

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ ПРАКТИКУМ З МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Андрій Перекрест

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,
м. Кременчук, Україна, 39600, pks13@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7728-9020

Олексій Юрко

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,
м. Кременчук, Україна, 39600, yurkoalexe@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8244-2376

Денис Моспан

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,
м. Кременчук, Україна, 39600, denis.mospan@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2151-4858

Дмитро Кухаренко

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,
м. Кременчук, Україна, 39600, krutoy276@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2845-6881

Кирило Вадурін

аспірант, асистент кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20,
м. Кременчук, Україна, 39600, kir3337@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7781-5783

У наш час виникає нагальна потреба у забезпеченні дисциплін навчальними матеріалами для дистанційного проведення занять як у синхронному, так і в асинхронному режимі. Тому необхідна розробка якісних комп'ютеризованих практикумів, що дозволяють наблизити віртуальні роботи до реальних фізичних експериментів. Дисципліна «Загальна фізика» охоплює багато різноманітних розділів з моделювання процесів механічного руху, молекулярної будови речовини, теплових явищ, електростатики та електродинаміки тощо. Доволі привабливим для розробки лабораторного практикуму з моделювання фізичних процесів є програмне середовище Labview, що показано на наступних прикладах. Під час вивчення розділу «Кінематика» розглядається рух тіла, що кинуте під кутом до горизонту. Реалізовано графічне відображення траєкторії тіла, візуалізацію динаміки руху тіла за траєкторією та динамічне відображення вектора швидкості з розкладанням його за горизонтальною та вертикальною осями. Моделювання процесу вільного падіння тіла дозволить провести вимірювання прискорення вільного падіння. Уведення врахування опору середовища дозволяє виміряти в'язкість середовища. Студенти мають змогу довільно задавати щільність тіла, щільність середовища та розміри тіла. Під час вивчення електростатичного поля на особливу увагу заслуговує візуалізація напруженості полів, що створюються нерухомими зарядами. Так, студенти можуть вибрати декілька активних зарядів, змінювати величину їхнього заряду та координати. Під час вивчення магнітних властивостей речовини пропонується вивчення явища гістерезису феромагнітних матеріалів. У цій статті показані приклади реалізації віртуального практикуму з моделювання різних фізичних процесів у програмному середовищі Labview. Можливість створення рухомих моделей та анімації фізичних процесів суттєво поліпшує сприйняття та розуміння суті явищ, що вивчаються. Для вивчення процесів в електричних колах у відповідних розділах фізики доцільно користуватися симуляторами роботи електронних схем (Workbench або Multisim), що максимально точно моделюють реальні фізичні процеси та інтерфейси вимірювальних приладів.

Ключові слова: моделювання, фізичні процеси, комп'ютерний практикум, віртуальний прилад.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. У час складних випробувань для нашої держави освітній процес у вищих навчальних закладах також стикається з новими реаліями. Тепер виникає нагальна потреба у забезпеченні дисциплін навчальними матеріалами для дистанційного проведення занять як у синхронному, так і в асинхронному режимі. Оскільки зараз з'являється багато непередбачуваних факторів, що не дозволяють проводити не тільки аудиторні заняття, але й онлайн-зустрічі в запланований за розкладом час. Це стосується як здобувачів освіти, так і викладачів. При цьому виникає проблема з проходженням лабораторного практикуму з технічних дисциплін, який студенти вимушені виконувати без доступу до наявного лабораторного обладнання в навчальному закладі. Тому необхідна розробка якісних комп'ютеризованих практикумів, що дозволяють наблизити віртуальні роботи до реальних фізичних експериментів. Звісно, жодна комп'ютерна модель не зможе надати практичних навичок, що здобуваються у роботі з реальними вимірювальними приладами та фізичними процесами.

Для багатьох спеціалізованих технічних дисциплін є відповідні програмні додатки, що максимально точно моделюють реальні фізичні процеси та інтерфейс вимірювальних приладів. Як приклад можна навести симулятори роботи електронних схем Workbench або Multisim. Дисципліна «Загальна фізика» охоплює багато різноманітних розділів з моделювання процесів механічного руху, молекулярної будови речовини, теплових явищ, електростатики та електродинаміки тощо. Використання кількох спеціалізованих програмних додатків для окремих розділів є недоцільним, оскільки потребує встановлення відповідного програмного забезпечення на персональні комп'ютери здобувачів (а більшість таких програм не є безкоштовними). Отже, бажано створювати лабораторні роботи у вигляді окремих самостійних exe-файлів, що будуть доступними для студентів і вони зможуть виконати такі роботи у зручний для них час.

