

I. V. Korsun

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

**COURSE «HISTORY OF SCIENCE AND TECHNIQUE»
IN FORMATION OF COMPETENCES OF FUTURE
TEACHERS OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

The necessity of studying the course «History of Science and Technique» by future teachers of physics and mathematics has been proved. The aim of course is a development at the students the abilities and skills of analysis and systematization of historical facts from science and technique. The objectives of the course are the analysis of history development of science and technique, the designing of picture of the evolutionary de-

velopment of science, the research of contribution of Ukrainian scientists to the development of science and technique. The course includes two thematic modules: «Characteristics of the Main Stages of Science Development» and «Development of Aviation and Space». The emphasis during the study of this course has been done on the research of contribution Ukrainian scientists in the development of world science and technique. Examples of achievements of Ukrainian scientists (doctors, biologists, chemists, mathematicians, physicists, engineers), which have worldwide recognition have been provided.

Key words: science, technique, history of science and technique, the Ukrainian scientists, teacher of physics, teacher of mathematics.

Отримано: 15.05.2016

УДК 53(07)

О. С. Кузьменко

*Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету
Kuzimenko12@gmail.com*

**МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПОНЯТТЯ СИМЕТРІЇ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ
ЗАГАЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ В ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ АВІАЦІЙНОГО ПРОФІЛЮ
В УМОВАХ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ**

У статті аналізується поняття симетрії, яке покладено в основу сучасних фізичних теорій, що розглядаються в напрямку STEM-освіти. Вказано проблеми та протиріччя в реалізації STEM-освіти, тобто традиційна система освіти не в повній мірі відповідає вимогам і запитам навчання XXI століття; низький рівень успішності в дисциплінах фізико-математичного профілю, а також відсутність здібностей вирішувати реальні проблеми, що вимагають знань і застосувань STEM-дисциплін.

Симетрія пов'язана з правильністю форми, пропорційністю, періодичністю, упорядкованістю та інваріантністю властивостей об'єктів і явищ відносно деяких перетворень. Симетрія виявляє взаємозв'язок фізичних законів, спрощує розуміння складних процесів, що розглядаються внаслідок вивчення студентами загального курсу фізики у вищих навчальних закладах. В статті простежено вплив принципу симетрії на розвиток компетентностей студентів при розв'язуванні задач у процесі навчання фізики у вищих навчальних закладах.

Ключові слова: симетрія, навчальний процес, фізика, фізична освіта, принципи симетрії, розв'язування задач, елементи симетрії, методичні вимоги, STEM-освіта.

Постановка проблеми. В Україні 22 червня 2015 року в Міністерстві освіти та науки України відбувся круглий стіл, присвячений розвитку STEM-освіти, на якому були присутні представники провідних установ, ініціатив, проєктів у сфері освіти всіх рівнів (загальноосвітньої, профільної, позашкільної, дошкільної, вищої), а також було створено робочу групу з питань впровадження STEM-освіти в Україні Наказ МОН України від 29.02.2016 № 188 [15].

Значення реформи освіти в STEM-напрямку виражається через такі ключові фактори: глобальні економічні проблеми; зміна потреб в робочій силі, що вимагає комплексних знань, вмінь та навичок, що відповідають вимогам XXI століття; попит на STEM-грамотність, необхідну для вирішення глобальних технологічних проблем [13]. Відповідно дані фактори впливають і на розвиток фізичної освіти у вищих навчальних закладах освіти.

Дослідження вчених [13; 14; 16], що займаються вивченням даної проблеми виявили ряд протиріч:

- 1) існуюча, традиційна система освіти не повною мірою відповідає вимогам і запитам навчання і підготовки робочої сили XXI століття;
- 2) зниження мотивації внаслідок навчання STEM-предметів і вибору професії такого типу; спостерігається досить низький рівень успішності в дисциплінах фізико-математичного профілю, а також відсутність здібностей вирішувати реальні проблеми, які потребують знань і застосувань STEM-дисциплін.

Ці недоліки призвели до зменшення числа підготовлених кваліфікованих STEM-працівників.

Особливе значення на сучасному етапі реформування фізичної освіти має питання самостійного здобування знань студентами, виявлення та підтримка яскравих індивідуальностей, виявлення талантів у процесі навчання загального курсу фізики у вищих навчальних закладах (ВНЗ) в умовах розвитку STEM-освіти.

