

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Повар С.В. Варіантність викладу теми курсу загальної фізики «Постійний струм. Закон Ома» // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 3(13). – С. 120-124.

Povar S.V. Variance Of The Teaching Of The Theme Of The Course Of The General Physics «A Permanent Structure. Om's law» // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 3(13). – P. 120-124.

УДК: 537.3

С.В. Повар

ДВНЗ «Криворізький національний університет», Україна
 sv.povar@bk.ru

ВАРІАНТНІСТЬ ВИКЛАДУ ТЕМИ КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ «ПОСТІЙНИЙ СТРУМ. ЗАКОН ОМА»

Анотація. Пропонується інтегративний підхід подачі матеріалу лекції – послідовністю трьох варіантів викладу.

I. Вербальний варіант – шляхом математичних викладок подається **змістове ядро** теми.

II. Табличний варіант – шляхом побудови зведеної таблиці формул подається **структура** матеріалу теми.

III. Схемографічний варіант – шляхом активізації минулого досвіду, через схеми і графіки – візуалізуються зв'язки матеріалу теми з відомими вхідними поняттями, що веде до зникнення можливого дискомфорту.

Наводиться розробка прикладу реалізації запропонованого підходу у викладі теми – з метою підвищення ефективності пізнавальної діяльності і подальшого застосування цього підходу у процесі самостійної роботи студентів. Пропонується включити до необхідної сукупності елементів опису електричного кола також діаграму електричних потенціалів як стислу і наочну форму передачі інформації, а також розбивку електричного кола на дві частини: виділену неоднорідну ділянку кола та іншу активну частину, що зображується прямокутником А (використовується в курсі електротехніки).

Ключові слова: постійний струм; закон Ома; неоднорідна ділянка; діаграма потенціалів; варіантний підхід.

Постановка проблеми. На сьогодні у методиці викладання фізики у ТВНЗ маємо ситуацію, коли скорочуються аудиторні години навчального процесу, але не знижується рівень вимог стосовно знань, умінь навичок та обсягу засвоєного студентом матеріалу.

Цим зумовлюється необхідність *доповнень методики* викладання дисципліни (різні підходи до навчання досліджує психодидактика) та доповнень навчального матеріалу елементами, які сприяли б швидкій наочній передачі інформації.

Аналіз актуальних джерел. У підручниках загального курсу фізики окремі теми викладені надто стисло. Так, наприклад, тема «Постійний струм. Закон Ома» у багатьох підручниках подається, в основному, вербально, передбачаючи абстрактне мислення.

Зокрема, у підручнику І.В. Савельєва [1, с.101-103] відразу, без наведення рисунка, пропонується текст: «На неоднорідній ділянці електричного кола на носії струму діють, крім електростатичних сил $e\vec{E}$, сторонні сили $e\vec{E}_{cm}$... Середня швидкість упорядкованого руху носіїв струму буде пропорційна сумі цих сил. Відповідно густина струму в цих точках буде

$$\vec{j} = \frac{\vec{E} + \vec{E}_{cm}}{\rho}$$

Ця формула виражає у диференціальній формі закон Ома для неоднорідної ділянки кола (для однорідної ділянки $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$).

Звідси одержуємо $\frac{I\rho}{S} = E + E_{cm}$

$$I \int_1^2 \frac{\rho}{S} dl = \int_1^2 E dl + \int_1^2 E_{cm} dl \quad (*)$$

Проінтегрувавши вздовж контура довжиною l , одержимо

$$IR = (\varphi_1 - \varphi_2) + \mathcal{E}_{12}.$$

Ця формула виражає закон Ома для неоднорідної ділянки кола.»

У підручнику С.Е. Фріш і А.В. Тиморевої [2] бачимо *інший варіант* викладу даного питання, який базується на розгляді прикладу неоднорідної ділянки електричного кола – послідовно з'єднаних трьох провідників із різних металів, оскільки у місцях їх контактів виникає різниця потенціалів. Наводимо цитату з [2, с.162-163].

«Одержане співвідношення

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}}{R}, \quad (**)$$

де R – повний опір ділянки кола, виражає закон Ома у застосуванні до неоднорідного кола (цепи).

