмне середовище. Якщо виникли питання до програмного забезпечення *Delphi*, то можна замінити відкритим аналогом *Lazarus*, даний програмний продукт має трохи менше можливостей, але для виконання поставленої задачі вистачить

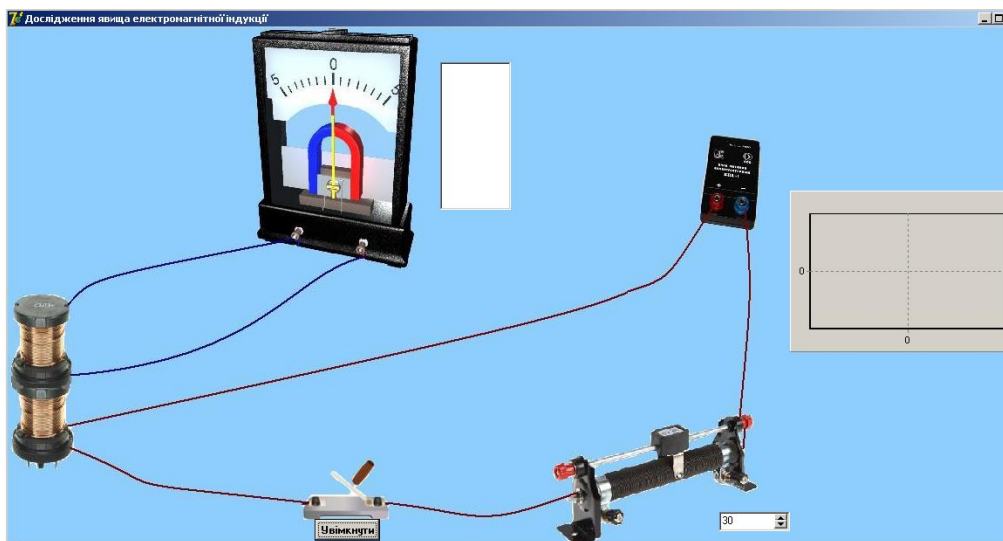


Рис. 5. Програмний інтерфейс лабораторної роботи дослідження явища електромагнітної індукції

В даному випадку приведено використання об'єкта *Chart* для побудови графічної залежності. Для імітації роботи реостата вибраний елемент *SpineEdit*, в зв'язку з тим, що він перебирає елементи з кроком 1 і одразу працює з числовою інформацією, тобто не треба зайвого коду на перевод з рядка в число. Дані по роботі гальванометра виводяться у відповідні рядки об'єкту *CheckBox*.

Як і в попередній задачі кожне значення показів приладу можна обраховувати, а можна брати з вже існуючого масиву експериментальних даних і просто виводити та будувати на графіку для відповідних точок реостата. Очевидно, що для сучасних ЕОМ обидві задачі займуть лічені долі секунди.

Модель кожного апарату схеми може бути виконана у вигляді підпрограми, з яких утворений програмний модуль, що дозволить використовувати в різних роботах вже створені програмні засоби. Як приклад: в трьох лабораторних роботах використовується реостат, при підключенні модуля достатньо буде викликати відповідну підпрограму з комп'ютерною моделлю пристрою, що працює за відповідним алгоритмом.

Процес програмування може бути запропонований учням, однак зрозуміло, що для повноцінного виконання задачі необхідно розуміти сам процес для якого створюється комп'ютерна модель. Таким чином це дозволить значно краще засвоїти матеріал курсу фізики.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень розроблено приклад програмного забезпечення для лабораторної роботи з курсу фізики з використанням двох мов програмування (веб та числове). Дозволило вирішити проблему не повноцінної комплектації лабораторної бази, та постановку задачі для курсу інформатики – розробки програмного забезпечення, що значно повисить рівень знань у галузі програмування, комп'ютерного моделювання та розглянутих розділів фізики

#### Список використаних джерел

1. Ткаченко В.М., Таранець А.А. Використання комп'ютерного моделювання при вивченні нерозгалуженого електричного кола змінного струму. Фізико-математична освіта. Науковий журнал. Суми : Вид-во СумДПУ ім.А.С.Макаренка, 2016. Випуск 4(10). С. 135-139.
2. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика 11клас. Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. Рівень стандарту. «Генеза». Київ, 2011. 262с.
3. Дженнифер Нидерст Роббинс HTML5, CSS3 и JavaScript. Исчерпывающее руководство. «Эксмо» Москва, 2014 528с.
4. Колисниченко Д.Н. Самоучитель PHP 5. «Наука и техника» Санкт-Петербург, 2004 578с.
5. Архангельский А.Я. Приёмы программирования в Delphi. «Бином» Москва, 2004 846с.

## References

1. Tkachenko V. Using computer modeling at studying branched circuit AC. / Tkachenko V., Taranets A. // Fyzyko-matematychna osvita. Naukovi zhurnal. – Sumy : Vyd-vo SumDPU im.A.S.Makarenka, 2014. – # 4 (10). – S. 135-139. (in Ukrainian)
2. Korshak E.V. Physics 11 class A textbook for general educational institutions. standard level / E.V. Korshak, O.I. Lyashenko, V.F. Savchenko // «Geneza» - Kiev, 2011 – 262s.
3. Jennifer Niederst Robbins. Learning Web Design: A Beginner's Guide to HTML, CSS, JavaScript / Jennifer Niederst Robbins // «Eksmo» - Moskva, 2014 – 528s.
4. Kolisnichenko D.N. Self-teaching PHP 5 / D.N. Kolisnichenko // «Nauka I tehnika» - Sanct-Peterburg, 2004. – 578s.
5. Arhangelsky A.Y. Programming techniques in *Delphi* / A.Y. Arhangelsky // «Binom» - Moskva, 2004 – 846s.

## MEANS OF CREATING AND USING A VIRTUAL PHYSICAL LABORATORY

Oleksii Sytnikov

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

**Abstract.** The article is devoted to the creation of a computer laboratory for the use of complex (for example, such devices may include an oscilloscope) or dangerous devices (as a variant of the nuclear reactor), which are necessary for the study of the physics course. Provides the ability to use equipment that is not fully accessible for occupations and available in laboratories. Also, not all devices can be placed in the laboratory, due to their size ("barrel of Pascal"). It is suggested to combine the courses of physics and informatics, giving students the opportunity to work out their own software blocks. To solve this problem, you can use a standard template to develop Web applications, but you can develop it yourself. The second option, of course, is much better used as a way to deepen knowledge in programming. It is recommended to provide students with the possibility of programming on their own, i.e. before starting programming it is necessary to study the process thoroughly, which in turn will greatly increase the knowledge of the course of physics. Two variants of programming languages and two means of implementation respectively are considered. An option using web programming practically gives you the possibility of distance learning. An example is the example of a teacher's work sheet without guiding action, only to observe the course of work in different subgroups. You can expand the query to display the results in a separate window, a means to respond to the training group. Another programming language represents the creation of a local, installed for each individual computer, a software product. All data on the progress of laboratory work can be displayed text fields and constructed graphically. As a programming language, it is suggested to use Object Pascal that meets two main criteria: easy perception of the program code (recommended as a training software product) and no need for licenses - the general-purpose programming language.

As an example, the laboratory work illustrates the possibilities of approaches to constructing a computer model of a laboratory installation. The resulting models are tested for adequacy - comparison of the results of the program with experimental data. In the future, it is possible to significantly improve the image, make it animated (static images are given in the article), for example, movement of the arrow, movement of the slider of the rheostat.

**Key words:** oscilloscope, virtual laboratory, software arm, computer model.