

УДК 378:519.85

**LABORATORY EXPERIMENT IN TODAY'S CONDITIONS  
ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ****Tatarchuk T. V. / Татарчук Т.В.**

PhD Tech., associate prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-6408-0463

SPIN: 9539-7370

National University «Zaporizhzhia Polytechnic»,

Zaporizhzhia, Zhukovskoho, 64, 69063

Національний університет «Запорізька політехніка»,

Запоріжжя, Жуковського, 64, 69063

**Анотація.** На сьогодні Україна стала перед проблемою організації навчання під час війни та, відповідно, стала проблема очного навчання школярів та студентів, особливо у південних та східних областях. У зв'язку з цим необхідно змінити підхід до виконання практичної частини програми з фізики та організація самостійної роботи студентів. Для часткового вирішення цих задач на базі реальної лабораторної роботи пропонується розроблена комп'ютерна програма за темою «Вивчення законів постійного струму. В якості розвитку професійних компетенцій майбутніх програмістів студентам була запропонована ідея створення цієї програми. Симуляція розбивається за допомогою програмування на C++ і фреймворку .Net Core у Visual Studio IDE. Інтерфейс програми досить простий і зручний. Теоретичні дані для варіантів підібрані таким чином, щоб не порушувати логіку фізичного процесу. Також програмою передбачено умови безпеки, якщо учень введе невірні дані. Крім того, була створена справжня лабораторна установка. Окремим завданням було оволодіння навичками обробки експериментальних даних за допомогою середовища Microsoft Excel.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, комп'ютерне моделювання, закони постійного струму, аналітичний метод обробки експериментальних даних.

**Abstract.** Today, Ukraine faced the problem of organizing education during the war and, accordingly, the problem of full-time education of schoolchildren and students, especially in the southern and eastern regions. In this regard, it is necessary to change the approach to the implementation of the practical part of the physics program and the organization of students' independent work. To partially solve these problems based on real laboratory work, a developed computer program is offered on the topic "Study of the laws of direct current. The idea of creating this program was offered to students as a way of developing the professional competencies of future programmers. The simulation is broken down using C++ programming and the .Net Core framework in the Visual Studio IDE. The program interface is quite simple and convenient. Theoretical data for options are selected in such a way as not to violate the logic of the physical process. The program also provides security conditions if the student enters incorrect data. In addition, a real laboratory setup was created. A separate task was mastering the skills of processing experimental data using the Microsoft Excel environment.

**Key words:** distance learning, computer modeling, direct current laws, analytical method of processing experimental data.

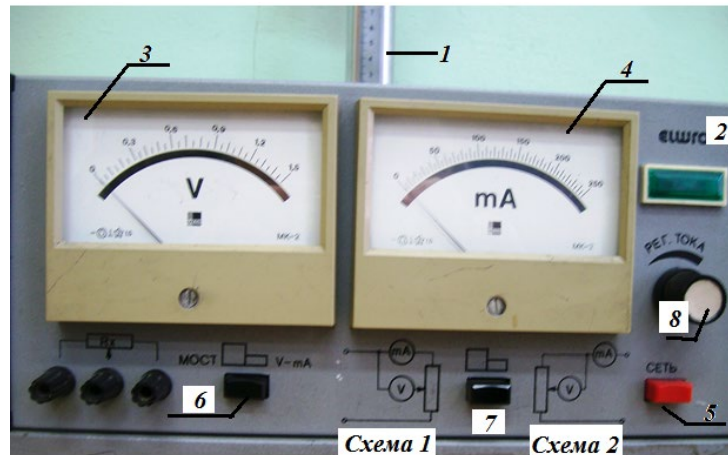
**Вступ.**

На сьогодні Україна стала перед проблемою організації навчання під час війни. У зв'язку із ситуацією, що склалась, стала проблема очного навчання школярів та студентів, особливо у південних та східних областях. В таких умовах проблемою є виконання практичної частини програми, а саме, виконання лабораторних робіт. Для забезпечення гідного рівня освіти школярів та студентів у даний період, а також залучення комп'ютерних технологій, було розроблено симуляцію, яка наблизить школярів та студентів до нових реалій їх

сфери діяльності. Ми повинні пристосовуватися до нових реалій нашого життя, сфера освіти не виняток, щоб підтримувати освітній процес, було створено симуляцію лабораторної роботи з теми «Вивчення законів постійного струму».

### Основний текст.

За основу було взято стандартну лабораторну роботу зі шкільного курсу [1-3] та лабораторну роботу, що запропонована на кафедрі фізики НУ «Запорізька політехніка» [4,10]. Експериментальна установка для дослідження кола постійного струму складається з колони з резистивним проводом 1 та вимірювального блоку 2 (рис. 1).