Якщо е.р.с., яка діє на даній ділянці кола, рівна 0, тобто $\mathcal{E} = 0$, то ця формула переходить у звичайний закон Ома (с.117)

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R}.$$

Для **замкнутого кола** $\varphi_1 = \varphi_2$ і повний опір складається з опору зовнішньої частини кола R та внутрішньої частини кола r , звідки

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r},$$

що співпадає з формулою на сторінці 156».

Зауважимо, що з наміром мати однакові позначення величин у всіх частинах статті, ми у цитаті з [1] написали E_{cm} замість E^* ; у цитаті з [2] замість R_0 написали r , а також замість мітки формули указали її сторінку.

Аналізуючи виклади теми в [1] і [2], бачимо, що автори залишають нез'ясованими ряд питань:

- 1) У чому полягає відмінність між замкнутим електричним колом і замкнутим електричним контуром?
- 2) Як розуміти вираз: «Інтегрування вздовж контура довжиною l »?
- 3) За яких умов неоднорідна ділянка електричного кола не може бути перетворена у замкнуте електричне коло?
- 4) Як конкретизувати перехід від узагальненої (інтегральної, цілісної) формули закону Ома

$$I = \frac{U + \mathcal{E}}{R+r}$$

(при $l > 0$) до формули $I = \frac{U}{R}$ та до формули $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$?

Тут пригадується відомий вислів: «Чим виклад коротший, тим він довший» - довше буде в ньому розібратись!

Якщо у [1, с. 101 - 103] у стислому вигляді подається ядро теми, то для сприйняття матеріалу потрібен достатній рівень абстрактного мислення. Але у студентів-першокурсників він, здебільшого, низький, як низький і рівень опорних знань. Тому у них може з'явитись розчарування, невіра в свої сили.

Щоб не впасти у відчай, щоб зменшився дискомфорт, студент повинен зайнятися системною структуризацією матеріалу, **сформувати зведену таблицю формул**, яку у подальшому доповнювати (на оцінку) [3].

За наявності зведеної таблиці у студента з'явиться сподівання, що він з даної теми **зможє розв'язувати задачі** (?)

Дискомфорт зменшується, але не зникає. Щоб матеріал теми був сприйнятий і усвідомлений, розглянуті теоретичні викладки необхідно обґрунтувати, спираючись на минулий досвід і знання, переглянути виклад матеріалу в інших джерелах.

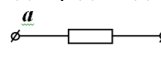
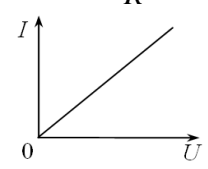
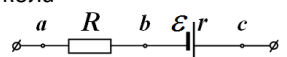
Так в [4] трактується **діаграма електричних потенціалів**. Вона зображає розподіл потенціалів вздовж певної ділянки кола. По осі абсцис діаграми відкладаються значення опорів вздовж ділянки; по осі ординат – потенціали точок ділянки. Це дуже доцільна діаграма, на наш погляд, при обґрунтуванні і сприйнятті закону Ома для різновидів неоднорідних ділянок електричного кола (рис. 1а, 2а, 2б, 3а). Діаграма потенціалів – це потужний прикладний апарат фізики. Студент може навчитись свідомо ним користуватись при складанні і розв'язуванні задач.

Мета статті: продемонструвати студентам приклад шляхів активізації розумової діяльності у процесі одержання нових знань – підхід, який доцільно застосовувати у процесі самостійної роботи студента.

Виклад основного матеріалу. При викладі лекційного матеріалу у *першому варіанті* нами взято виклад теми у підручнику 1.

Для стислої візуалізації логіки викладу пропонується **другий варіант** – табличний. Наводимо фрагмент відповідної зведеної таблиці формул (табл. 1).

