

*В.І. Гудим, д-р техн. наук, професор, В.В. Янків  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

Необхідність проведення лабораторних робіт для більш ефективного вивчення електротехніки та більш глибокого засвоєння і розуміння матеріалу є абсолютно зрозумілою. Проте не завжди є можливість провести реальну лабораторну роботу через недостатність відповідного обладнання чи повну відсутність лабораторії. Як один з варіантів вирішення даної проблеми, розроблено діючі комп'ютерні моделі лабораторних робіт, які дозволяють імітувати процеси, що відбуваються в електричних колах. Це дає змогу без наявності електротехнічної лабораторії виконувати лабораторні роботи, які сприяють чіткому уявленню, як закони електротехніки використовуються в реальних установках і системах. Дані моделі реалізовані в середовищі Delphi 7.

*Ключові слова:* лабораторна робота, електротехніка, комп'ютерна модель.

**Вступ.** Виконання лабораторних робіт є невід'ємною частиною навчального процесу у галузі точних наук. У процесі вивчення курсу «Загальна електротехніка» лабораторні роботи дають чітке уявлення про явища та процеси, що відбуваються у природі. Крім того, оброблені результати лабораторних досліджень дозволяють здійснити експериментальну перевірку фундаментальних законів фізики та електротехніки. Завдяки виконанню цих робіт можна спостерігати зв'язок між теоретичною та прикладною електротехнікою і реальними електротехнічними пристроями та апаратами, а також зрозуміти зв'язок побудови та функціонування реальних пристроїв з фундаментальними законами електротехніки. У зв'язку з тим лабораторний практикум є чи не найважливішим щодо правильного розуміння та сприйняття курсу «Загальна електротехніка».

Для виконання лабораторних робіт, звичайно, потрібна сучасна лабораторна база на основі найновіших вимірювальних приладів (високоточні цифрові амперметри, вольтметри та ватметри), а також елементна база у вигляді прецизійних реальних елементів (конденсаторів, обмоток, резисторів та джерел живлення), що дозволяє створити різноманітні комбінації електричних кіл, з якими спеціалісти можуть зустрічатися під час практичної діяльності.

Проте в наш час коли, на жаль, наука недостатньо фінансується, створення такої лабораторії є доволі не простим завданням, а ті лабораторії, які вже існують, є фізично застарілими через відсутність коштів для оновлення чи хоча б підтримання існуючого обладнання. Тому постає завдання пошуку альтернативних шляхів вирішення проблеми виконання лабораторних робіт як одного з основних компонентів процесу вивчення електротехніки, оскільки за відсутності лабораторних робіт досить важко донести до студентів і курсантів реальну суть законів та процесів, які мають місце в електричних колах. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є створення комп'ютерних програм, які зможуть в максимальній мірі замінити реальні лабораторні стенди.

**Постановка завдання.** Для більш ефективного вивчення курсу «Загальна електротехніка» та глибокого засвоєння і розуміння матеріалу потрібно використовувати комплексний підхід у його вивченні. Йдеться про те, що вивчення предмету тільки на основі теорії є досить важкою задачею. Тому виконання лабораторних робіт після викладення теоретичного матеріалу на лекціях і закріплення його на практичному занятті є просто необхідне. Це дає можливість глибше засвоїти і усвідомити фундаментальні закони і фізичні явища, які лежать в основі всіх електротехнічних приладів. Виконання лабораторної роботи на реальному устаткуванні дає можливість студентам навчитись читати електричні схеми, складати їх електричні кола, що відповідають даним схемам та побачити реальний зв'язок між тим, що зображено на схемі і реальним електричним колом. Також це сприяє ознайомленню з вимірювальними приладами (амперметри, вольтметри, ватметри), які використовуються для вимірювання електричних величин та навчитись ними користуватись і визначати ціну поділки шкали приладів.

Проте не завжди є можливість провести реальну лабораторну роботу через відсутність відповідного обладнання чи повну відсутність лабораторії. Також навіть при наявності лабораторії в них, як правило, наявні джерела напруги з фіксованою частотою, що не дає можливості отримати залежностей напруги чи струму від частоти. Ще одним недоліком є те, що обладнання, яке є в наявності, зазвичай застаріле і отримані результати можуть виявитись неповними чи нечіткими. Альтернативним варіантом є комп'ютерні варіанти лабораторних робіт як математичні аналоги реальних схем. Таким чином, щоб не втрачати можливість проведення лабораторних робіт та для глибшого вивчення явищ та процесів електротехніки доцільно використовувати лабораторні роботи в комп'ютерному варіанті. Разом з цим, за допомогою комп'ютерного варіанта можна виконати такі експерименти, які на реальній електричній схемі виконати практично не можливо, але в природі вони існують.

