

Вовкотруб В. П., Подопрігора Н. В.
Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗМІСТУ РОБІТ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ

Розглянуто особливості організації, постановки і виконання робіт фізичного практикуму з електродинаміки у старшій профільній школі. Наведено варіанти модернізації змісту робіт, характерних охопленням ними ширшого кола завдань.

Ключові слова: електродинаміка, профільна школа, експериментальне завдання, фронтальна лабораторна робота, фізичний практикум, мікроелектроніка.

Виходячи із задач, сформульованих державними програмами для сучасної школи [6], при навчанні фізики варті уваги формування вмій застосовувати одержані знання в різноманітних ситуаціях, здатності генерувати оригінальні ідеї, знаходити нетривіальні розв'язання в проблемних ситуаціях. Для учнів старшої школи актуальними залишаються проблеми зі створення сприятливих умов для забезпечення диференціації завдань відповідно за рівнями складності, уможливлення творчого підходу учнів до виконання експериментальних завдань.

В старшій школі організація освітнього середовища до навчання фізики характерна комплексністю – вивченням і проектуванням різносторонньої діяльності учнів. Вагоме значення має створення належних умов для забезпечення виконання експериментальних завдань за рівнями складності.

Проблема забезпечення реалізації постановки шкільного фізичного практикуму в сучасних умовах частково відображена в дослідженнях Л. І. Анциферова та ін. [5]. Потреба вдосконалення змісту шкільного фізичного практикуму визначена О. І. Ляшенком [4]. Шляхи розв'язання проблем з організації лабораторних робіт з фізики на профільному рівні навчання розглянуті І. В. Коробовою [3].

Аналізуючи сучасні вимоги до шкільного фізичного практикуму за розділами шкільного курсу фізики, варто відмітити ряд нерозв'язаних проблем щодо модернізації його змісту і наявності матеріального забезпечення. Сучасні тенденції розвитку зазначених проблем пов'язані з необхідністю створення нового типу елементів обладнання, зокрема навчальних полів і полігонів з широким використанням засобів мікроелектроніки. Цей процес комплексно пов'язується з визначенням змісту робіт, охоплення останнім усіх ключових одиниць навчального матеріалу визначених програмами практикумів відповідно до розділів курсу.

Аналіз переліку і змісту фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму вимагає певної їх модернізації. В даній статті ми ділимося досвідом щодо розробки і розширення варіантів експериментальних завдань, які складають зміст фронтальних лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму з електродинаміки, визначених навчальними програмами [6].

Для виконання програми фізичного практикуму, зокрема в 11 класі, варто врахувати, що за навчальними програмами [6] кількість робіт, пропонованого переліку, не співвідноситься з часом відведеним на їх виконання: за профільним рівнем наведено 27 найменувань робіт, з них – 16 з електродинаміки. На виконання практикуму виділено лише 10 годин, для робіт з електродинаміки – до 6 годин. При цьому варто, щоб зміст практикуму достатньо охоплював завдання, визначені змістом наведеного в програмах переліку робіт. Зрозуміло, що виконати всі вимоги програм у межах годин відведених лише на фізичний практикум неможливо, тому потребує перегляду зміст виконання

експериментальних завдань упродовж всього терміну навчання як в основній, так і старшій школі.

Розглянемо варіанти лабораторних робіт щодо експериментального вивчення джерел електричного живлення. Традиційною є фронтальна лабораторна робота “Вимірювання ЕРС і внутрішнього опору джерела струму”. Виконання завдань, охоплених такою роботою, можливе і в процесі виконання роботи фізичного практикуму “Дослідження роботи джерела струму”. Враховуючи наявність у підручнику теоретичного матеріалу щодо залежності потужності зовнішньої ділянки електричного кола від її опору [1, с. 78], нами запропоновано наступний варіант постановки і виконання такого завдання.