**Рисунок 1 – Експериментальна установка для дослідження кола постійного струму**

На колоні змонтовані два нерухомих кронштейни і один рухомий, який може пересуватись уздовж колони та фіксуватись у будь-якому положенні. Між верхнім та нижнім кронштейнами натягнений резистивний дріт. На рухливому кронштейні нанесена риска для визначення довжини відрізка вимірюваного резистивного дроту.

Прилади розміщені в окремому блоці, в якому є вольтметр (3), міліамперметр (4), та клавіши керування. Міліамперметр увімкнутий у коло резистивного проводу, використовується для вимірювання струму, а вольтметр – для вимірювання напруги на обраній довжині резистивного проводу. В залежності від варіанту включається або схема 1, або схема 2 за допомогою перемикача 7.

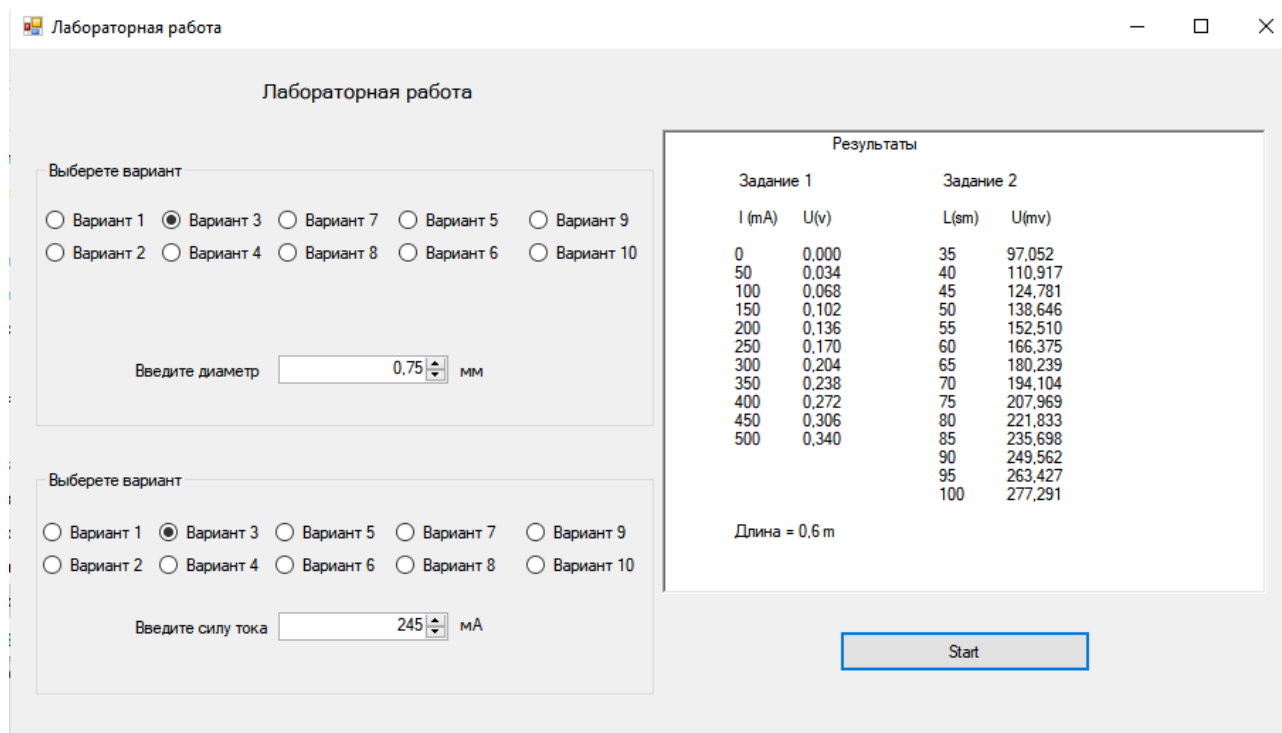
Симуляція лабораторної роботи розроблена за допомогою мови програмування C++ та фреймворком .Net Core у компіляторі Visual Studio. Раніше було представлено елементи коду програми [5]. Інтерфейс програми дуже простий і містить тільки інтуїтивно зрозумілі елементи (прапорці вибору варіанту, поля для введення діаметру та сили струму, кнопка для розрахунку, та вікно для відображення інформації).

Вікно програми має 3 основні блоки: «Завдання 1», «Завдання 2» та поле, куди виводитиметься результат розрахунків (із кнопкою «Розрахувати», рис. 2).