Відтак, одним із напрямків реформування фізичної освіти у ВНЗ авіаційного профілю є посилення її методологічної спрямованості в умовах розвитку STEM-освіти.

Виникає потреба, щоб фізика, як наука сприймалась суб'єктом навчання не як перелік відкриттів чи наявність

формул, а відповідно формувала наукове мислення у процесі пізнання навколишнього світу.

Рівень сформованості знань в студентів з фізики визначається засвоєнням фундаментальних фізичних понять, законів, теорій та принципів.

На сучасному етапі розвитку фізичної освіти в умовах розвитку STEM-освіти, особливо актуальні питання, пов'язані з теорією симетрії в сучасних фізичних теоріях, заснованих на об'єднанні фундаментальних взаємодій.

На нашу думку варто сформувати у студентів під час вивчення загального курсу фізики цілісне уявлення про дану науку, відповідно на основі вивчення фундаментальних понять симетрії та принципів симетрії, а також використання даного поняття при розв'язуванні задач студентами як на практичних заняттях, так і для самостійного розв'язування у ВНЗ в умовах розвитку STEM-освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми симетрії у фізиці присвячені роботи Дж. Еліота, П. Добера [4], І.С. Дмитрієв розглядав симетрію в квантовій хімії [3], В.В. Мултановського, який розглядає симетрію у класичній механіці [7], І.З. Ковальова (розгляд симетрії в курсі фізики в середній школі) [6], геометричні перетворення симетрії розглядав М.М. Мурач [8], Е. Вігнер відзначав в своїх роботах найважливіші проблеми філософського і природничо-наукового характеру, пов'язані з симетрією [2], М.І. Садовий розглядав в своїх роботах симетрію мікрочастинок [12].

Метою статті є розгляд поняття симетрії при розв'язуванні фізичних задач студентами із загального курсу фізики у ВНЗ в умовах розвитку STEM-освіти.

Методи та методики. Досліджуючи дану проблему нами використовувались теоретичні методи, а саме: аналіз підручників, методичних посібників і публікацій, що відображають проблему дослідження, з метою виявлення сучасних фізичних наукових положень та досягнень, тенденцій розвитку методики навчання фізики у ВНЗ в умовах розвитку STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу. У методичній літературі [1; 9; 10; 11] під задачами розуміють доцільно підібрані вправи, основне призначення яких полягає у вивченні фізич-

них явищ, формуванні понять, розвитку логічного мислення суб'єктів навчання та прищепленні їм умінь застосовувати свої знання на практиці.

Розв'язування фізичних задач, внаслідок розгляду поняття симетрії в умовах розвитку STEM-освіти, є способом перевірки та систематизації знань студентів, дає можливість раціонально проводити повторення, розширювати та поглиблювати знання, сприяє формуванню світогляду, знайомить з досягненнями науки та техніки.

Під час розв'язування фізичних задач з використанням поняття симетрії потрібно застосовувати такі елементи симетрії, як площа симетрії, вісь симетрії, центр симетрії. Застосування принципу симетрії в процесі вивчення загального курсу фізики студентами в вищих навчальних закладах в умовах розвитку STEM-освіти вимагає певної підготовчої роботи, а саме [6]:

1. Знайомство з симетрією предметів і явищ в повсякденному житті. В студентів ці уявлення не зовсім чіткі, послідовні, осмислені, тому в цей період викладач повинен уважно спрямувати діяльність студентів і виправляти їх уявлення.
2. Поширення поняття симетрії геометричних фігур на фізичні об'єкти та явища.
3. Розгляд принципу симетрії.

Такі задачі дозволяють студентам проявити свою творчу самостійність і привчають кожного з них під час вирішення конкретних питань виходити з нерозривного зв'язку між теорією та практикою. Ці задачі сприяють поглибленню та закріпленню знань студентів із загального курсу фізики, стимулюють інтерес до питань, що складають предмет вивчення, розвивають самостійність та ініціативу, формують необхідні для практичної діяльності уміння та навички у процесі навчання фізики у ВНЗ в умовах розвитку STEM-освіти.

Розглядаючи процес розв'язування фізичних задач як одну із активних форм навчально-виховної роботи, важливим компонентом якої, на сучасному етапі розвитку фізичної освіти, є самостійна робота суб'єктів навчання. Фізичні задачі доцільно розв'язувати під час вивчення студентами нового матеріалу; у ході закріплення знань і формування практичних умінь; під час узагальнення і поглиблення знань; з метою контролю та обліку знань, умінь і навичок [5, с.6]. При цьому роль, місце та складність фізичних задач визначається структурою практичного заняття та його дидактичними цілями.

