

з точністю до 3 мм; датчик Холла А3144; датчики згину; датчик освітленості; датчик удару 801S; датчик тиску та ряд інших. Програмою лабораторного практикуму передбачено формування студентами робочих платформ для прямих вимірювань напруги, струму, створення віртуальних приладів: осцилографа, спектралізатора, частотоміра тощо.

Плати розширення, що встановлюються на платформи, урізноманітнюють функціональність платформи Arduino для управління різними пристроями та отримання даних. Плата розширення Xbee Shield, наприклад, забезпечує за допомогою модуля Maxstream Xbee Zigbee бездротовий зв'язок з декількома пристроями Arduino в радіусі до 35 метрів (в приміщенні) і до 90 метрів (поза приміщенням); плата розширення Motor Shield забезпечує управління двигунами постійного струму та зчитування датчиків положення; плата розширення Ethernet Shield забезпечує підключення до Інтернету, а EasyVR – це шилд, що дозволяє розпізнавати голосові команди. Він включає в себе весь функціонал EasyVR-модуля у форм-факторі шилда, що спрощує його підключення до Arduino й комп'ютера.

Із теоретичними та практичними аспектами використання описаних вище засобів студенти знайомляться на лекційних та лабораторних заняттях. Проте, через незначну кількість годин, окремі питання виносяться на самостійне опрацювання, або розв'язуються на заняттях творчої (проблемної) групи.

Висновки. Вивчення студентами (майбутніми учителями фізики) основ робототехніки формує теоретичну основу та практичні навички роботи в галузі автоматичного управління, графічного програмування, сприяє формуванню загальнонаукових і технологічних навичок проектування, конструювання та програмування освітніх робототехнічних систем.

Перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження вбачаємо у впровадженні нових навчальних курсів, розробці методичних матеріалів та удосконаленні планів підготовки фахівців у сфері освітньої робототехніки. Не менш важливим є завдання технологічного забезпечення та розширення матеріальної бази лабораторії «Мікроелектроніки та робототехніки» на основі сучасних промислових та самостійно виготовлених мікроконтролерних платформ.

Список використаних джерел:

1. Ляшенко О.І. Моделювання та дослідження електронних пристроїв : навч. посіб. / О.І. Ляшенко, О.С. Мартинюк. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. – 217 с. + CD.
2. Мартинюк А.С. Методические и технологические аспекты подготовки будущих учителей физики к использованию средств микроэлектроники в экспериментально-исследовательской работе / А.С. Мартинюк // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8. – С. 450-454.

3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/state_standards/
4. Teaching robotics with an open curriculum based on the e-puck robot, simulations and competitions [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.innoc.at/fileadmin/user_upload/_temp/_RiE/Proceedings/21.pdf
5. Фестиваль Robotica 2013 состоялся! [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://robotica.in.ua/14-frontpage-content/108-festyval-robotica-2013-sostoialia>
6. Асоціація робототехніки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.roboart.org.ua/home>
7. ХоумМейд Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://robocraft.ru/blog/arduino/19.html>

А. С. Мартинюк

*Восточноукраинский национальный университет
имени Леси Украинки*

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Проанализировано состояние внедрения робототехники в рамках отечественного образовательного процесса. Выявлено противоречие между необходимостью в развитии этой сферы и отсутствием квалифицированных педагогических кадров. Рассмотрены отдельные методические аспекты подготовки будущих специалистов в области образовательной робототехники. Описаны возможности платформ Arduino в экспериментально-исследовательской работе, а также в процессе проектирования и изготовления оборудования учебного назначения. Приведены примеры расширения функциональности приборов, построенных на платформе Arduino, с использованием датчиков и дополнительных плат.

Ключевые слова: образовательная робототехника, микроэлектроника, учебный физический эксперимент, компьютерные технологии, платформы Arduino.