Мета роботи – розробка віртуальних приладів у програмному середовищі Labview для забезпечення лабораторного практикуму з моделювання фізичних процесів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Доволі привабливим для розробки лабораторного практикуму з моделювання фізичних процесів є програмне середовище Labview [1; 2]. Об'єктний підхід у разі створення програм,

наявність шаблонів інтерфейсів вимірювальних приладів, індикаторів та пристроїв керування, за допомогою яких можна створити зручну панель для користувача, можливість спостерігати результати моделювання процесів у реальному часі – це ті аргументи, що можна навести для використання програмного середовища Labview для реалізації поставлених задач [3; 4]. Окрім того, простота процесу програмування та графічна візуалізація створених алгоритмів дозволяє залучати студентів різних спеціальностей до створення лабораторного практикуму з моделювання фізичних процесів.

Наведемо приклади моделювання фізичних процесів за допомогою Labview. Під час вивчення розділу «Кінематика» розглядається рух тіла, що кинуте під кутом до горизонту. Як вхідні дані можна задати початкову швидкість та кут нахилу вектора швидкості. У цьому прикладі реалізовано графічне відображення траєкторії тіла, візуалізацію динаміки руху тіла за траєкторією та динамічне відображення вектора швидкості з розкладанням його за горизонтальною та вертикальною осями (рис. 1) [5; 6].

Також можливе виведення графіків зміни модуля вектора швидкості та пройденого шляху у часі. Студентам може бути запропоновано шляхом графічного диференціювання та інтегрування отримати відповідні залежності.

Моделювання процесу вільного падіння тіла дозволить провести вимірювання прискорення вільного падіння [7; 8]. Уведення врахування опору середовища дозволяє виміряти в'язкість середовища. При цьому на тіло будуть діяти сили тяжіння, Архімеда та Стокса [9]. Студенти мають змогу довільно задавати щільність тіла, щільність середовища та розміри тіла. На рис. 3 наведено траєкторію руху (зліва) та зміну положення тіла у часі (праворуч) у разі його занурення в речовину на рівні, що позначений горизонтальною лінією. У цьому випадку початок координат прив'язаний до початкового положення тіла, яке знаходиться на висоті 0,1 м від поверхні в'язкого середовища.

Під час вивчення електростатичного поля на особливу увагу заслуговує візуалізація напруженості полів, що створюються нерухожими зарядами. Так, студенти можуть вибрати декілька активних зарядів, змінювати величину їхнього заряду та координати. Також можна прибирати лінії напруженості полів сусідніх зарядів, щоб виділити лише окремий заряд та оцінити його вклад у загальне поле (рис. 4). У такій реалізації програми розрахунок лінії починається по черзі