Варіативно формулюючи та розв'язуючи фізичні задачі, що пов'язані з вивченням поняття симетрії, можна концентрувати увагу студентів на вивченні, повторенні та узагальненні основного навчального матеріалу. Важливим є порядок постановки фізичних задач, який сприяє глибшому вивченню основних фізичних явищ.

Враховуючи основні дидактичні принципи, систему фізичних задач у процесі навчання загального курсу фізики в ВНЗ авіаційного профілю в умовах розвитку STEM-освіти, доцільно створювати на основі таких вимог:

1. Кожна фізична задача повинна відповідати змісту навчального матеріалу, концентрувати увагу на тих основних знаннях і вміннях, які має засвоїти і сформувати студент.
2. Фізичні задачі повинні відповідати принципам науковості, систематичності й послідовності їх запровадження у навчально-виховний процес.

Розробляючи фізичні задачі, слід брати до уваги свідоме ставлення студентів до розв'язування задач у процесі розгляду симетрії, розуміння ними суті основних явищ і процесів та активізації їхньої розумової діяльності. Керуючи пізнавальною діяльністю студентів, викладач повинен правильно співвідносити поняття образного й уявного, конкретного та абстрактного.

Розуміння та свідоме розв'язування фізичних задач передбачає вміння студентів вільно оперувати фізичними поняттями, наприклад, як симетрія, а також мобілізувати свою діяльність на вирішення певних проблем, а в разі потреби – переключитися з одного кола питань на інше, що тісно пов'язані між собою.

3. Розв'язування задач у процесі вивчення загального курсу фізики передбачає глибоке розуміння та знання студентами основних фізичних явищ, законів і теорій.

4. Система оптимально підібраних фізичних задач у процесі вивчення студентами загального курсу фізики у ВНЗ повинна спиратися на надбаний студентами досвід та стимулювати його постійний розвиток, поступово ускладнюючи навчальну та розумову діяльність, беручи до уваги рівень стилю мислення і здібності студентів.

Розглядаючи симетричні електричні кола, застосовуючи до них принцип симетрії, легко прийти до такого висновку: симетрія сполучення провідників, симетрія величин їх опорів, симетрія способу підведення напруги (симетрія причин) проявляється в симетрії струмів і симетрії потенціалів вузлових точок кола (симетрія наслідків). Наприклад, коли ми маємо симетричну систему резисторів, а напругу підведено до вузлів, що знаходяться в площині або на осі симетрії одержимо: потенціали вузлів, які симетричні відносно площини або осі симетрії рівні, а струми, які протікають по симетрично розміщених резисторах, однакові (резистори, звичайно повинні бути також рівними).

Відмітимо, що при відшуканні площин і осей симетрії слід враховувати розміщення опорів, характер їх з'єднання, а також їх величину. В цьому випадку ми маємо справу з повною еквівалентністю (тотожністю) симетричних резисторів, бо по них протікають однакові струми, а потенціали їх кінців однакові.

Таким чином, в цьому випадку ми маємо справу з фізичною еквівалентністю, а тому відповідну площину чи вісь симетрії можна умовно назвати фізичною площиною чи віссю симетрії (у симетричних елементах відбуваються однакові фізичні процеси).

Якщо система резисторів має площину симетрії або вісь симетрії, а напругу від джерела підведено до точок, симетричних відносно цієї площини чи осі симетрії, то з принципу симетрії витікає, що всі вузли і точки, що лежать в площині симетрії чи на осі симетрії, мають однакові потенціали. В цьому випадку вітки кола не будуть повністю еквівалентними, а тому відповідну площину чи вісь симетрії можна умовно назвати геометричною.

Розв'язання задач на відшукування величин опорів симетричних електричних кіл, як уже відмічалось вище, зводиться до відшукування еквіпотенціальних вузлів. Сам процес відшукування еквіпотенціальних вузлів зводиться, до відшукування фізичних і геометричних елементів симетрії кола. Тоді, запропонуємо сам процес розв'язування задач, що зводиться до виконання таких операцій [6]:

1. Встановити симетрію кола та її характер (геометрична чи фізична).
2. Виходячи з симетрії кола, відшукати точки з однаковими потенціалами.
3. Будують еквівалентну схему електричного кола, для чого виконують над нею перетворення: з'єднують еквіпотенціальні вузли в один вузол, внаслідок чого коло значно спрощується; викликають з кола ті ділянки, які з'єднують вузли з однаковими потенціалами; розводять вузли, тобто замінюють їх кількома вузлами, що мають той же потенціал, що і вихідний вузол; розводять вітки схеми, замінюючи їх як правило двома симетричними вітками; виконують кілька з цих операцій.
4. Користуючись формулами для послідовного і паралельного з'єднання резисторів, розраховують опір еквівалентної схеми. Це і буде шукане значення опору електричного кола.