Метою даної роботи є створення лабораторних робіт з електротехніки у вигляді комп'ютерних програм, які здатні в максимальній мірі замінити реальні лабораторні стенди. Для цього необхідно на одній з алгоритмічних мов реалізувати математичні моделі розглянутих електричних кіл з максимальним забезпеченням адекватності процесів і їх відповідності реальності. Це вимагає наявності комп'ютерної лабораторії та розробленого математичного забезпечення, яке було б адаптоване до операційної системи Windows.

**Виконання завдання.** Реалізація математичних моделей електричних кіл, які розглядаються в курсі «Загальна електротехніка», може бути здійснена на будь-якій з алгоритмічних мов, однак в даній роботі було використано програмно орієнтовану алгоритмічну мову програмування Delphi7 [1].

Для електричних кіл вибрано класичні математичні моделі резистора, індуктивності, конденсатора та джерела напруги, які наводяться в лекційному курсі та підручниках із загальної електротехніки. Ці моделі формуються в дискретній формі на основі багатокрокових А-стійких чисельних методів інтегрування системи алгебро-диференціальних рівнянь [2], зокрема методу формул диференціювання назад (ФДН) [3], що забезпечує адекватне моделювання процесів як у лінійних, так і нелінійних електричних колах, при цьому досягається абсолютна чисельна стійкість та досить висока точність відображення процесів.

За допомогою даної програми можна виконати лабораторні роботи з таких розділів:

- електричні кола постійного струму;
- однофазні електричні кола змінного синусоїдного струму;
- трифазні електричні кола;
- перехідні процеси в лінійних електричних колах.

Нижче на прикладі лабораторної роботи на тему «Перехідні процеси в лінійних електричних колах» розглянемо, як працює ця програма.

Меню програми лабораторної роботи містить два пункти: «Файл» та «Вікна». Якщо обрати пункт меню «Файл», то на екрані з'явиться випадаюче підменю, таке як показано на рис. 1.

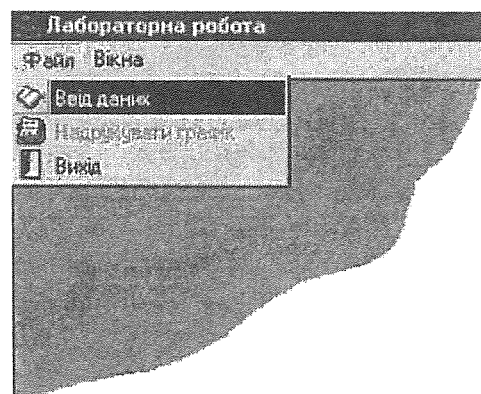


Рис. 1. Меню програми лабораторної роботи

У підменю входять три пункти: «Ввід даних», «Надрукувати графік», «Вихід». Якщо вибрати пункт «Ввід даних», то на екрані з'явиться діалогове вікно (рис.2), призначене для вводу даних.

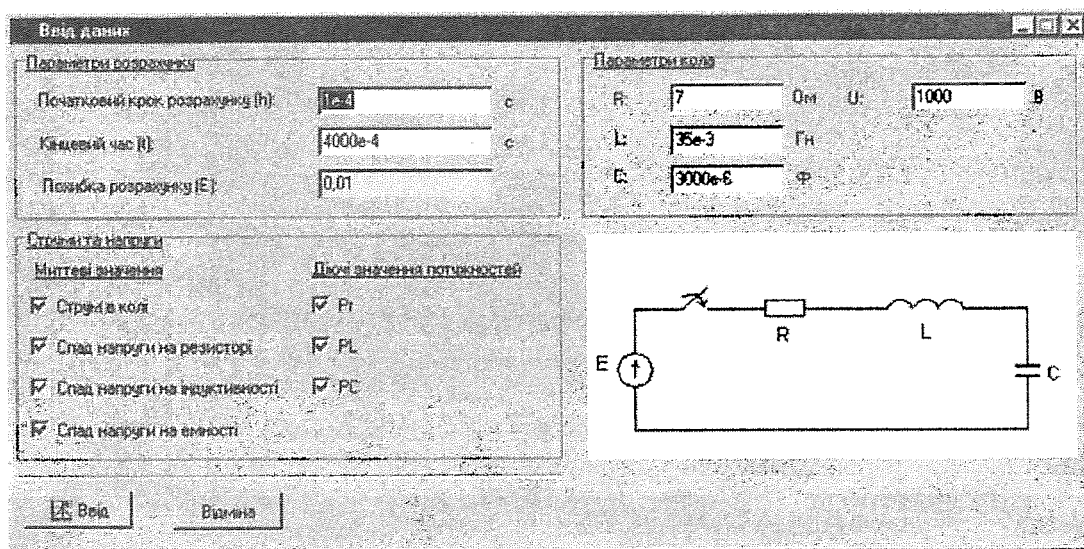


Рис. 2. Діалогове вікно вводу даних лабораторної роботи

Діалогове вікно «Ввід даних» призначене для вводу даних, необхідних для розрахунку режиму. Воно складається з трьох розділів: «Параметри розрахунку», «Параметри кола», «Вибір координат режиму».