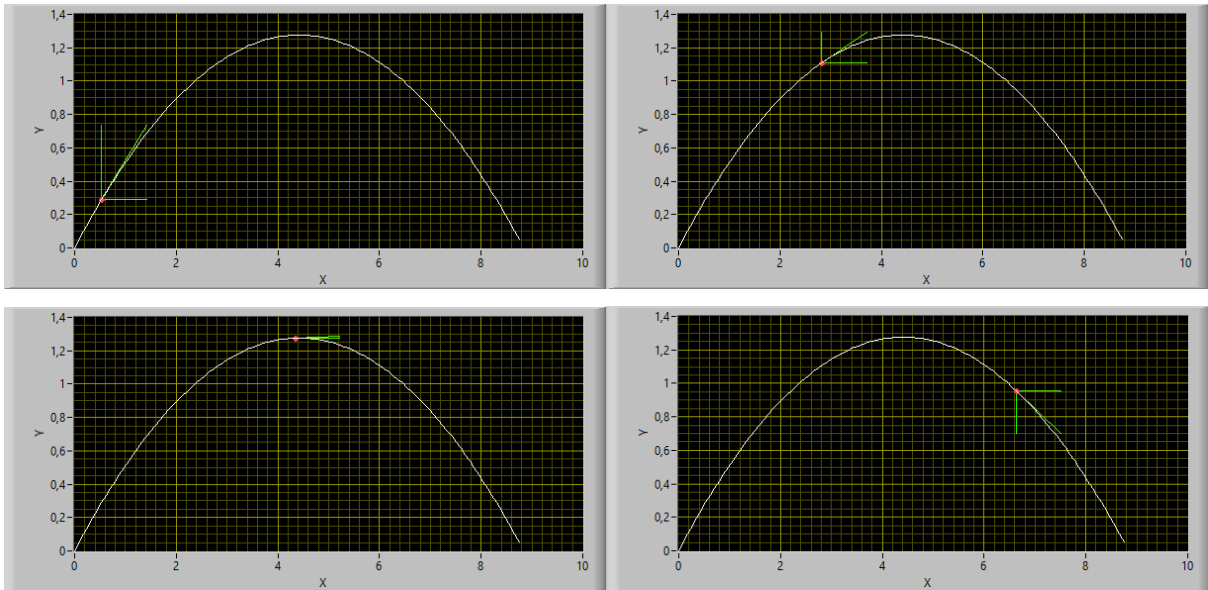


Рис. 1. Окремі кадри візуалізації руху тіла, кинутого під кутом до горизонту

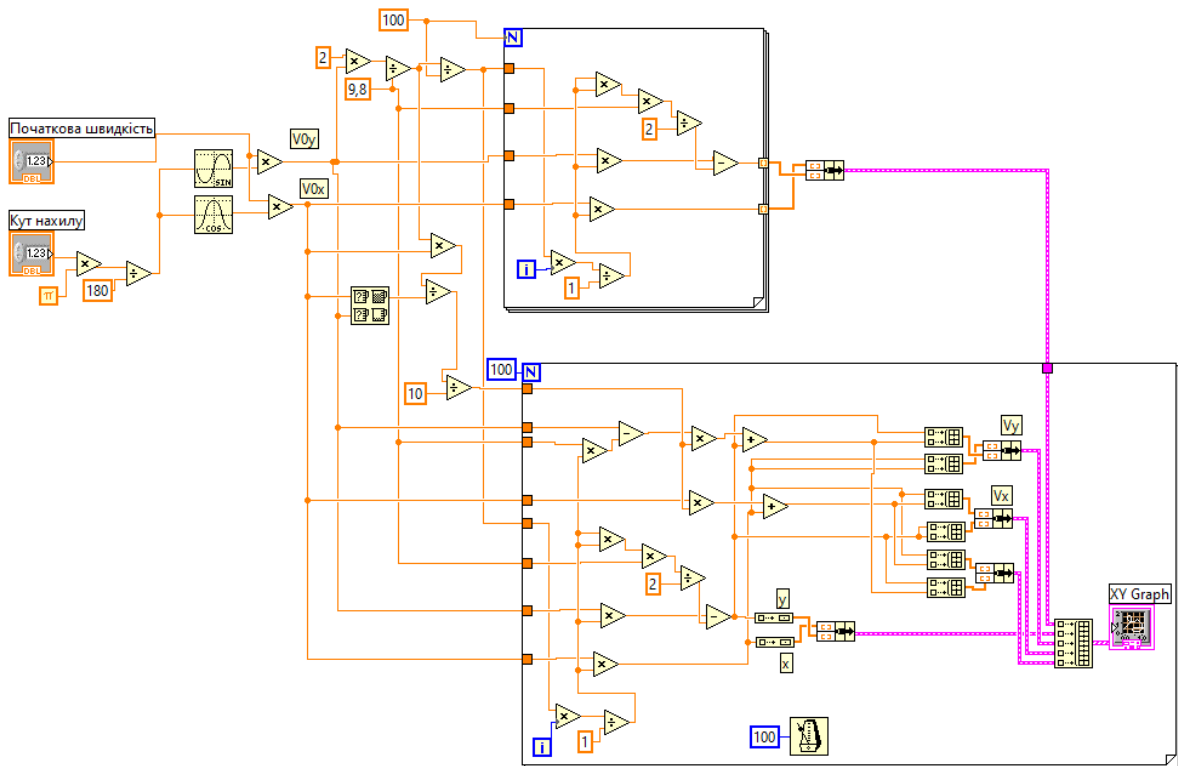


Рис. 2. Блок-діаграма для візуалізації руху тіла, кинутого під кутом до горизонту

від центру заряду з кроком у 15 градусів і продовжується до тих пір, поки лінія не прийде у центр сусіднього заряду, або не вийде за межі простору відображення. Також можна додати побудову еквіпотенціальних поверхонь.