Таблиця 1

№ п/п	Назва величини, закону	Залежність	Диференціальна форма	Наслідки (інтегральна форма)
	1	2	3	4
3	Густина струму	$j = \frac{I}{S_{\perp}}$	$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$	$I = \int_1^2 \vec{j} \cdot d\vec{S}$
5	Закон Ома для однорідної ділянки кола 	$I = \frac{U}{R}$ 	$I = \frac{E dl}{\frac{\rho}{S} dl} = \frac{E}{\rho} S$ $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$ $\vec{j} = \gamma \vec{E}$	
6	Закон Ома для неоднорідної ділянки кола 		$\vec{j} = \frac{\vec{E} + \vec{E}_{cm}}{\rho}$	$E + E_{cm} = \frac{I}{S} \rho$ $\int_1^2 (E + E_{cm}) dl = I \int \frac{\rho}{S} dl$ $(\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon = I(R + r)$ $I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon}{R + r}$

Слід відмітити, що у підручнику [1] формули стосовно закону Ома одержані лише за допомогою стислих логічних і математичних переходів. Тому студент їх не відразу сприйме (а лише «зазубрить»), якщо не пригадає хоч якогось **перевіреного практикою** зразка знань. Студент все ще відчуватиме деякий психологічний дискомфорт!

Щоб виправити ситуацію, ми пропонуємо виклад матеріалу теми ще і в **третьому варіанті** – з опорою на **образне мислення**, а саме – на побудову знайомих електричних схем, а також графіків.

Пропонуються до розгляду рисунки 1, 1а, 2, 2а, 3. На кожному з них визначимо потенціал у точках *a, b, c*.

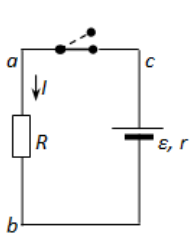


Рис. 1

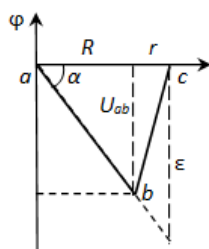


Рис. 1а

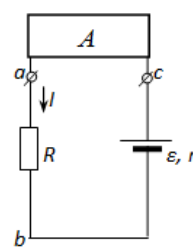


Рис. 2

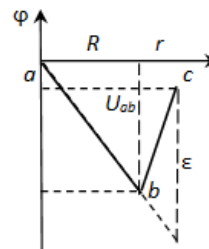


Рис. 2а

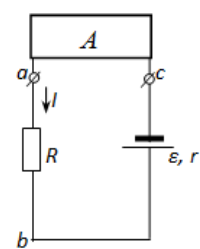


Рис. 3

На рисунку 1 наведено схему простого електричного кола. Якщо його **замкнути**, то пройде струм *I*. Ділянка *ab* з опором *R* – це однорідна ділянка електричного кола.

На рисунку 2 (і на рисунку 3) зображено розбивку електричного кола на дві частини: виділену неоднорідну ділянку кола та іншу активну частину, що зображується прямокутником *A* (використовується в курсі електротехніки). Якщо до клем неоднорідної ділянки кола підводиться різниця потенціалів $\varphi_a - \varphi_c$, то позивні заряди переміщуються в електростатичному полі від «+» до «-». Ця ділянка **неоднорідна**, бо містить

додаткове джерело електричної енергії. Воно має внутрішній опір r та е.р.с. \mathcal{E} , яка виникає завдяки напруженості поля E_{cm} (тут сторонні сили хімічного походження).

Коли струм I проходить через резистор опором R (рис.1,2,3), електрична енергія перетворюється у теплову. Тут спад напруги $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = IR$.

На ділянці bc джерело енергії змінює потенціал: підвищує – на рис.1 і рис.2; знижує – на рис.3.

Далі будемо діаграму електричних потенціалів для схем рисунків 1, 2 – це рисунок 1а, рисунок 2а (як один із можливих варіантів). Одержуємо

$$\varphi_c = \varphi_a - IR - Ir + \mathcal{E}$$

Звідси

$$I = \frac{(\varphi_a - \varphi_c) + \mathcal{E}}{R + r}$$

закон Ома для неоднорідної ділянки електричного кола.

Порівняємо рисунки 1, 2 і 3. Як бачимо, при значеннях R та $I > 0$ значення φ_c залежить не тільки від абсолютної величини $|\mathcal{E}|$, а й від знаку (тобто від напрямку включення цього джерела у схему).

Після пояснення рисунків 1, 1а, 2, 2а, 3 **пропонуються** наступні **завдання**:

1. Побудувати діаграму потенціалів для схеми електричного кола рисунка 2 для випадку створення $\varphi_c > \varphi_a$.

2. Побудувати діаграму потенціалів для схеми електричного кола рисунка 3, взявши значення $|\mathcal{E}|$ таке ж, як і на рис.2а.