Розглянемо приклад застосування поняття симетрії для розв'язання задач на обчислення опору складного електричного кола.

Задача. Нескінченна кількість опорів величиною R_0 утворюють двовимірну нескінченну сітку з квадратними комітками таким чином, що в кожному вузлі сітки з'єднуються кінці чотирьох опорів (рис. 1). Чому дорівнює еквівалентний опір між довільним вузлом і одним з чотирьох найближчих сусідніх вузлів?

Розв'язок. Сітка має квадратні комірки, а тому вона володіє трансляційною симетрією, причому вона має дві вісі трансляції, що спрямовані вздовж опорів і є взаємноперпендикулярними.

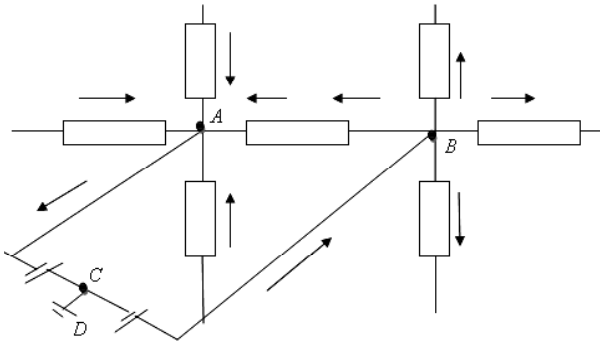


Рис. 1

Період трансляції в обох напрямках однаковий і рівний розміру комірки. Перенесення всієї сітки вздовж будь-якої з осей трансляції не змінює ні струмів, що протікають по опорах, ні потенціалів всіх вузлів сітки.

Отже, всі опори і всі вузли сітки є рівноцінними. Значить, не має значення, які два сусідні вузли ми виберемо для відшукування опору, який нам потрібно відшукати. Розглянемо тепер довільні два сусідні вузли. Нехай це будуть вузли A і B . Підключимо до цих вузлів дві батареї ε_1 і ε_2 . Точку C кола з'єднаємо з землею (тому що сітка нескінченна, то можна вважати, що якась з її нескінченно віддалених точок також заземлена). Якщо до ділянки AB спочатку буде приєднана лише перша батарея (рис. 1), то по опорах, що сходяться в точці A , потечуть однакові струми (внаслідок симетрії сітки і рівноправності кожного опору), причому, коли через батарею тече струм I , то через відповідні опори буде тече струм $I/4$. Якщо буде включена лише друга батарея, то по опорах, що сходяться у вузлі B потече такий же по величині струм $I/4$. Коли ввімкнуті обидві батареї одночасно, то, оскільки вони ввімкнені послідовно, то по опору R_0 , що з'єднує вузли A і B , то потече струм $\frac{I}{4} + \frac{I}{4} = \frac{I}{2}$, а по ділянці кола CD струм текти не буде.

Таким чином, батарея створює на ділянці AB напругу $U_{AB} = \frac{I}{2} R_0$. Очевидно, що через батарею протікає струм I , тобто $U_{AB} = I \cdot R_{AB}$.

Отже, опір для плоскої сітки розраховується за формулою $R_{AB} = \frac{R_0}{2}$.

Висновок. В результаті проведених досліджень та вище зазначеного констатуємо те, що доцільність підпорядкування змісту навчального матеріалу з фізики базується на фундаментальних поняттях, одним з яких є симетрія. Ознайомлення та вивчення студентами поняття симетрії та його принципів сприятимуть формуванню сучасного наукового мислення, а також забезпечуватиме систематизацію знань з фізики при розв'язку задач з різних розділів фізики та формуванню наукового світогляду в умовах STEM-освіти.

Перспективи подальших досліджень полягають в детальному аналізі поняття симетрії та його використання у навчанні фізики у ВНЗ в умовах STEM-освіти.