О. S. Martynuk

Lesya Ukrainka Eastern European National University

CHARACTERISTICS FOR THE PEDAGOGICAL SPECIALISTS OF THE EDUCATIONAL ROBOTICS

In this article was analyzed process in the national educational of robotics. We found a contradiction between the need of development in this area of science and the lack of qualified teachers. We considered some methodological aspects of training specialists to be in educational robotics. Capabilities of the Arduino platforms in experimental research, as well as in the design and manufacture of equipment for educational purposes were described. The examples of extending functionality of devices built on the Arduino platform, using sensors and additional boards are presented.

Key words: educational robotics, microelectronics, educational physical experiments, computer technology, Arduino platform.

Отримано: 13.05.2013

УДК 539.19(07)

Ю. М. Орищин¹, В. О. Савош², М. Д. Голуб³

¹Національний лісотехнічний університет України

²Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти

³Львівський національний університет імені Івана Франка

ТЕМА «ЗМІННИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ» В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ. НЕДОЛІКИ ТА ЗАСАДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

У статті вказано на деякі з виявлених недоліків традиційної методики викладання теми «Змінний електричний струм». Запропоновано технологію і відповідні засоби навчання та низку простих наочних експериментів, що сприяє усвідомленню студентами та школярами закономірностей змінного струму, пов'язаних фазовими співвідношеннями між струмом та напругою на елементах кола.

Ключові слова: змінний струм, активний опір, ємнісний опір, індуктивний опір, резонанс струмів, фаза, сила струму, напруга.

Аналізуючи стан викладання теми «Змінний електричний струм» у курсах фізики вищої та в середньої школи, дослідники часто зауважують, що традиційна технологія навчання цієї теми має істотні недоліки та недоробки, а її викладання недостатньо науково та методично обґрунтовано. Зокрема, на лабораторному занятті традиційно досліджують закономірності змінного електричного струму на установці, основу якої складають послідовно з'єднані резистор, єм-

ність та індуктивність [1-3]. Такий підхід не дає змогу розкрити сутність явища «змінний електричний струм» та його органічну єдність з коливальними рухами, гармонічними зокрема. Неусвідомлення цього взаємозв'язку унеможливує подальшому формуванню у студентів розуміння єдності фізичних знань. Спробуємо розібратись у суті проблеми та шляхах її розв'язання.

1. Навчальні проблеми

З курсу загальної фізики, зокрема його розділів «Постійний електричний струм» та «Електромагнетизм» відомо, що протікання постійного струму в електричних колах описує закон Ома, з якого випливають правила Кірхгофа. Очевидно, що застосувавши його до кола, поданого на рис. 1 а, отримаємо рівність:

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \quad (1)$$

яка означає, що прикладена напруга U дорівнює сумі спадів напруг U_1 , U_2 та U_3 на окремих резисторах R_1 , R_2 та R_3 відповідно.

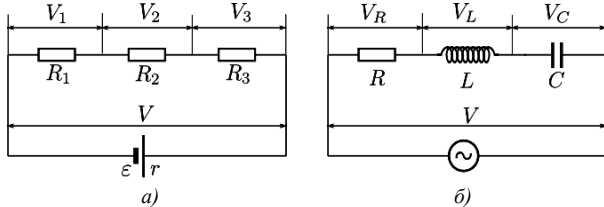


Рис. 1. Електричні кола: а) постійного струму; б) змінного струму

Водночас у колах змінного струму, наприклад, у колі поданому на рис. 1 б, складовими якого, крім генератора змінного струму (на виході якого напруга U змінюється за законом

$$U = U_0 \sin \omega t, \quad (2)$$

де U_0 – амплітуда, ω – циклічна частота, t – час), є послідовно з'єднані резистор R (активний опір), індуктивність L та ємність C , маємо:

$$U \neq V_R + V_L + V_C \quad (3)$$

де, V_R, V_L, V_C – спади напруги на резисторі R , котушці індуктивності L , ємності C відповідно (зауважимо, що ми не будемо враховувати активний опір витків обмотки електричної котушки $R_K = 0$).