Під час вивчення магнітних властивостей речовини пропонується вивчення явища гістерезису феромагнітних матеріалів [10]. На вірту-

альному стенді (рис. 5) передбачено два режими роботи. У режимі «Демонстрація» студент може переглянути анімовану послідовність дій зі зняття кривої намагнічення.

У режимі «Лабораторна робота» представлений екран осцилографа з можливістю масштабування шкали та регулятор амплітуди напруженості магнітного поля. За допомогою

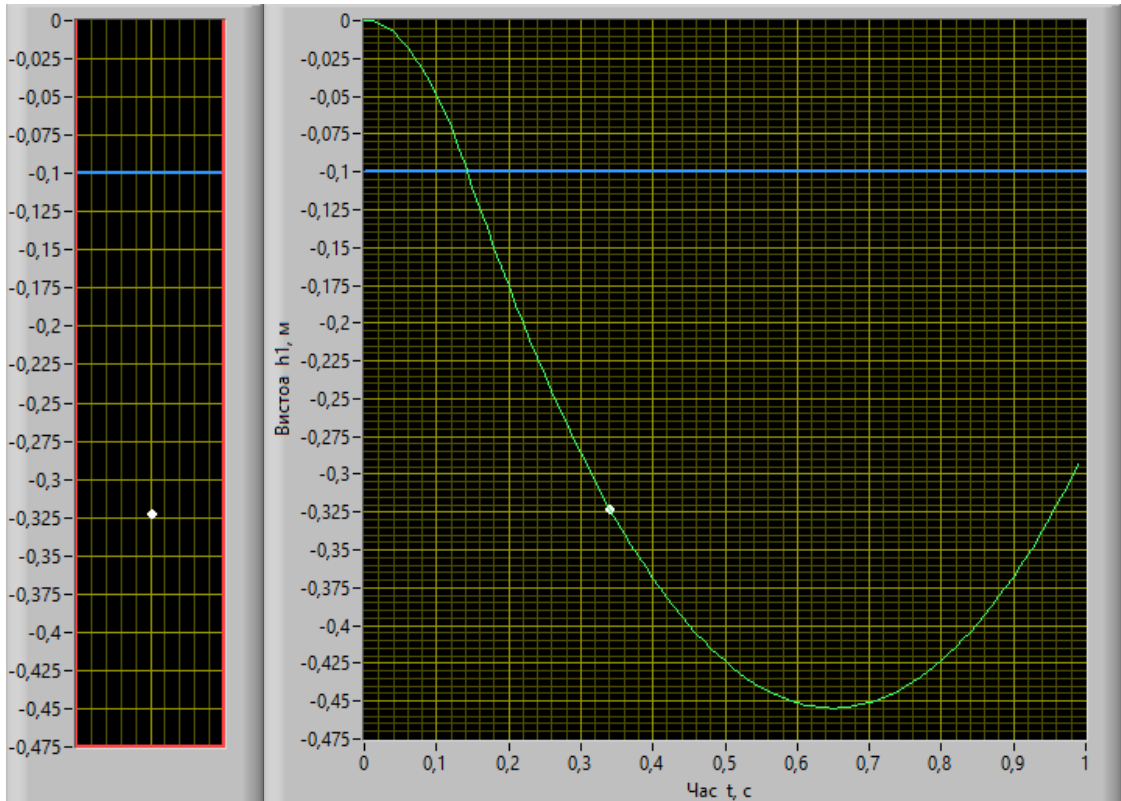


Рис. 3. Графічне відображення процесу вільного падіння та занурення тіла у в'язке середовище