На вхід програма просить:

1. Обрати варіант (для першого та другого завдання);
2. Обрати I (силу струму) та d (діаметр) для обрахунків.

Після введення даних необхідно натиснути на кнопку «Розрахувати», щоб побачити результат (рис. 2).



**Рисунок 2 – Інтерфейс програми з вихідними даними**

Дана програма дозволяє вивчити закон Ома у стандартному вигляді (Завдання 2) та у диференціальній формі (Завдання 1) [6,7]. Результати експерименту обробляються аналітичним методом [8,9] (рис. 3,4) за допомогою програми Excel.

| Задание 1     |       |                   |                                       |             |             |             |  |  |  |  |
|---------------|-------|-------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--|--|--|--|
| I (mA)        | U(v)  | $x = \frac{U}{l}$ | $y = \frac{4 \cdot I}{\pi \cdot d^2}$ | $x^2$       | $y^2$       | $x \cdot y$ |  |  |  |  |
| 0             | 0     | 0                 | 0                                     | 0           | 0           | 0           | $\sigma = k = \frac{\langle xy \rangle}{\langle x^2 \rangle} = 1997238,502$  |  |  |  |
| 50            | 0,034 | 0,056666667       | 113176,8                              | 0,003211111 | 1,28E+10    | 6413,355    |  |  |  |  |
| 100           | 0,068 | 0,113333333       | 226353,7                              | 0,012844444 | 5,12E+10    | 25653,42    |  |  |  |  |
| 150           | 0,102 | 0,17              | 339530,5                              | 0,0289      | 1,15E+11    | 57720,19    | $\Delta_\sigma = \Delta_k = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\langle y^2 \rangle}{\langle x^2 \rangle} - k^2} = 0,006662522$ |  |  |  |
| 200           | 0,136 | 0,226666667       | 452707,4                              | 0,051377778 | 2,05E+11    | 102613,7    |  |  |  |  |
| 250           | 0,17  | 0,283333333       | 565884,2                              | 0,080277778 | 3,2E+11     | 160333,9    |  |  |  |  |
| 300           | 0,204 | 0,34              | 679061,1                              | 0,1156      | 4,61E+11    | 230880,8    | $\varepsilon_\sigma = \varepsilon_k = \frac{\Delta_\sigma}{\sigma} \cdot 100\% = 3,33587E-07$                                    |  |  |  |
| 350           | 0,238 | 0,396666667       | 792237,9                              | 0,157344444 | 6,28E+11    | 314254,4    |  |  |  |  |
| 400           | 0,272 | 0,453333333       | 905414,8                              | 0,205511111 | 8,2E+11     | 410454,7    |  |  |  |  |
| 450           | 0,306 | 0,51              | 1018592                               | 0,2601      | 1,04E+12    | 519481,7    |  |  |  |  |
| 500           | 0,34  | 0,566666667       | 1131768                               | 0,321111111 | 1,28E+12    | 641335,5    |  |  |  |  |
| Длина = 0,6 m |       | середнє           | 0,283333333                           | 565884,2    | 0,112388889 | 4,48E+11    | 224467,4   |  |  |  |

