

УДК 373.545.018.58:537.8

ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ НАВИЧОК ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ

Наталія ПОДОПРИГОРА, кандидат педагогічних наук, доцент, докторант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка

Анотація. Представлений практичний досвід відбору, організації і постановки експериментальних задач з елементами пошуково-творчого характеру, графічних досліджень, з'ясування причин виникнення парадоксів у процесі дослідження фізичних процесів з метою формування в учнів функціональних навичок дослідницької діяльності.

Ключові слова: експериментальні задачі, дослідницька діяльність учнів з фізики, електродинаміка, профільне навчання.

Наталія ПОДОПРИГОРА

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ У УЧАЩИХСЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Аннотация. Представлен практический опыт работы, организации и постановки экспериментальных задач с элементами поисково-творческого характера, графического исследования, выяснения причин возникновения парадоксов во время исследования физических процессов с целью формирования у учащихся функциональных исследовательских навыков.

Ключевые слова: экспериментальные задачи, исследовательская деятельность учащихся по физике, электродинамика, профильное обучение.

Natalya PODOPRYGORA

FORMING OF FUNCTIONAL RESEARCH SKILLS OF STUDENTS IN THE PROCESS OF UNTIING OF EXPERIMENTAL TASKS FROM PHYSICS

Summary. Practical experience, organizations and raising of experimental tasks, is presented with the elements of searching-creative character, graphic research, search of reasons of origin of paradoxes during research of physical processes with the purpose of forming at functional skills of students of research activity.

Keywords: experimental tasks, research activity of students on physics, electrodynamics, profile educating.

Стрімкий розвиток науково-технічного прогресу зумовлює зростання знаннєвої бази людства, що спонукає науковців до пошуку й розвитку в освіті нових підходів до навчання і уможливорюють засвоєння не лише готових знань, а й опанування методами оволодіння новими. Вдосконалення методів навчання, спрямованих на індивідуальний розвиток особистості, вільне орієнтування в інформатизованому суспільстві, формування універсальних умінь подолання труднощів є важливою проблемою сьогодення. Навчальна діяльність з фізики, спрямована на формування здібностей самостійно мислити, здобувати і застосовувати знання, планувати дії, шукати шляхи

розв'язування завдань, потребує впровадження в освітній процес альтернативних форм і способів діяльності, в якій важлива роль належить дослідницькій діяльності учнів. Вона має сприяти формуванню в учнів навичок пізнання світу через дослідження – невід'ємної якості кожної людини.

Під дослідницькою діяльністю учнів на сьогодні розуміють таку форму організації навчально-виховної роботи, що пов'язана з розв'язуванням творчих, дослідницьких задач з різних галузей науки, техніки, мистецтва. У концепції розвитку дослідницької діяльності учнів, запропонованій психологами М. Алексєєвим, О. Леонтовичем, С. Обуховим, наголошується на відмінностях

між науково-дослідницькою діяльністю та дослідницькою діяльністю учнів. Проектуючи дослідницьку діяльність учнів, за основу беруть модель і методологію дослідження, що її розроблено і прийнято у сфері науки декілька століть тому. Ця модель складається з декількох стандартних етапів, характерних для будь-якого наукового дослідження. При цьому головна мета навчального дослідження з функціонального погляду принципово різниться з тією, що є у сфері науки. Якщо в науці головною метою є виробництво нових знань у загальнокультурному значенні, то в освіті мета дослідницької діяльності полягає у формуванні в учнів функціональних дослідницьких навичок як універсального способу освоєння дійсності через підвищення мотивації до навчальної діяльності й активізацію особистісної позиції учня в освітньому процесі, основою якого є здобуття суб'єктивно нових знань [1, 4]. В. Наливайко, спираючись на досвід організації дослідницької діяльності учнів з фізики, вказує й на те, що такий вид діяльності учнів є інструментом розвитку його мотивації до навчання і вагомим регулятором якості освіти [3]. Отже, дослідницьку діяльність учнів можна розглядати як одну з концептуальних засад навчання фізики.