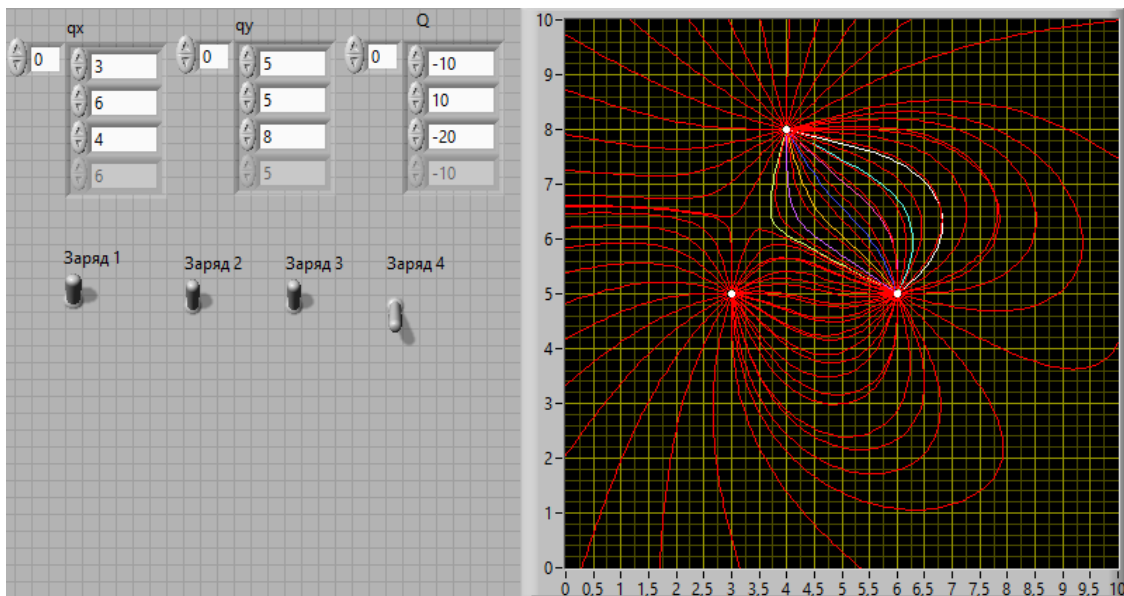


Рис. 4. Візуалізація напруженості полів електростатичних зарядів

курсора можна знімати значення напруженості та індукції кривої. У разі моделювання є можливість задавати параметри різноманітних матеріалів у вікні «Вибір матеріалу», що досить складно реалізувати у реальному фізичному експерименті.

ВИСНОВКИ. У результаті в роботі:

1. Показані приклади реалізації віртуального практикуму з моделювання різних фізичних процесів у програмному середовищі Labview. Можливість створення рухомих моделей та анімації фізичних процесів суттєво