Матеріальне забезпечення запропонованого варіанту потребує певної модернізації типового обладнання. В якості джерела струму зручно використати батарею гальванічних елементів, наприклад, пальчикових батарей. Для одного джерела їх доцільно взяти чотири і помістити у відповідні касети (рис. 1). Для покращення якості результатів виконання роботи доцільно збільшити внутрішній опір даного джерела. Для цього між контактами кожної пари елементів ми пропонуємо приєднати резистор на 1-2 Ом потужністю не меншою 1 Вт.

У роботі використано лабораторний реостат на 6-8 Ом, попередньо проградуирований з точністю 0,5 Ом. Це зручно здійснити за допомогою містка для вимірювання опорів. Реостат приєднують до гвинтових затискачів містка, попередньо наклеївши на обмотці реостата паперову смужку шириною 6-8 мм нижче контакту повзунка. Градування здійснюють з ціною поділки шкали 0,5 Ом. Зібрана експериментальна установка наведена на рис. 2. Наводимо інструкцію для виконання завдань до визначення внутрішнього опору і ЕРС джерела струму.

Мета роботи: визначити внутрішній опір і ЕРС джерела постійного струму.

Обладнання: джерело постійного струму; амперметр на 2 А; проградуирований реостат; провідники і вимикач.



Рис. 1



Рис. 2

Короткі теоретичні відомості

В електричному колі постійного струму максимальна потужність на зовнішній ділянці кола виділяється у випадку, коли $R = r$. Отже, зібравши електричне коло за рис. 2, досліджують залежність сили струму в колі I від значення опору зовнішньої ділянки кола R . Виміряні величини I та R вносять до таблиці 1 у відповідні колонки. За відповідними значеннями кожного вимірювання визначають значення потужностей у зовнішній ділянці кола як $P_i = I_i^2 R_i$, заповнюючи останню колонку.

Будують графік залежності $P(R)$ (загальний вигляд графіка зображений на рис. 3), з

нього визначають внутрішній опір джерела струму. З тієї точки на графіку, яка відповідає максимальному значенню потужності, опускають перпендикуляр на вісь опорів R , це і буде опір зовнішньої ділянки r , що є внутрішнім опором джерела струму. ЕРС визначають за формулою закону Ома для повного кола.

Порядок виконання роботи

1. Складіть експериментальну установку за рис. 2.
2. Виведіть реостат і замкніть електричне коло установки: запишіть до таблиці 1 значення зовнішнього опору і сили струму в колі.
3. Поступово збільшуючи опір зовнішньої ділянки кола, записуйте до таблиці значення опору зовнішньої ділянки з кроком 0,5 Ом і відповідне значення сили струму в колі.
4. Після повного введення реостата розімкніть електричне коло установки.
5. Виконайте розрахунки і занесіть дані до третьої і четвертої колонок таблиці 1.
6. Побудуйте графік залежності потужності, виділеної в зовнішній ділянці електричного кола від опору цієї ділянки $P(R)$.
7. З точки графіка, що відповідає максимальному значенню потужності, опустіть перпендикуляр на вісь опорів. Значенням опору на вісі опорів в точці падіння перпендикуляра відповідає внутрішньому опору джерела струму.
8. Визначте ЕРС джерела струму за законом Ома для повного кола, використавши значення внутрішнього опору r та відповідні значення сили струму I і опору зовнішньої ділянки R_i .

Т а б л и ц я 1

№ з/п	R , Ом	I , А	I^2 , А ²	$P = I^2R$, Вт

Дослідження роботи джерела живлення не обмежується лише виконанням варіантом наведеного завдання. Процес навчання фізики за будь-яким рівнем тісно пов'язаний з відбором джерел електроживлення до різних за параметрами і характеристиками споживачів, зокрема споживачів з елементами електроніки. Більшою мірою це стосується таких робіт фізичного практикуму до вивчення напівпровідникових діода і транзистора і особливо “Вивчення радіоелектронних пристроїв”. Названі перші дві роботи є традиційними. Розвиток і впровадження мікроелектронних засобів потребує дослідження роботи сучасніших вузлів і пристроїв, зокрема “Дослідження роботи операційного підсилювача”, “Складання і дослідження роботи генератора прямокутних імпульсів (мультивібратора)” і ряду інших.