Одним із головних чинників організації дослідницької діяльності учнів у процесі навчання фізики є стимулювання їх до творчості. Через творчість формуються навички наукового методу пізнання. У формуванні творчих навичок велике значення мають як експериментальні, так і теоретичні методи навчання фізики. З експериментальними методами дослідження фізичних процесів і явищ учні ознайомлюються у навчальному фізичному експерименті. Під час виконання фізичного експерименту визначаються основні параметри, що характеризують перебіг певних процесів, виявляються взаємозв'язки між ними, встановлюються фізичні закономірності, останні набувають канонічної форми у процесі їх математичного моделювання. На думку В. Разумовського, природничо-наукова творчість може бути реалізованою за пропонованим ним принципом циклічності (взаємозв'язок вихідних фактів, моделі-гіпотези, теоретичних наслідків та експерименту). Цей принцип є результатом аналізу творчості багатьох учених, дослідження яких пов'язані з діяльністю в природничо-науковій галузі. Згідно з такою закономірністю в навчальному процесі фізична теорія і фізичний експеримент мають бути органічно пов'язаними [4].

Отже, вагомого значення під час організації дослідницької діяльності набуває формування в учнів умінь здобувати й застосовувати знання в різноманітних ситуаціях, здатності генерувати оригінальні ідеї, знаходити нетрадиційні розв'язки проблемних ситуацій. Адже продуктивна пізнавальна діяльність найефективніше розвивається через реалізацію діяльнісного ком-

понента в навчанні, в основу якого закладено всебічний аналіз умов і вимог пізнавальної задачі, постановку проблеми, висунення і формулювання гіпотези та їх перевірку, контроль і оцінку результатів. Отже, пізнавальна діяльність – це неперервний процес постановки і розв'язування нових задач.

На сьогодні багато хто з педагогів, розуміючи цінність дослідницької компетентності учнів, звертаються до цієї проблеми. На нашу думку, для успішної організації дослідницької діяльності необхідно виробити в учнів елементарні навички цієї роботи і пробудити інтерес до дослідницької роботи. Цьому питанню присвячена наша стаття.

Експериментальні й графічні задачі у процесі організації навчальної діяльності учнів з фізики виконують важливу роль. У графічних задачах залежність між фізичними величинами представлена явно чи неявно, тому учні повинні вміти аналізувати всі відомі їх взаємозв'язки, робити висновки, розвиваючи цим логічне і аналітичне мислення. Під час розв'язування експериментальних задач учень повинен брати участь у спостереженнях, інтерпретації даних, формуванні й формулюванні гіпотези, конструюванні експерименту, а також дослідженні завдання в цілому. У процес розв'язування експериментальних задач з виконанням графічних досліджень закладений значний потенціал для розвитку творчих здібностей учнів.

Вагомий інтерес становлять експериментальні задачі з елементами парадоксів. Вони викликають підвищений інтерес в учнів і бажання досягти, «розгадати секрет», сутність якого здається неймовірною на рівні їхніх досягнень і спонукає до дослідницької діяльності, тому роль експерименту як чинника емоційного впливу важко переоцінити.

Прикладом розрахункової задачі високого рівня складності, під час розв'язування якої зазвичай учні стикаються з протиріччями, є задача зі збірника різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики № 8В13: «*Будинок лісника під'єднано до електромережі за допомогою довгого кабелю з достатньо великим опором. Лісник помітив, що два однакові чайники закипають при послідовному і паралельному включенні за один і той самий час. Чому дорівнює опір кабелю, якщо кожний з чайників споживає при напрузі 220 В потужність 400 Вт?*» [2, 41].

До цієї задачі ми пропонуємо скласти і виконати відповідну експериментальну задачу: *дослідити залежність потужності, що виділяється на двох однакових опорах, з'єднаних послідовно або паралельно, від опору підвідних провідників за сталої прикладеної до них напруги.*

Для учнів у цій задачі парадоксальним виявляється той факт, що потужність, яка виділяється на послідовно і паралельно з'єднаних опорах в умовах реального експерименту, є однаковою.

На початку аналізу задачі цікавість в учнів викликає процес з'ясування причини виникнення такого «парадоксу», адже за формулою розрахунку потужності $P = U^2/R$ констатують, що для різних випадків з'єднань виділення однакової потужності можливе лише за різних напруг.

Для відшукування критерію виродження «парадоксу» учні повинні звернути увагу не на розподіл спадів напруг на послідовно або паралельно з'єднаних опорах, а на те, що незмінною залишається напруга, прикладена до зовнішньої ділянки досліджуваного електричного кола. У цьому випадку має бути врахований опір кабелю підвідної лінії, що виявився поза увагою учнів. Отже, головною причиною виділення однакових потужностей на опорах за різних типів їх з'єднання є різні значення опорів підвідних провідників.