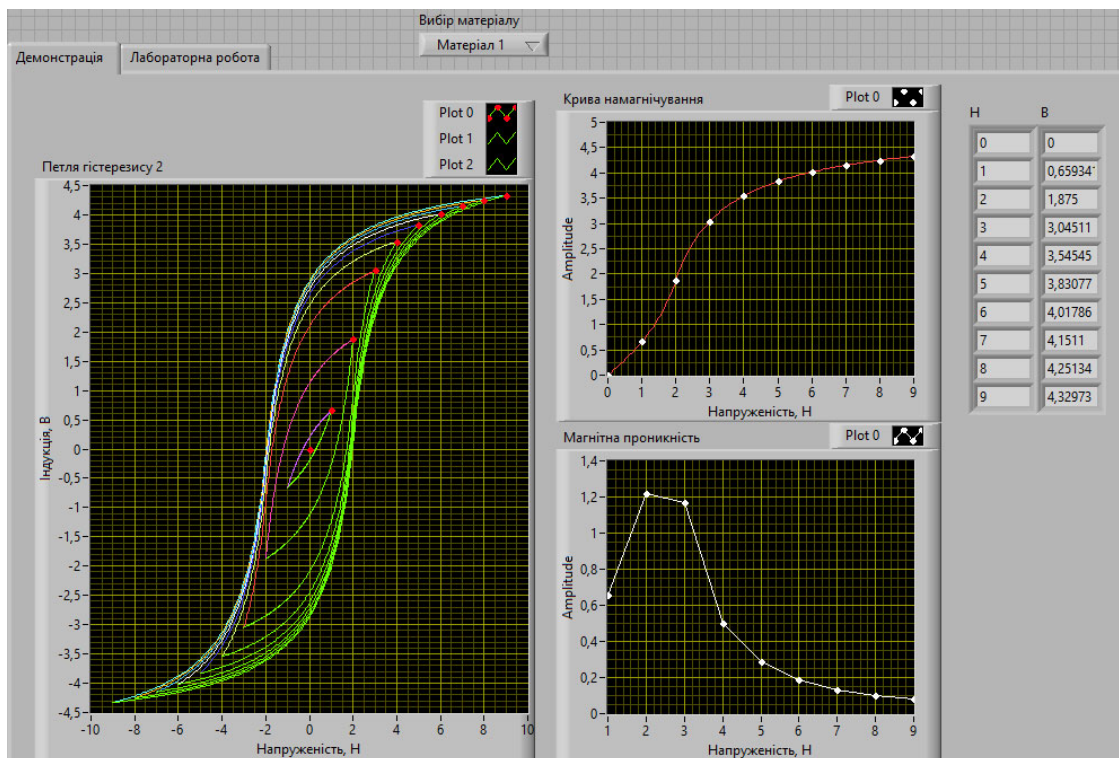


Рис. 5. Лицьова панель користувача для вивчення явища гістерезису

поліпшує сприйняття та розуміння суті явищ, що вивчаються.

2. Для вивчення процесів в електричних колах у відповідних розділах фізики доцільно користуватися симуляторами роботи електронних схем (Workbench або Multisim), що максимально точно моделюють реальні фізичні процеси та інтерфейси вимірювальних приладів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чорний О.П., Родькін Д.Й., Євстифєєв В.О., Перекрест А.Л. Віртуальні лабораторні комплекси для навчального процесу і наукових досліджень. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук : КрНУ, 2021. Вип. 3/2008(50). С. 28–42.

2. Essick J. *Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers*. 4th ed. Oxford University Press, 2018. P. 720.

3. Мосьпан Д.В., Кухаренко Д.В., Гладкий В.В., Саньков С.В. Аналіз вольтамперограм окислювально-відновлювальних процесів засобами Labview. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук : КрНУ, 2021. Вип. 6/2021 (131). С. 122–127.

4. Mospan D., Mospan V., Fomovskaya O., Fomovskii F., Yurko A., Nevliudova V. Approximation of ECG Signals by Labview Software. *“International Conference on Modern Electrical And Energy Systems” Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine, September 21–24, 2021*, P. 532–536.

5. Antonescu I., Manoliu I., Radulescu N. *Geotechnical Engineering Education and Training*. 1st ed. CRC Press, 2020. P. 536.

6. Santner T.J., Williams B.J., Notz W.I. *The Design and Analysis of Computer Experiments*. Springer Publishing, 2019. P. 284.

7. Коваленко О.М., Лазоренко О.В., Орел Р.П., Мешков С.М. *Методичні вказівки до комп'ютерних лабораторних робіт з фізики для студентів усіх спеціальностей і форм навчання*. Харків : ХНУРЕ, 2006. 123 с.

8. Ochkov V., Stevens A., Tikhonov A. *STEM Problems with Mathcad and Python*. Amsterdam University Press, 2022. P. 428.

9. Smith W.F. *Experimental Physics: Principles and Practice for the Laboratory*. Amsterdam University Press, 2022. P. 452.

10. Adly A.A. *Efficient Unconventional Models Of Multi-component Magnetic Hysteresis*. WSPC, 2021. P. 110.

COMPUTERIZED WORKSHOP ON MODELING PHYSICAL PROCESSES

Andrii Perekrest

Dc.S., Professor, Head of the Department of Computer Engineering and Electronics, Engineering and Electronics

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine, 39600, pks13@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7728-9020

Denis Mospan

Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Computer Engineering and Electronics

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine, 39600, denis.mospan@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2151-4858

Alexey Yurko

Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Computer Engineering and Electronics

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine, 39600, yurkoalexe@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8244-2376

Dmitriy Kukharenko

Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Computer Engineering and Electronics

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine, 39600, krutoy276@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2845-6881

Kyrylo Vadurin

Postgraduate Student, Assistant of the Department of Computer Engineering and Electronics, Engineering and Electronics