Перший підрозділ містить три поля: «Початковий крок розрахунку», «Кінцевий час», «Похибка розрахунку». Перше поле («Початковий крок розрахунку») призначене для вибору стартового кроку інтегрування, який залежно від точності розрахунку та стійкості процесу інтегрування може змінюватись згідно з передбаченим програмою алгоритмом. Переважно величину кроку вибирають, виходячи з часу інтегрування та кількості значень інтегрованої функції на цьому інтервалі. На практиці час інтегрування відповідає одному чи кільком періодам промислової частоти, а кількість значень функції переважно – 100/період. Це дозволяє отримати чітке графічне відображення процесу. Більша кількість значень вимагає більше розрахункового часу, а менша кількість значень приводить до погіршення результату розрахунку. Значення другого («Кінцевий час») поля, виходячи з вищенаведених міркувань, повинно бути в сто, а то і більше разів більше від початкового кроку і залежить від мети досліджень. Похибка розрахунку тісно пов'язана з результатами, при чому чим менша похибка, тим результат точніший. Однак висока точність призводить до ділення кроку інтегрування, що, відповідно, збільшує час розрахунку.

Другий розділ містить поля для вводу параметрів електричного кола. Щоб вилучити якийсь із елементів з електричного кола, потрібно задати у полі цього елемента 0.

У третьому розділі містяться перемикачі для вибору вимірюваних величин. Наявність «пташки» означає, що величину буде розраховано і виведено як результат розрахунку.

Щоб запустити введений режим на розрахунок, потрібно натиснути на клавішу «Ввід». По закінченні розрахунку у файлі даних формується таблиця у вигляді масивів, в якій містяться значення функцій в кінці кожного кроку розрахунку. Ця таблиця є вихідною інформацією для побудови графіків. Після закінченні розрахунку на екрані з'явиться вікно «Графік», призначене для перегляду результатів розрахунку режиму у графічному вигляді, тобто у вигляді графічної залежності значення функції від часу. Щоб закрити діалогове вікно вводу даних, потрібно натиснути на клавішу «Відміна».

Вікно «Графік» (рис.3) складається з двох частин: панелі інструментів (справа на рисунку) та панелі перегляду осцилограм (зліва на рисунку).

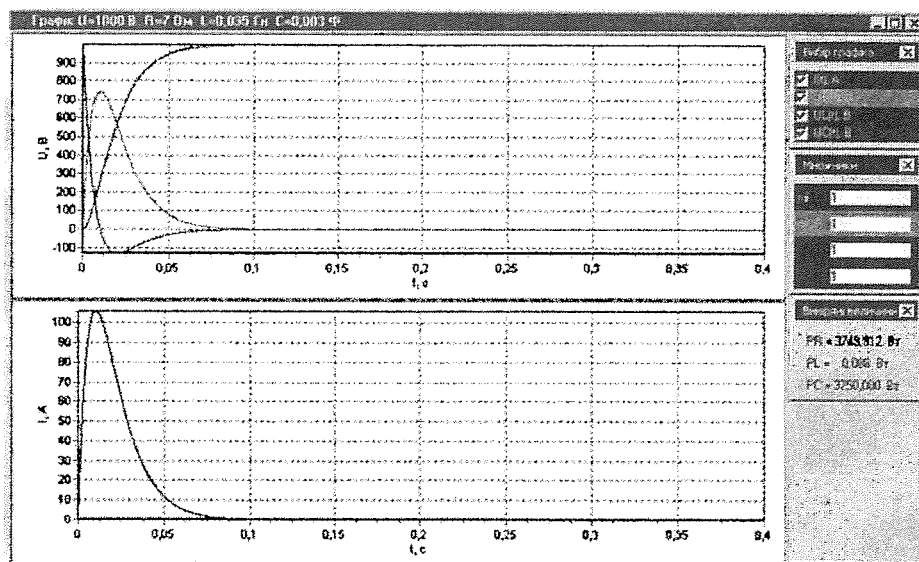


Рис. 3. Вікно «Графік»