Виконання експериментальної частини потребує складання електричного кола, визначення і добору електровимірювальних приладів. Зокрема, має бути врахована умова зміни опору підвідних провідників, наприклад за допомогою зміни опору реостата. Для підтримки незмінним значення напруги, прикладеної до зовнішньої ділянки кола, її регулюють потенціометром. У процесі виконання експерименту необхідно виконати і низку вимірювань у досліджуваному колі: напруги $U_{зд}$, прикладеної до зовнішньої ділянки кола (вольтметром на 12 В); опору підвідних провідників $R_{пр}$ (мультиметром); сили струму I (амперметром на 3 А). Джерелом струму доцільно обрати пальчикові гальванічні елементи (вісім елементів по 1,5 В), з'єднаних між собою послідовно. Зазначимо, що під час виконання експериментальної частини завдання вимірювання опору підвідних провідників здійснюють при розімкнутому колі. Тому необхідно забезпечити умови для замикання і розмикання відповідних ділянок кола з блокуванням одночасного ввімкнення кола і вимірника опору підвідних провідників.

Для фронтального виконання такого завдання необхідно мати у фізичному кабінеті декілька набірних полів «Школяр». У комплектації такого поля є практично всі необхідні елементи досліджуваного нами електричного кола: два резистори з $R = 20$ Ом, реостати лабораторні з опорами на $R_1 = 47$ Ом і $R_2 = 220$ Ом, перемикачі (ПК) і вимикачі (К), з'єднувальні провідники. Загальний вигляд і принципова схема запропонованої нами експериментальної установки представлена на мал. 1.

Вимірювання здійснюють за умови незмінної напруги, прикладеної до зовнішньої ділянки кола (у запропонованому варіанті $U_{зд} = 10$ В), регулюють її за допомогою потенціометра R_2 . Під час вимірювання опору підвідних провідників $R_{пр}$ перемикач ПК має бути в положенні 1, за якого реостат R_1 від'єднаний від кола і замкнений на омметр. Перевішивши перемикач ПК в положення 2, ключем К замикаємо коло і за допомогою потенціометра R_2 коректуємо напругу $U_{зд}$ до обраного нами першопочаткового її значення.

До початку виконання експериментальної частини завдання бажано виконати теоретичні розрахунки шуканої функціональної залежності потужності P , що має виділятися на послідовно або паралельно з'єднаних резисторах, від опору підвідних провідників $R_{пр}$ за умови, що $U_{зд} = \text{const}$:

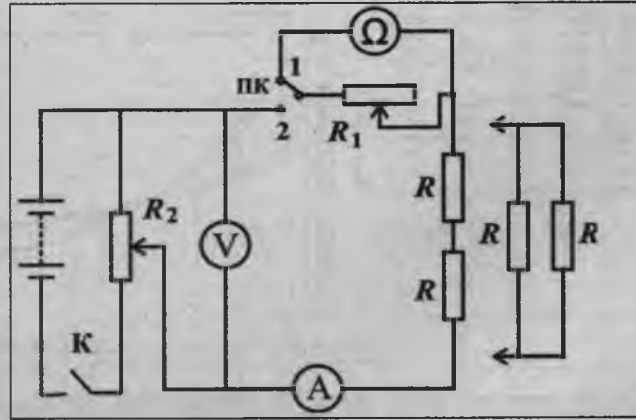
$$P_{\text{посл}} = \left(\frac{U_{\text{зд}}}{2R + R_{\text{пр}}} \right)^2 2R; \quad P_{\text{пар}} = \left(\frac{U_{\text{зд}}}{\frac{R}{2} + R_{\text{пр}}} \right)^2 \frac{R}{2}$$

Результати розрахунків записують до таблиці 1.
Т а б л и ц я 1

N ₂	R _{пр} , Ом	U _{зд} , В	R, Ом	P _{посл} , Вт	P _{пар} , Вт
1	10	10	20		
2	12				
...	...				
11	30				



а



б

Мал. 1. Загальний вигляд (а) і принципова схема (б) експериментальної установки для дослідження залежності потужності на послідовно і паралельно з'єднаних резисторах від опору підвідних провідників за сталої напруги, прикладеної до зовнішньої ділянки кола