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine, 39600, kir3337@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7781-5783

Currently, there is an urgent need to provide disciplines with educational materials for remote classes in both synchronous and asynchronous modes. Therefore, it is necessary to develop high-quality computerized work that allow bringing virtual work closer to real physical experiments. The discipline “General physics” covers many different sections on modeling the processes of mechanical motion, the molecular structure of matter, thermal phenomena, electrostatics and electrodynamics. The Labview software environment is quite attractive for developing a laboratory practice on modeling physical processes, as shown in the following examples. When studying the “Kinematics” section, the movement of a body thrown at an angle to the horizon is considered. In this example, a graphical representation of the body’s trajectory, visualization of the dynamics of the body’s movement along the trajectory, and dynamic display of the velocity vector with its decomposition along the horizontal and vertical axes are implemented. Simulation of the process of free fall of a body will make it possible to measure the acceleration of free fall. Entering the account for the resistance of the medium allows you to measure the viscosity of the medium. Students can arbitrarily set the density of the body, the density of the medium and the dimensions of the body.

When studying an electrostatic field, special attention should be paid to the visualization of the strength of the fields created by immobile charges. So, students can choose several active charges, change the value of their charge and coordinates. When studying the magnetic parameters of a substance, it is proposed to study the phenomenon of hysteresis of ferromagnetic materials. This article shows examples of the implementation of a virtual workshop on modeling various physical processes in the Labview software environment. The ability to create mobile models and animation of physical processes significantly improves the perception and understanding of the essence of the phenomena being studied. To

study the processes in electrical circuits in the relevant sections of physics, it is advisable to use simulators of the operation of electronic circuits (Workbench or Multisim), which most accurately simulate real physical processes and interfaces of measuring instruments.

Key words: modeling, physical processes, computer workshop, virtual instrument.

REFERENCES

1. Chorny, O.P., Rod'kin, D.Y., Yevstifyeyev, V.O., Perekrest, A.L. (2008). Virtualni laboratorni kompleksy dlya navchalnoho protsesu i naukovykh doslidzhen [Virtual laboratory complexes for the educational process and scientific research]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhayla Ostrohradskoho*. Kremenchuk: KrNU. 3 (50). 28–42 [in Ukrainian].
2. Essick, J. *Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers*. 4th ed. Oxford University Press, 2018. P. 720.
3. Mospan, D.V., Kukharenko, D.V., Hladkyy V.V., San'kov, S.V. (2021). Analiz voltamperogram oksylyuvalno-vidnovlyvalnykh protsesiv zasobamy Labview [Analysis of voltammograms of oxidation-reduction processes by means of Labview]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhayla Ostrohradskoho*. Kremenchuk: KrNU. 6 (131). 122–127 [in Ukrainian].
4. Mospan, D., Mospan, V., Fomovskaya, O., Fomovskii, F., Yurko, A., Nevliudova, V. (2021). Approximation of ECG Signals by Labview Software. “International Conference on Modern Electrical and Energy Systems” Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Ukraine, September 21–24, 532–536 [in Ukrainian].
5. Antonescu, I., Manoliu, I., Radulescu, N. *Geotechnical Engineering Education and Training*. 1st ed. CRC Press, 2020. P. 536.
6. Santner, T.J., Williams, B.J., Notz, W.I. *The Design and Analysis of Computer Experiments*. Springer Publishing, 2019. P. 284.
7. Kovalenko, O.M., Lazorenko, O.V., Orel, R.P., Myeshkov, S.M. (2006). *Metodychni vkazivky do kompyuternykh laboratornykh robit z fizyky dlya studentiv usikh spetsial'nostey i form navchannya* [Methodical instructions for computer laboratory work in physics for students of all specialties and forms of education]. Kharkiv: KHNURE [in Ukrainian].
8. Ochkov, V., Stevens, A., Tikhonov, A. *STEM Problems with Mathcad and Python*. Amsterdam University Press, 2022. P. 428.
9. Smith, W.F. *Experimental Physics: Principles and Practice for the Laboratory*. Amsterdam University Press, 2022. P. 452.
10. Adly, A.A. Efficient Unconventional Models of Multi-component Magnetic Hysteresis. WSPC, 2021. P. 110.

Стаття надійшла 12.10.2022