3. Дати відповіді на сформульовані вище запитання 1), 2), 3), 4).

4. Скласти нові запитання і задачі з даної теми.

При запропонованому виокремленні **варіантів лекційної подачі** програмового матеріалу теми «Постійний струм. Закон Ома» залежно від основних (переважаючих) способів подачі інформації спостерігались наступні **результати**.

Вербальний варіант подачі матеріалу (словесний виклад, формули) – викликає інтерес, інтригу, психологічний дискомфорт.

Табличний варіант (складання узагальнюючої таблиці формул) як вияв системи і структури інформації – веде до зниження психологічного дискомфорту.

Схемографічний варіант (показ системи схем і графіків відповідного змісту) як вияв опорних знань – веде до зникнення дискомфорту, викликає задоволеність.

Висновки. Запропонована **послідовність варіантів** подачі матеріалу, а саме: I – дублювання матеріалу підручника, II – таблична обробка одержаної інформації, III – розгляд матеріалу у схемо графічній обробці (за додатковим джерелом) – дає значний фізіопсихологічний ефект (збільшується кількість реагуючих сенсорних рецепторів; асоціативні зв'язки сприяють подоланню можливих психологічних бар'єрів). I це дає можливість підвищити ефективність пізнавальної діяльності студентів.

Але для формування цих варіантів потрібні попередні пошуки та обробка матеріалу, посилення міждисциплінарних зв'язків.

Розробка викладу теми «Постійний струм. Закон Ома в різних формах» може бути використана не тільки в курсі фізики ВНЗ чи середньої школи (факультатив), але і в курсі електротехніки.

Доцільно продовжити розробки викладу інших тем курсу фізики, застосовуючи запропонований варіантний підхід.

Список використаних джерел

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. «Наука». – М.: 1978. – 480 с.
2. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Т.И. Главиздат. – М.: 1953. – 504 с.
3. Повар С.В. Узагальнюючі таблиці з фізики як засіб формування продуктивного стилю мислення студента/ Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Зб. Наук. Праць. – Кр.Ріг: Вид. відділ НацМетАУ, 2010. – С. 275-279.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. «Высшая школа». – М.: 1967. – 776с.

References

1. Savel'ev I.V. Course of General Physics. T.2. «Nauka». – М.: 1978. – 480 s. (in Russian)
2. Frish S.Je., Timoreva A.V. Course of General Physics. T.II. Glavizdat. – М.: 1953. – 504 s. (in Russian)
3. Povar S.V. Uzagalnyujuchi tablyci z fizyky jak zasib formuvannja produktyvnogho stylju myslennja studenta/ Teorija ta metodyka navchannja fundamentalj-nykh dyscyplin u vyshhij shkoli: Zb. Nauk. Pracj. – Kr.Righ: Vyd. viddil NacMetAU, 2010. – S. 275 – 279. (in Ukrainian)
4. Bessonov L.A. Theoretical Foundations of Electrical Engineering. «Vysshaja shkola». – М.: 1967. – 776s. (in Russian)

**VARIANCE OF THE TEACHING OF THE THEME
OF THE COURSE OF THE GENERAL PHYSICS «A PERMANENT STRUCTURE. LAW LAW»**

Povar S.V.

State institution of higher education «Kryvyi Rih National University», Ukraine

Abstract. *Offers an integrative approach flow of the material of the lecture a sequence of three variants of the presentation.*

I. Verbal form - by mathematical calculations served the core themes.

II. Table option - by building PivotTable formulas served the structure of the material topics.

III. Shemalievicki option - by stepping past experience, using diagrams and graphics are rendered in respect of the material topics with known input concepts, leads to the disappearance of possible discomfort.

Given the development of the example implementation of the proposed approach in the presentation of the topic - with the aim of improving the efficiency of cognitive activity and the further application of this approach in the process of independent work of students. Proposed to be included in the required set of elements describing the electric circuit a graph of electric potential as a concise and visual form of information transfer, as well as a breakdown of an electric circuit into two parts: allocated non-uniform phase circles, and another active part, is represented by the rectangle A (used in the course of electrical engineering).

Key words: *direct current; Ohm's law; heterogeneous site; Chart of potentials; variant approach.*