Матеріальне забезпечення виконання таких експериментальних завдань потребує розробки і виготовлення спеціальних навчальних модулів. А для їх електроживлення потрібні відповідні джерела, зокрема джерела двополярного електроживлення. Нами розроблена система завдань до складання і дослідження роботи таких джерел [2]. Пропонуємо варіанти робіт фізичного практикуму з вивчення двополярного джерела електроживлення та дослідження роботи операційного підсилювача. В процесі виконання завдань формуються уявлення учнів як про основи будови, дії і призначення двополярних джерел вторинного електроживлення так і призначення оперійних підсилювачів. Змістом роботи охоплені завдання до роботи практикуму “Вивчення радіоелектронних пристроїв”. У будь-якому варіанті даного дослідження сформовані вміння є необхідними і невід’ємним для вільного вибору учнем будь-якого варіанта виконання визначених програмами фізичного практикуму завдань. Пропонуємо варіант інструкцій зазначених робіт практикуму.

Дослідження джерела двополярного електроживлення

Обладнання: модуль-полігон двополярного джерела електроживлення; вольтметр

постійного струму (або мультиметр); з'єднувальні шнури і провідники.

Короткі теоретичні відомості

Ряд електронних пристроїв живлять двополярною напругою. Навчальний модуль-полігон являє собою корпус, на панелі якого змонтована схема джерела двополярної напруги з контактними гніздами на вході і виходах джерела. З'єднання між елементами схеми, виконані лініями, дозволяють відслідкувати її принципову схему (рис. 3). Загальний вигляд модуля-полігону зображено на рис 4.

Порядок виконання роботи

1. Зберіть ДВЕ для одержання двополярної напруги за рис. 3.
2. Під'єднайте полігон до мережі.
3. Виміряйте напругу на вході приставки, результати занесіть до звіту.
4. Під'єднайте вольтметр до вихідних клем " $U_{\text{вих}+} - 0$ ", дотримуючись полярності ввімкнення.
5. Зміщуючи повзунок змінного резистора R_2 у допустимих межах, виміряйте значення вихідної напруги.
6. Переключіть вольтметр до клем " $0 - U_{\text{вих}-}$ ", дотримуючись полярності ввімкнення.
7. Повторіть аналогічні вимірювання, за вказівкою пунктів 4, 5.
8. Увімкніть вольтметр до гнізд " $U_{\text{вих}+} - U_{\text{вих}-}$ ". Повторіть вимірювання за можливих положень повзунка резистора R_2 .
9. Проаналізуйте отримані результати вимірювань шляхом їх порівняння. Сформулюйте висновки щодо особливостей роботи і призначення двополярного джерела.

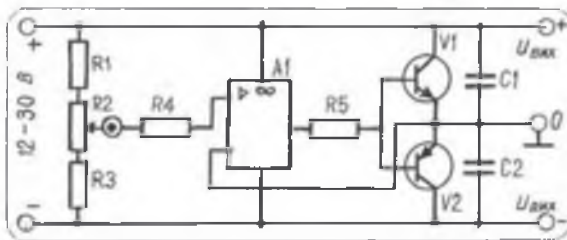


Рис. 3.



Рис. 4.

Наведений в інструкції обсяг завдань дозволяє вчителю варіювати ними в залежності від наявності матеріального забезпечення та визначених змістом задач.

Дослідження характеристик операційного підсилювача

Обладнання: модуль-полігон для вивчення електронних підсилювачів; двополярний блок живлення; генератор низькочастотних електричних коливань лабораторний; цифрові вольтметри (або два мультиметри, вмонтованих на полігоні); з'єднувальні шнури і провідники.