Аналіз результатів контрольних опитувань слухачів підготовчого відділення та студентів першого курсу, які регулярно здійснюються в Національному лісотехнічному університеті України, Східноєвропейському національному університеті ім. Лесі Українки та Львівському національному університеті ім. Івана Франка, вказує на деякі суттєві недоліки у засвоєнні цієї теми студентами.

Зокрема, вони не можуть пояснити яким чином коливання струму I в колі пов'язані з коливаннями напруг U_R, U_L, U_C на резисторі R , котушці індуктивності L та ємності C відповідно, не розуміють, як фазові співвідношення між струмом і напругою можна пов'язати законом Ома для кола змінного струму, суті опису кіл змінного струму за допомогою методу векторних діаграм. Через це вони не можуть зрозуміти проблем, пов'язаних із передачею енергії в колах змінного струму, не розуміють, що таке «фактор потужності» та в яких випадках потужність від джерела до споживача може взагалі не передаватись.

Які причини такого незадовільного результату аналізу навчального процесу? Що заважає студентам зрозуміти співвідношення між напругою та струмом навіть у найпростіших колах, які складаються лише з одного резистора, конденсатора або котушки індуктивності? Чи це вина лише самих студентів? Чи виною теж є наша побудова змісту навчання та методики реалізації цієї теми в навчанні? Іншими словами, чи достатньо зроблено нами для того, щоб якісно її висвітлити?

2. Організаційні недоліки і брак наочності

Дослідження стану вивчення теми «Змінний електричний струм» виявили ряд недоліків, які стосуються організації навчального процесу, змісту та методики навчання, простих наочних засобів для демонстрації фазових співвідношень між струмом та напругою.

По-перше, здавалось би, що в навчальному процесі вивченню цієї теми як складової розділу фізики коливань обов'язково мало б передувати вивчення в курсі вищої математики основ диференціювання та інтегрування, набуття вміння їх застосування до тригонометричних функцій. Бо, з одного боку, без математичного формалізму важко досягнути і якісно засвоїти специфіку цієї теми, а з іншого – це сприя-

тиме засвоєнню математики студентами, демонструючи її потребу для аналізу реальних фізичних процесів

Водночас, зараз найчастіше у ВНЗ освіти математику і фізику починають вивчати одночасно, з першого семестру першого року навчання. Це призводить до того, що студент, який іще не почав вивчати елементи диференціального та інтегрального числення в курсі математики, повинен оперувати ними в курсі фізики.

Лекційне заняття

На ньому аналізують електричне коло (рис. 1 б), в якому до з послідовно з'єднаних резистора R , котушки індуктивності L і конденсатора C підключено генератор змінного струму. Зміни струму в колі відбуваються за законом

$$I = I_0 \sin \omega t, \quad (4)$$

де I_0 – амплітуда коливань струму, ω – циклічна частота.

Напругу U_R на елементах такого кола зі струмом I у ньому та зарядом q на ємності C пов'язує:

- на резисторі R закон Ома $U = IR$;
- на індуктивності L співвідношення $U_L = L \frac{dI}{dt}$ де $\frac{dI}{dt}$ – зміна струму на ній;
- на ємності C співвідношення $U = \frac{q}{C}$.

Відповідно до цього миттєве значення напруги U_R на резисторі співпадає за фазою зі струмом:

$$U_R = I_0 R \sin \omega t, \quad (5)$$

на індуктивності фаза напруги випереджуватиме фазу струму на $\frac{\pi}{2}$:

$$U_L = L \frac{d}{dt}(I_0 \sin \omega t) \text{ або } U_L = \omega L I_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad (6)$$

а на ємності вона відставатиме на $\frac{\pi}{2}$:

$$U = \frac{1}{C} \int I_0 \sin \omega t dt \text{ або } U_C = \frac{1}{\omega C} I_0 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}). \quad (7)$$

Результуючу напругу U , яка дорівнює сумі спадів напруг:

$$U = U_R + U_L + U_C \text{ або}$$

$$U = R I_0 \sin \omega t + \omega L I_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{1}{\omega C} I_0 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}), \quad (8)$$

можна додати графічно, як це показано на рис. 2. Звідси випливає вираз, який називають законом Ома для кола змінного струму:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U_0}{Z}, \quad I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}, \quad (9)$$

де $X_C = \frac{1}{\omega C}$ – ємнісний опір, $X_L = \omega L$ – індуктивний опір.