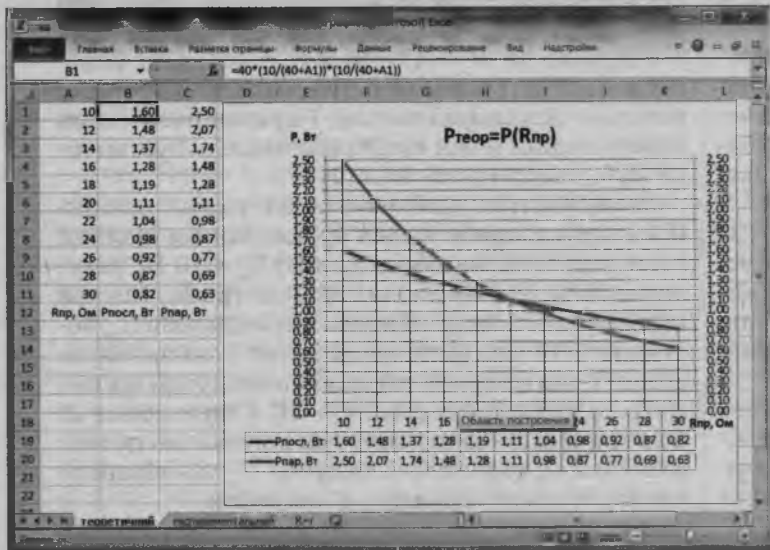
Подібний розрахунок зручно виконати і графічно подати за допомогою редактора електронних таблиць Microsoft Excel (один з варіантів зображено на мал. 2).

остата R_1 через кожні 2 Ом у межах 10 – 30 Ом. Друге – аналогічне до першого, виконують за умови паралельного з'єднання резисторів ($R_{\text{пар}} = R/2$). Результати експериментальних даних заносять до таблиці 2 і для кожного рядка таблиці визначають виділену потужність на відповідних навантаженнях за формулами:

$$P_{\text{посл}} = I_{\text{посл}}^2 R_{\text{посл}} \quad \text{і} \quad P_{\text{пар}} = I_{\text{пар}}^2 R_{\text{пар}}$$

Таблиця 2

№	$R_{\text{пр}}$ Ом	$I_{\text{посл}}$ А	$I_{\text{пар}}$ А	$P_{\text{посл}}$ Вт	$P_{\text{пар}}$ Вт
1	10				
2	12				
...	...				
11	30				



Мал. 2. Графічне представлення теоретичних розрахунків залежності потужності послідовно і паралельно з'єднаних провідників від опору підвідних провідників

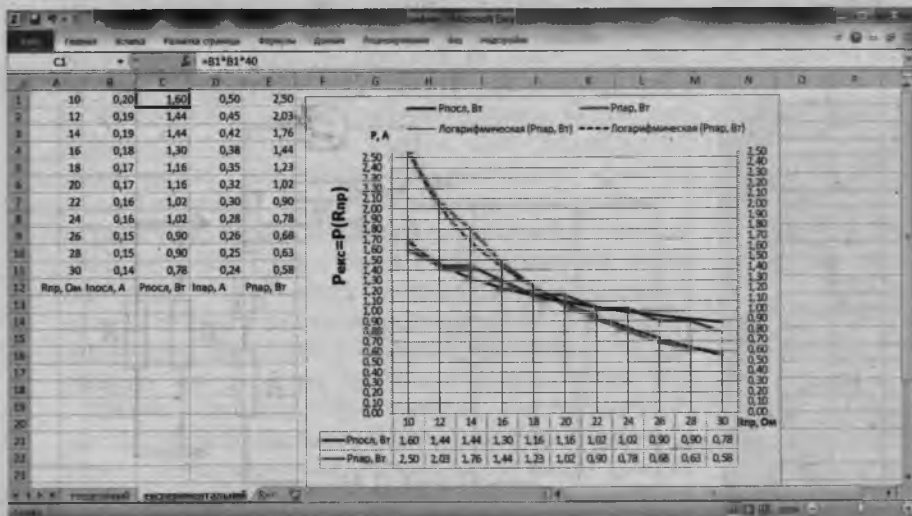
Теоретичні розрахунки, що передують експериментальній частині роботи, допомагають спланувати хід наступних вимірювань та контролювати процес виконання експерименту.