Короткі теоретичні відомості

З різноманітних підсилювачів електричних сигналів операційні підсилювачі, які виготовляються за інтегральною технологією, є найбільш універсальними. Поєднані зі схемами зворотного зв'язку, вони призначені для виконання різних операцій над аналоговими й імпульсними величинами. Такі пристрої широко застосовуються не лише

як підсилювачі, а й у різних генераторах, джерелах еталонної напруги, електронних ключах тощо. Коефіцієнт підсилення становить 10^6 і вище для сигналів частотою від нуля до кількох МГц.

Операційні підсилювачі мають низький вхідний опір, кола захисту на вході від надмірно високої напруги і на виході від надмірно високої сили струму. Живляться вони від симетричних двохполярних джерел електроживлення напругою від ± 5 до ± 27 В. Останнім часом частіше використовують струми з напругою ± 5 і ± 15 В.

Операційні підсилювачі характеризуються тими ж параметрами, що й інші підсилювачі.

Коефіцієнт підсилення K_U – це відношення приросту вихідної напруги до відповідного приросту вхідної напруги.

Напруга зміщення $U_{зм}$ – значенням вхідної напруги, якій відповідає нульове значення вихідної напруги.

Підсилення сигналів різних частот визначається амплітудно-частотною характеристикою, яка зображена на рис. 5.

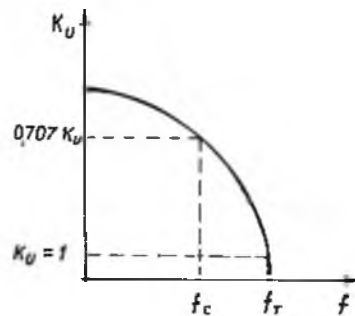


Рис. 5

З останньої визначають частоту зрізу $f_{зр}$ (значення частоти, якій відповідає зниження модуля коефіцієнта підсилення в $\sqrt{2}$ разів) і частоту одиничного підсилення f_m (значення частоти, якій відповідає коефіцієнт підсилення рівний одиниці). Для зняття амплітудно-частотної характеристики збирається схема інвертуючого, або неінвертуючого підсилювача. Вхідну напругу (значеннями 1-10 мВ) прикладають з виходу генератора низької частоти.

Варіант експериментальної установки, зібраної на базі полігону, зображений на рис. 6.

На ньому виділено модулі операційного підсилювача, ланцюгів зворотного зв'язку. Зліва і справа розташовані гнізда для приєднання двополярного джерела живлення (для зручності такі контакти, експериментатор може обирати зручний для нього варіант). Увімкнення живлення здійснюють ключем SA1. Біля верхнього краю розташовані гнізда для приєднання цифрових вольтметрів. До гнізда V1 приєднують вольтметр для вимірювання напруги на інвертуючому і неінвертуючому входах підсилювача. Під'єднання того, чи іншого з них здійснюється перемикачем SA2, а зміну рівнів вхідних сигналів здійснюють змінними резисторами R1 і R2.



Рис. 6

відповідними шнурами.

2. Приєднайте мультиметри до відповідних гнізд: на мультиметрі для вимірювання напруги входних сигналів перемикач встановіть в положення для вимірювання напруги в межах 0-2000 мВ, на мультиметрі для вимірювання напруги вихідного сигналу – в межах 0-20 В.

3. Встановіть повзунки резисторів R1 і R2 в середнє положення. Ввімкніть струм ключем SA1.

4. Плавнo змінюйте резистором R1 напругу сигналу на інвертуючому вході, для послідовності значень з кроком 2 мВ відмічайте відповідні показання напруги вихідного сигналу. Запишіть результати вимірювань до підготовленої Вами таблиці.

5. Вимкніть струм. Встановіть повзунки резисторів R1 і R2 в середнє положення.