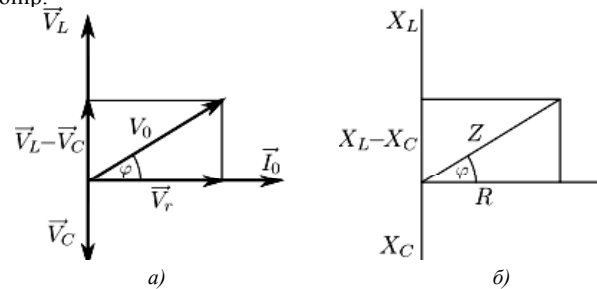


Рис. 2. Співвідношення між фазовим кутом φ : а) струмом I_0 , напругами U_0 , напругами на елементах кола U_{0R}, U_{0L}, U_{0C} та результуючою U_0 ; б) активним опором R , реактивними опором X_L і X_C та імпедансом Z

Лабораторне заняття

На лабораторному занятті традиційно досліджують закономірності змінного електричного струму на установці, основу якої складають послідовно з'єднані резистор, ємність та індуктивність (рис. 1, б) Знаходять спади напруг на ділянках кола, загальний спад напруги та струм у колі. Після цього отримані на лекційному занятті теоретичні закономірності намагаються застосувати до результатів експериментальних досліджень.

За результатами досліджень, застосовуючи отримані вище фазові співвідношення між струмом у колі та напругою на його елементах, будують векторну діаграму, подібну до зображеної на рис. 2 а. Досліджують, чи вона узгоджується з законом Ома для кола змінного струму. Таким чином, тут до обробки результатів лабораторних досліджень ми застосуємо теоретично отримані закономірності.

На нашу думку, поданий метод недостатньо наочний для того, щоб добре усвідомити фазові співвідношення між струмом в колі та напругами на ємності та індуктивності, бо недостатньо забезпечує можливість отримання теоретичних закономірностей на основі експерименту. Тобто, отримувати їх, не застосовуючи диференціювання та інтегрування, що особливо актуально для навчання фізики у середній школі.

Крім того, результати наших досліджень вказують на те, що кращі навчальні результати досягаються при використанні в лабораторних дослідженнях і демонстраціях електричної схеми з паралельним з'єднанням ємності та індуктивності (рис. 5).

Ідея експерименту

З вищеведених міркувань відомо, що миттєве значення напруги U_L на індуктивності L , приєднаної до генератора змінного струму (рис. 3 а), випереджує струм I за фазою на $\frac{\pi}{2}$.

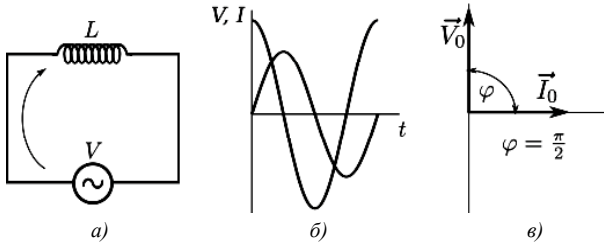


Рис. 3: а) генератор змінного струму приєднано до індуктивності; б) графіки струму і напруги в індуктивності; в) векторне подання коливань струму та напруги

Тоді як на ємності, приєднаної до генератора змінного струму (рис. 4 а), навпаки, миттєве значення напруги U_C на ємності C відстає від струму I за фазою на $\frac{\pi}{2}$.

А що буде, якщо з'єднати ємність та індуктивність паралельно? Як співвіднеситимуться струми у вітках кола зі струмом у його нерозгалуженій частині?