**Рисунок 3 – Скрин обробки результатів експерименту 1 аналітичним методом**

| Задание 2 |         |   |             |             |          |             |  |  |  |
|-----------|---------|---|-------------|-------------|----------|-------------|--|--|--|
| L(sm)     | U(mv)   | $x = \frac{4 \cdot I \cdot l}{\pi \cdot d^2} \cdot A$ | $y = Uv, B$ | $x^2$       | $y^2$    | $x \cdot y$ |  |  |  |
| 35        | 97,052  | 194098,295  | 0,097052    | 37674148138 | 0,009419 | 18837,63    |  |  | $\sigma = k = \frac{\langle xy \rangle}{\langle x^2 \rangle}$ 5,00015E-07  |
| 40        | 110,917 | 221826,6229   | 0,110917    | 49207050629 | 0,012303 | 24604,34    |  |  |  |
| 45        | 124,781 | 249554,9508   | 0,124781    | 62277673453 | 0,01557  | 31139,72    |  |  |  |
| 50        | 138,646 | 277283,2786   | 0,138646    | 76886016608 | 0,019223 | 38444,22    |  |  | $\Delta_\sigma = \Delta_k = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\langle y^2 \rangle}{\langle x^2 \rangle} - k^2}$ 1,94942E-13 |
| 55        | 152,51  | 305011,6065   | 0,15251     | 93032080096 | 0,023259 | 46517,32    |  |  |  |
| 60        | 166,375 | 332739,9344   | 0,166375    | 1,10716E+11 | 0,027681 | 55359,61    |  |  |  |
| 65        | 180,239 | 360468,2622   | 0,180239    | 1,29937E+11 | 0,032486 | 64970,44    |  |  |  |
| 70        | 194,104 | 388196,5901   | 0,194104    | 1,50697E+11 | 0,037676 | 75350,51    |  |  | $\varepsilon_\sigma = \varepsilon_k = \frac{\Delta_\sigma}{\sigma} \cdot 100\%$ 3,89872E-05                                    |
| 75        | 207,969 | 415924,9179   | 0,207969    | 1,72994E+11 | 0,043251 | 86499,49    |  |  |  |
| 80        | 221,833 | 443653,2458   | 0,221833    | 1,96828E+11 | 0,04921  | 98416,93    |  |  |  |
| 85        | 235,698 | 471381,5737   | 0,235698    | 2,22201E+11 | 0,055554 | 111103,7    |  |  |  |
| 90        | 249,562 | 499109,9015   | 0,249562    | 2,49111E+11 | 0,062281 | 124558,9    |  |  |  |
| 95        | 263,427 | 526838,2294   | 0,263427    | 2,77559E+11 | 0,069394 | 138783,4    |  |  |  |
| 100       | 277,291 | 554566,5573   | 0,277291    | 3,07544E+11 | 0,07689  | 153776,3    |  |  |  |
|           | середнє | 374332,4262   | 0,187172    | 1,52619E+11 | 0,038157 | 76311,61    |  |  |  |
| I=245 mA  |         |   |             |             |          |             |  |  |  |

**Рисунок 4 – Скрин обробки результатів експерименту 2 аналітичним методом**

**Висновки.**

В процесі роботи над проектом ми досягли поставленої мети, а саме:

- ✓ створено новий інтелектуальний продукт – комп’ютерне моделювання для виконання фізичного практикуму «Вивчення законів постійного струму» студентами спеціальностей 121 «Програмна інженерія», 141 «Електроенергетика. Електротехніка та електромеханіка», 192 «Будівництво», 136 «Металургія»;
- ✓ стимулював розвиток професійних компетентностей студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»;
- ✓ стимулював розвиток інформаційної компетентності студентів спеціальностей 121 «Програмна інженерія», 141 «Електроенергетика. Електротехніка та електромеханіка», 192 «Будівництво», 136 «Металургія» при виконанні фізичного практикуму з використанням готового інформаційного продукту, напр. як комп’ютерне моделювання «Вивчення закону Стокса», так і обробка результатів експерименту з використанням аналітичних можливостей Microsoft Excel.

У перспективі планується створення навчально-методичного комплексу для виконання фізичного практикуму в дистанційній формі навчання.

**Литература:**

1. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 7-9 класи. / Під ред. В. В. Гудзь, Т. М. Засєкіна, Ю. Я. Пасіхов та ін., 2017. – 40 с. – <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>
2. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням фізики. Фізика, 8-9 класи. / Під ред. О.І. Ляшенко, В.Г. Бар’яхтар, Л.Ю. Благодаренко та ін., 2013. – 23 с. – <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/fizika1.pdf>
3. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 10-11 класи. / Під ред. В. М. Локтева та ін., 2017. – 34 с. – <https://mon.gov.ua/>

storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf

4. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з фізики. Розділ «Електрика та магнетизм». Для студентів інженерно-технічних спеціальностей денної форми навчання / Укладачі: С.В. Лоскутов, В.П. Курбацький, С.П. Лушчін, М.І. Правда. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 78 с.

5. Татарчук Т.В., Печерський М.В. Створення комп'ютерної симуляції для виконання лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання – Пошук молодих. Випуск 21: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Інноваційні технології навчання природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої та вищої освіти», (Херсон, 22 квітня 2021 року.). – Херсон: ХДУ, 2021. – С. 17-20.

6. Бушок Г.Ф. Курс фізики: навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм / Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. – К.: Либідь, 2001. – 448 с.

7. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: У 3 т. / За ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 2006.

8. Андреев А.М. Фізика. Лабораторні роботи з творчими завданнями: Навчальний посібник / А.М. Андреев, О.Ю. Осипов. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2012. – 174 с.

9. Соколов Є.П. Пошук фізичних закономірностей: навчальний комплекс / Є.П. Соколов, О.А. Лозовенко. – Запоріжжя: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – 182 с.

10. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: Дидакт. Материал: 9-11 кл. / Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др.; Под ред. Ю.И. Дика, О.Ф. Кабардина. – М.: Просвещение, 1993. – 208 с.: ил. – ISBN 5-09-004023-0.

Статья отправлена: 11.03.2023 г.

© Татарчук Т.В.