Експериментальна частина складається з двох завдань. Перше – зняття ом-амперної характеристики – залежності сили струму I , що проходить через два послідовно з'єднані резистори R ($R_{\text{посл}} = 2R$) від опору підвідних провідників $R_{\text{пр}}$ за сталої напруги $U_{\text{зд}} = 10$ В, прикладеної до зовнішньої ділянки кола. При цьому опір підвідних провідників $R_{\text{пр}}$ змінюють за допомогою ре-

На це вказує перетин логарифмічних наближень експериментальних даних, на які апроксимують експериментальна крива, оскільки реальні результати вимірювань різняться з теоретичними розрахунками з об'єктивних причин – наявності похибок вимірювань; порівнюють відповідні спади напруги на навантаженнях і силу струмів, що проходять в колі; визначають з графіка, за якої напруги, прикладеної до зовнішньої ділянки кола (за даних умов експерименту) такі результати виявити неможливо, формулюють висновки.

Заслуговує на увагу й інша експериментальна задача, що заповнює прогалину експериментального відтворення змістового матеріалу, що з'явився в шкільному підручнику з фізики для 11 класу (профільний рівень). Вона присвячена дослідженню залежності виділеної потужності у зовнішній ділянці електричного кола від характеристик джерела струму [5, 78].

Якщо експеримент виконується в демонстраційному варіанті, то варто поставити таке експериментальне завдання: дослідити умови, за яких у зовнішній ділянці електричного кола споживана потужність є максимальною.



Мал. 3. Графічне представлення експериментальної залежності потужності послідовно і паралельно з'єднаних резисторів від опору підвідних провідників

У варіанті виконання завдання учнями його доцільно сформулювати так, щоб спонукати їх до пошуку шляхів розв'язування такого завдання. Один із них ґрунтується на використанні розглянутих у підручнику умов виділення максимальної потужності в зовнішньому колі, наприклад визначити внутрішній опір джерела постійного струму.

Для розв'язування задачі зважають на те, що в електричному колі максимальна потужність на зовнішній ділянці кола виділяється у тому випадку, якщо опір зовнішнього навантаження дорівнює внутрішньому опорі джерела струму: $R = r$.

Для складання електричного кола добирають обладнання: джерело постійного струму (вісім пальчикових гальванічних елементів по 1,5 В, з'єднаних послідовно); амперметр на 3 А; омметр (мультиметр, або вимірювальний міст типу ММТ); реостат лабораторний на 8 - 12 Ом; з'єднувальні провідники.

Для запобігання в досліджуваному колі короткого замикання внутрішній опір батареї бажано збільшити, наприклад шляхом увімкнення послідовно до джерела резистора опором 1 - 3 Ом.

Загальний вигляд установки, зібраної на базі набірного поля «Школяр», представлено на мал. 4.

Досліджують залежність сили струму в колі I від значення опорів зовнішньої ділянки кола R . Визначають відповідні значення потужностей на зовнішній ділянці кола за формулою $P_i = I_i^2 R_i$. Результати вимірювань і розрахунків заносять до таблиці 3.

Т а б л и ц я 3

№	R , Ом	I , А	$P = I^2 R$, Вт

Будують графік залежності $P(I)$. Результати експерименту в запропонованому нами варіанті представлено на мал. 5 (результати експериментальних даних у нашому варіанті апроксимовано на поліноміальну функцію 6-го порядку на-

ближення). Максимальне значення потужності проєктують на вісь струмів I . За цим значенням сили струму шукають відповідне значення зовнішнього опорів у таблиці ($R = r$). Роблять висновки про умови виділення максимальної потужності, яка споживається навантаженням.

Інший варіант або додаткове завдання може бути й таким: дослідити і визначити умови виділення максимальної потужності на зовнішній ділянці електричного кола; обчислити коефіцієнт корисної дії (ККД) джерела струму.

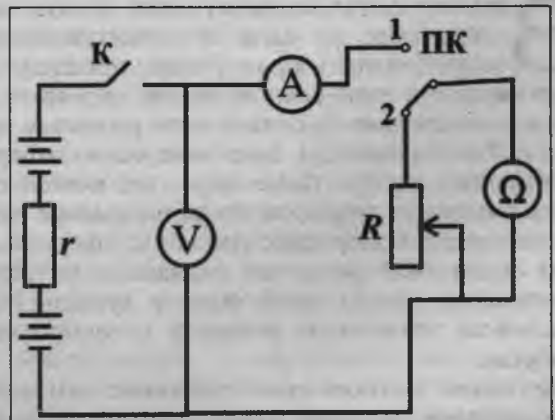
За результатами попередньо виконаного завдання, знаючи, що максимальний струм визначається як $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{2r}$, де ε - електрорушійна сила джерела струму; r - його внутрішній опір, максимальну корисну потужність можна визначити як $P_{\max} = \frac{\varepsilon I_{\max}}{2}$, а ККД джерела струму - як $\eta = 1 - \frac{I}{2I_{\max}}$.