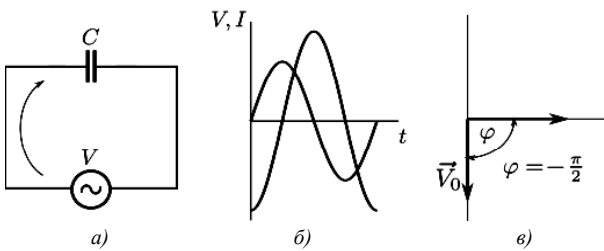


Рис. 4: а) генератор змінного струму приєднано до конденсатора; б) графіки струму і напруги в конденсаторі; в) векторне подання коливань струму та напруги

Оскільки фази коливань струмів на індуктивності та ємності зміщено на π , повний струм I_{LC} у колі не може дорівнювати сумі струмів ($I_C + I_L$); завжди має виконуватись нерівність $I_{LC} < I_C + I_L$, а коли $I_C = I_L$, то струм $I_{LC} = 0$.

Отже, в такому колі струм взагалі не протікатиме. Такий результат є однозначним експериментальним доказом справедливості фазових співвідношень між струмом і напругою. Цей доказ навіть не потребує математичних доведень.

Переконатись у справедливості поданого можна за допомогою запропонованої нами простої установки (рис. 6). Її можна застосувати для демонстрації фазових співвідношень на лекції чи уроці в класі та на лабораторних заняттях.

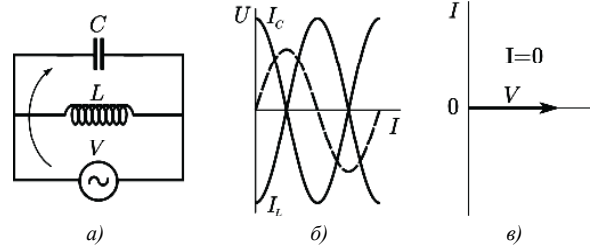


Рис. 5: а) генератор змінного струму приєднано до паралельно з'єднаних конденсатора та індуктивності; б) графіки струму і напруги; в) векторне подання коливань струму та напруги.

4. Опис експериментальної установки

На рис. 6 зображена принципова схема експериментальної установки для дослідження змінного струму. Електричне коло, елементи якого приєднано до клем 1–8, складається з резистора R , електричної котушки L з висувним осердям, ємності C , двох міліамперметрів mA , які дають змогу вимірювати струми, що протікають через ємнісну та індуктивну вітки кола й міліамперметра для вимірювання повного струму у колі.

Від джерела змінного струму частотою 50 Гц через автотрансформатор подається напруга. Її можна змінювати від 0 до 250 В і вимірювати вольтметром V .

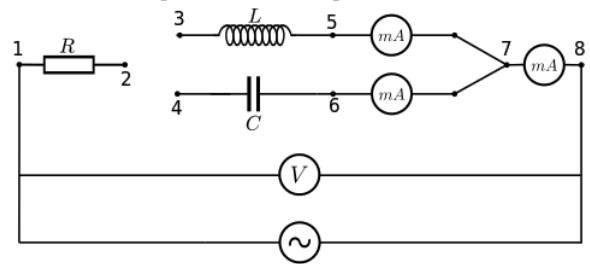


Рис. 6. Принципова схема установки: \sim – генератор змінного струму; R – резистор; L – котушка індуктивності; C – ємність; mA – міліамперметри; V – вольтметр

Крім цього у комплект установки входять:

- залізне осердя до електричної котушки (змінюючи його розташування в котушці, можна змінювати її індуктивність L , вона буде максимальною, коли осердя повністю введене у котушку);
- окремі провідники, якими можна з'єднувати між собою відповідні клемі установки та отримувати різні кола (рис. 7-9).