Список використаних джерел:

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы / А.И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
2. Вигнер Е. Этюды о симметрии / Е. Вигнер. – М. : МИР, 1971. – 318 с.
3. Дмитриев И.С. Симметрия в мире молекул / И.С. Дмитриев. – Л. : Химия, 1976. – 128 с.
4. Элиот Дж. Симметрия в физике : соч. : в 2-х т. / Дж. Элиот, П. Добер. – М : Мир, 1983. – Т. 1. – 364 с.
5. Іваненко О.Ф. Експериментальні та якісні задачі з фізики : [посібник для вчителів] / О.Ф. Іваненко, В.П. Махнай, О.І. Богатирьов. – К. : Рад. шк., 1987. – 144 с.
6. Ковалев И.З. Учение о симметрии в курсе физики средней школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения (физика)» / И.З. Ковалев. – К., 1976. – 24 с.
7. Мултановский В.В. Курс теоретической физики / В.В. Мултановский. – М. : Просвещение, 1988. – 304 с.

8. Мурач М.М. Геометричні перетворення і симетрія / М.М. Мурач. – К. : Радянська школа, 1987. – 178 с.
9. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики / Л.А. Осадчук. – К. : Вища школа, 1984. – 352 с.
10. Основы методики преподавания физики / под ред А.В. Перышкина, В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта. – М. : Просвещение, 1983. – 398 с.
11. Розв'язування задач з фізики : практикум / за заг. ред. Є.В. Коршака. – К. : Вища школа, 1986. – 132 с.
12. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики : навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. – Кіровоград : Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.
13. Bybee R.W. The case for STEM education: Challenges and opportunities. [Електронний ресурс] / R.W. Bybee // Arlington, VA: National Science Teachers Association Press. 2013. – URL: <http://static.nsta.org/files/PB337Xweb.pdf>
14. Building a science, technology, engineering and math agenda [Електронний ресурс] // National Governors Association (NGA). 2007. – URL: <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF>
15. <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/5219->
16. Launching the 21st century American aerospace workforce. [Електронний ресурс] // Aerospace Industries Association of America (AIAA). Washington, DC: 2008. – URL: <http://www.raeng.org.uk/publications/other/launching-the-21stcentury-american-aerospace-work>

О. С. Кузьменко

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПОНЯТИЯ СИММЕТРИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ОБЩЕГО КУРСА ФИЗИКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ АВИАЦИОННОГО ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

В статье анализируется понятие симметрии, которое положено в основу современных физических теорий, которые рассматриваются в направлении STEM-образования. Указано проблемы и противоречия в реализации STEM-образования, то есть традиционная система образования не в полной мере соответствует требованиям и запросам обучения XXI века; низкий уровень успешности в дисциплинах физико-математического профиля, а также отсутствие способностей решать реальные проблемы, требующие знаний и приложений STEM-дисциплин.

Симметрия связана с правильностью формы, пропорциональности, периодичностью, упорядоченностью и инвариантностью свойств объектов и явлений относительно некоторых преобразований. Симметрия проявляет взаимосвязь физических законов, упрощает понимание сложных процессов, рассматриваемых в результате изучения студентами общего курса физики в высших учебных заведениях. В статье прослеживается влияние принципа симметрии на развитие компетенций студентов при решении задач в процессе обучения физике в высших учебных заведениях.

Ключевые слова: симметрия, учебный процесс, физика, физическое образование, принципы симметрии, решение задач, элементы симметрии, методические требования, STEM-образование.

O. S. Kuzmenko

Kirovohrad flying Academy of the National Aviation University

STUDY METHODS FEATURES CONCEPT OF SYMMETRY IN LEARNING GENERAL COURSE OF PHYSICS IN HIGHER EDUCATION AVIATION PROFILE UNDER DEVELOPMENT STEM-EDUCATION

The article analyzes the concept of symmetry, which is the basis of modern physical theories being considered in the direction of STEM-education. These problems and contradictions in the implementation of STEM-education that traditional educational system does not fully meet the requirements and needs of the XXI century learning; low level of success in the disciplines of Physics and Mathematics profile and the lack of ability to solve real problems that require knowledge and application-STEM disciplines.

Symmetry reveals the relationship of physical laws, simplifies the understanding of complex processes in question as a result of study of general physics course in high schools.

Key words: symmetry, educational process, physics, physical education, principles of symmetry, solving problems symmetry elements, methodological requirements, STEM-education.

Отримано: 21.06.2016