З осцилограмами, що виводяться на панель перегляду, можна виконувати наступні операції: вибір проміжку та переміщення на площині. Проміжок можна вибрати наступним чином: перемістити курсор до верхнього лівого кута проміжку, який необхідно вибрати; натиснути ліву клавішу мишки і, не відпускаючи її, перемістити курсор до нижнього правого кута проміжку; відпустити ліву клавішу мишки. Це дає змогу збільшити потрібний проміжок осцилограми у масштабі для більш детального його перегляду. Щоб повернутися до режиму перегляду повного діапазону, потрібно: пересунути курсор в панель перегляду осцилограм; натиснути ліву клавішу мишки, не відпускаючи її, посунути курсор вліво (щоб намалювалась рамка); відпустити ліву клавішу мишки. Перемістити осцилограму по площині можна наступним чином: пересунути курсор в панель перегляду осцилограм; натиснути праву клавішу мишки; переміщати курсор в той бік, куди потрібно перемістити осцилограму.

Панель інструментів складається з трьох розділів: «Вибір графіка», «Множники», «Виміряні величини». В першому розділі розміщені перемикачі, за допомогою яких можна показувати або витирати осцилограми з екрану. У другому розділі розміщені поля для вводу масштабного коефіцієнта для кожної з осцилограм. У третьому розділі виводяться діючі значення вимірюваних величин.

Щоб змінити колір будь-якої з осцилограм, потрібно клікнути правою клавішею мишки на полі, що відповідає осцилограмі, колір якої необхідно змінити, що розміщене в першому або другому розділі панелі інструментів. В результаті з'явиться діалогове вікно, в якому необхідно вибрати колір і натиснути клавішу «ОК».

### Висновки:

1. Виконання лабораторних робіт з курсу електротехніки на фізичних об'єктах є найефективнішим методом вивчення фізичних явищ та фундаментальних законів, але вони вимагають сукупності дорогого обладнання (елементи електричних кіл, вимірювальні прилади, регульовані джерела живлення, осцилографи тощо), котре потребує постійного контролю та обслуговування. Такі лабораторії для навчальних закладів є дорогішими, а термін їх експлуатації обмежений, тому їх доцільно замінювати альтернативними технологічними розв'язаннями.

2. Розглянуті в даній роботі лабораторні комплекси з курсу «Загальна електротехніка», які реалізовані на програмно-орієнтованій алгоритмічній мові Delphi 7, дозволяє виконати лабораторні роботи аналогічно, як і на фізичних об'єктах з візуальним оглядом результатів досліджень, при цьому вдається значно нижчими коштами отримати аналогічний ефект. Крім того, ці лабораторні роботи можуть успішно використовуватися для ілюстрацій електричних процесів під час лекцій чи практичних занять.

### Література:

1. Архангельский Я. А. Программирование в Delphi 7. – МиООО «Бином-Пресс», 2004.
2. Чуа Л. О., Пен-Мин Лин. Машинный анализ электронных схем, Энергия. – Москва, 1980.
3. Холл Дж., Уатт Дж. Современные численные методы решения дифференциальных уравнений. Пер. с англ. / Под ред. А. Д. Горбунова. – Москва: Мир, 1979.

*В. И. Гудым, В. В. Янкив*

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Необходимость проведения лабораторных работ для более эффективного изучения электротехники и более глубокого усвоения и понимания материала является абсолютно понятной. Однако не всегда есть возможность провести реальную лабораторную работу из-за отсутствия соответствующего оборудования или полное отсутствие лаборатории. Как один из вариантов решения данной проблемы, разработаны действующие компьютерные модели лабораторных работ, которые позволяют имитировать процессы, происходящие в электрических цепях. Это позволяет без наличия электротехнической лаборатории выполнять лабораторные работы, которые дают четкое представление о том как законы электротехники используются в реальных установках и системах. Данные модели реализованы в среде Delphi 7.

*Ключевые слова:* лабораторная работа, электротехника, компьютерная модель.

*V. I. Hudym, V. V. Yankiv*

## INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATIONS FOR LABORATORY WORKS IN ELECTRICAL ENGINEERING

The need for laboratory work for more effective studying electrical engineering and a deeper learning and understanding of the material is totally understandable. However, not always possible to implement real laboratory work due to lack of equipment or complete absence of the laboratory. As one of the ways to solve this problem, developed a computer model of the existing labs that allow to simulate the processes occurring in the electrical circuits. This allows without electrical laboratory to perform laboratory work, which give a clear idea about how the electrical laws are used in real installations and systems. These models are implemented in the environment Delphi 7.

*Key words:* laboratory work, electrical engineering, computer model.