Завдання 1. Дослідження кола з ємністю

1. Зібрати схему, зображену на рис. 7.
(Для цього достатньо у базовій схемі 1 з'єднати провідниками клему 1 з клемою 2 та клему 2 з клемою 4).
2. Увімкнути установку в мережу. Обергаючи ручку автотрансформатора, встановити напругу $U_C = 120$ В. У колі потече струм I_C .
3. Занести в таблицю задане значення напруги U та отримане значення струму I_C .
4. Зменшити напругу до нуля та вимкнути живлення.

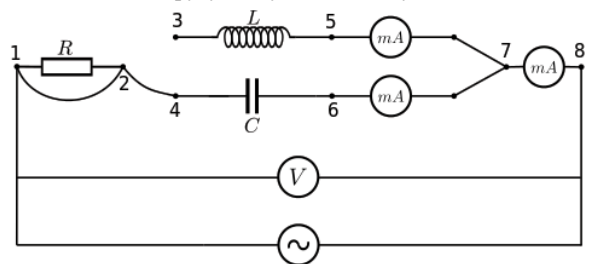


Рис. 7. Генератор змінного струму приєднано до ємності

Завдання 2. Дослідження кола з індуктивністю

1. Зібрати схему, зображену на рис. 8. Для цього достатньо перемкнути провідник з клемі 4 на клему 3.
2. Вставити осердя в електричну котушку та переміщати його доти, доки струм I_L не стане дорівнювати струму

I_C , що протікав через конденсатор у попередньому дослідженні. Тепер $I_L = I_C$.

- Зафіксувати положення осердя в електричній котушці і так залишати його у наступному експерименті.
- Зменшити напругу до нуля та вимкнути живлення.

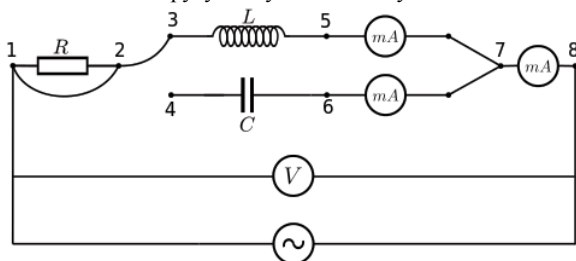


Рис. 8. Генератор змінного струму присьдано до індуктивності
Завдання 3. Дослідження кола з ємністю та індуктивністю.

- Зібрати схему, зображену на рис. 9. Коло складатиметься з паралельно з'єднаних індуктивності L та ємності C .
- Аналогічно до п. 2, 3 та 4, включити установку в мережу і обертаючи ручку автотрансформатора встановити на його виході напругу $U = 120$ В.
- Записати отримане значення струму у I_{LC} таблицю.

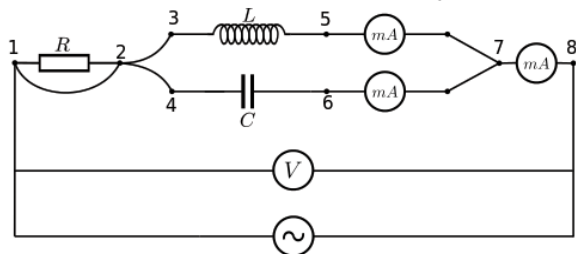


Рис. 9. Генератор змінного струму присьдано до ємності та індуктивності

Аналіз та обробка результатів досліджень

У дослідженні 1 та 2 напруга в колах та струми, які протікали в них, були однаковими: $I_L = I_C$.

Очевидно, що ємнісний X_C та індуктивний X_L є теж однаковими:

$$X_L = X_C \text{ або } \omega L = \frac{1}{\omega C}.$$

Отже, струми, які протікатимуть через них теж будуть однаковими.

Очевидно, що при паралельному з'єднанні ємності з індуктивністю миттєві значення напруги на них є однаковими і змінюються синхронно (фази співпадають). Водночас повне (результуюче) значення струму $I_{LC} = 0$.

Цей результат, насамперед, наочно доводить, що зміни напруги відрізняються від змін струму на ємності та індуктивності за фазою на $\frac{\pi}{2}$, а струми знаходяться в протифазі один до одного.