Визначають значення ККД для різних значень сили струму в колі і будують відповідну графічну залежність $\eta(I)$ на тій самій координатній площині, що й попередній графік $P(I)$, сумістивши вісь ККД з віссю потужностей. Роблять висновки щодо умов отримання максимального і мінімального значень ККД.

У фізиці використовуються різні методи навчання, які сприяють підвищенню якості освіти. Навчально-дослідницька діяльність як метод навчання є однією з перспективних форм діяльності школярів у сучасному навчальному процесі. Дослідницька діяльність учня під час розв'язування експериментальних задач з фізики ставить його в умови дослідника, на місце вченого або першовідкривача. Саме дослідницький підхід у навчанні залучає учнів до творчого процесу, надає необхідних знань і вмінь, озброєє досвідом самостійної діяльності й відповідальності, формує функціональні навички виконання досліджень у сучасному мінливому інформаційному просторі.

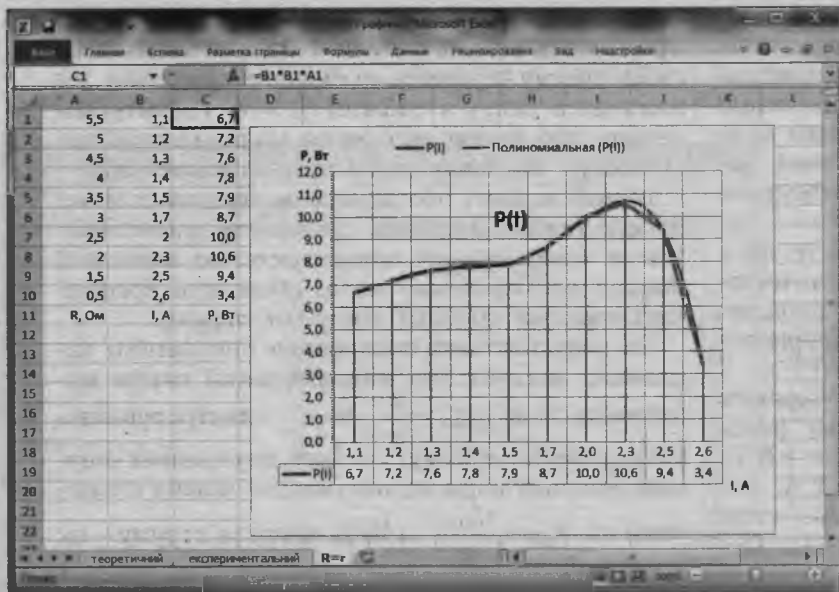


а



б

Мал. 4. Загальний вигляд (а) і принципова схема (б) експериментальної установки для визначення внутрішнього опорів джерела постійного струму



Мал. 5. Графічне представлення експериментальної залежності потужності зовнішньої ділянки кола від його опору

Учителі фізики, які постійно вдосконалюють свою фахову компетентність, завжди перебувають у творчому пошуку усвідомленої, цілеспрямованої, планомірної та безперервної діяльності, вдосконалюють рівень свої теоретичної і практичної підготовки, апробують різноманітні інноваційні технології розвитку мислення учнів. Щоб закласти підвалини для досягнення ви-

сокого фахового рівня, потрібна ґрунтовна й фундаментальна підготовка майбутніх учителів фізики як дослідників, що є важливою перспективною проблемою теорії та методики навчання фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев Н. Г. Концепция развития исследовательской деятельности учащихся (фрагменты) / Н. Г. Алексеев, А. В. Леонтович, С. А. Обухов, Л. Ф. Фомина // Фізика: пробл. викладання. – 2006. – № 5. – С. 3-5.

2. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики / [І. М. Гельфгат, В. Я. Колебошин, М. Г. Любченко та ін.]; за ред. І. М. Гельфгата. – [5-те вид.]. – Харків : Гімназія, 2010. – 80 с.

3. Наливайко В. П. Об опыте организации исследовательской деятельности учащихся / В.П. Наливайко // Фізика в шк. – 2009. – № 1. – С. 18-22.

4. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике : Пособие для учителей / В. Г. Разумовский – М. : Просвещение, 1975. – 272 с.

5. Фізика, 11 кл. : академ. рівень : профіл. рівень : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна]. – Харків : Ранок, 2011. – 320 с.