6. Увімкніть струм. Плавнo змінюйте резистором R2 напругу сигналу на неінвертуючому вході, для послідовності значень з кроком 2 мВ відмічайте відповідні покази напруги вихідного сигналу. Запишіть результати вимірювань до таблиці.

7. За значеннями вимірювань побудуйте графік залежності $U_{вих} = f(U_{вх})$.

За виконаним графіком розрахуйте коефіцієнт підсилення за формулою:

$$K_n = \frac{\Delta U_{вих}}{\Delta U_{вх}}$$

8. За графіком визначте значення напруги зміщення, результати занесіть до таблиці. Вимкніть живлення установки.

9. Зробіть висновки щодо призначення і характеристик операційного підсилювача.

Таким чином, виконання програми фізичного практикуму з електродинаміки в 11 класі можливе в рамках 3-5 годин. Забезпечення умов для самостійного вибору учнем варіанта експериментального завдання – це фактор створення умов для творчої самостійності учня, розвитку його дивергентного мислення, можливість не лише бачити й аналізувати, а й реалізувати різні підходи до виконання завдання в процесі розумової діяльності, яка випереджає вибір змісту і методу виконання завдання.

Результати запропонованих нами доробок характерні і важливі для розв'язання аналогічних проблем постановки шкільного фізичного практикумів і з інших розділів курсу фізики.

Модулі двополярного живлення та генератора низькочастотних коливань виконані окремими блоками. Їх приєднують до полігону шнурами зі специфічними штекерами, чим забезпечується однозначність виконання таких маніпуляцій.

Для збирання і дослідження роботи суматора використовують джерело живлення з можливістю одночасного одержання кількох значень низьковольтної напруги постійного струму.

Порядок виконання роботи

1. Приєднайте полігон до блоку модуля живлення

Використана література:

1. Бар'яхтар В. Г. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. – Х. : Видавництво “Ранок”, 2011. – 320 с.
2. Вовкотруб В. П. Підвищення рівня практичної спрямованості робіт з вивчення фізичних основ будови і дії ЕОТ / В. П. Вовкотруб. // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2006. – Вип. 66. – С. 216-220.
3. Коробова І. В. До проблем організації лабораторних робіт з фізики на профільному рівні навчання / І. В. Коробова // Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції “Профільне навчання природничо-математичного та технологічного напрямків: проблеми, досвід, перспективи” (29-30 жовтня 2009 р., м. Херсон) / наук. ред. Г. С. Юзбашева. – Херсон : Айлант. 2009. – Вип. 12. – С. 201-203.
4. Ляшенко О. І. Оновлення змісту загальної середньої освіти – стратегічне завдання сьогодення / О. І. Ляшенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія: педагогічна / [редкол. П. С. Атаманчук та ін.]. – Кам'янець-Подільський : КПНУ ім. І. Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням майбутніх вчителів фізики, технології, астрономії. – С. 44-46.
5. Практикум з фізики в середній школі: Дидактичний матеріал: Посібник для вчителя / Л. І. Анциферов, В. О. Буров, Ю. І. Дік та ін.; За ред. В. О. Бутова, Ю. І. Діка. – К. : Рад. шк., 1990. – 176 с.
6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10-11 класи. Профільний рівень. Київ, 2010. – Режим доступу до програми : <http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/divalnist/osvita>.

А н н о т а ц и я

Рассмотрены особенности организации, постановки и выполнения работ физического практикума по электродинамике в старшей профильной школе. Представлены варианты модернизированного содержания работ, характерных объединением выполнения широкого спектра задач.

Ключевые слова: *электродинамика, профильная школа, экспериментальное задание, фронтальная лабораторная работа, физический практикум, микроэлектроника.*

A n n o t a t i o n

The peculiarities of the organization setting and physical performance in the senior workshop on electrodynamics school profile. Presents options for the upgraded content works, combining the broad range of tasks.

Keywords: *electrodynamics, school profile, pilot job, front laboratory robot physical workshop, microelectronics.*