УДК 378.147[31+88]:537.8

Н. В. Подопрігора

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ НА ОСНОВІ НАУКОВОГО МЕТОДУ ПІЗНАННЯ

У статті презентується реалізація циклу наукового пізнання через експериментальний і теоретичний методи вивчення явища електромагнітної індукції при підготовці майбутніх учителів фізики у педагогічному університеті. Зокрема, побудована математична модель явища: рівняння закону електромагнітної індукції, різні його форми для розрахунку ЕРС індукції у рухомих провідниках, розрахунок ЕРС самоіндукції, введено поняття індуктивності провідника.

Ключові слова: цикл наукового пізнання природи, теоретичні і експериментальні методи фізики, математична модель, електромагнітна індукція.

Постановка проблеми. Одним з основних джерел розвитку методики навчання фізики та модернізації практики навчання фізики є методологія навчально-пізнавальної діяльності, заснована на сучасному науковому методі пізнання фізичних явищ і процесів. Науковий метод – це інструмент для розвитку пізнавальної і творчої ініціативи тих хто на-

Запропонований спосіб дослідження змінного струму, застосовний не тільки для електричних коливань струму та напруги, а й для пояснення закономірностей коливань іншого типу – механічних.

Список використаних джерел:

- Лабораторные занятия по физике / Л.Л. Гольдин, Ф.Ф. Игошин, С.М. Козел и др. ; под ред. Л.Л. Гольдина. – М. : Наука, 1985. – С. 312-317.
- Лабораторный практикум по общей физике / Ю.А. Кравцов, А.Н. Мансуров, Н.Г. Птицина и др. ; под ред. Е.М. Гершензона и Н.Н. Малова. – М. : Просвещение, 1985. – С. 180-183.
- Електрика та магнетизм : лабораторний практикум / уклад. Я.І. Шопи, В.М. Лесівців. – Львів : Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 106 с.
- Оришин Ю.М. Теорія і практика вдосконалення курсу загальної фізики засобами сучасного навчального експерименту : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Ю.М. Оришин. – К., 2006. – 40 с.

Ю. М. Оришин¹, В. А. Савош², М. Д. Голуб³

¹Национальный лесотехнический университет Украины

²Волынский институт последипломного педагогического образования

³Львовский национальный университет имени Ивана Франко

ТЕМА «ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК» В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ. НЕДОСТАТКИ И ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

В статье указано на некоторые из выявленных недостатков традиционной методики преподавания темы «Переменный электрический ток». Предложена технология и соответствующие средства обучения и ряд простых наглядных экспериментов, что способствует осознанию студентами и школьниками закономерностей переменного тока, связанных фазовыми соотношениями между током и напряжением на элементах цепи.

Ключевые слова: переменный ток, сопротивление, емкостное сопротивление, индуктивное сопротивление, резонанс токов, фаза, сила тока, напряжение.

Y. M. Orischin¹, V. A. Savosh², M. D. Golub³

¹Ukrainian National Forestry University

²Volyn Teacher Training Institute

³Ivan Franko National University of Lviv

CHARACTERISTICS ON THE TOPIC OF «VARIABLE ELECTRIC CURRENT» IN THE GENERAL PHYSICS COURSE

As the title implies the article describes the main points out several of the discovered errors of the traditional teaching method on the topic of «Variable Electric Current». There are suggested a technology and appropriate means of teaching and a simple ostensive experiments, which facilitates the perception of the laws of Variable Electric Current. It is connected by Phase Interrelations between Current and Voltage on the Circuit Components.

Key words: Variable Electric Current, resistance, capacitance resistance, inductive reactance, resonance current, phase, ampereage, voltage.

Отримано: 27.05.2013

вчається, він уможливило самостійність їх мислення та спонукає до діяльності. У дидактиці фізики цикл наукового пізнання має бути адаптованим до вимог сучасної педагогіки тому проблема апроксимації теоретичних і експериментальних методів фізики на методи навчання у теорії й методиці навчання фізики є актуальною.