

О. С. Кузьменко¹, С. В. Дембіцька²¹Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету
e-mail: Kuzimenko12@gmail.com²Вінницький національний технічний університет
e-mail: sofia.dem@i.ua**ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ З ПОЄДНАННЯМ ПРИНЦИПУ СИМЕТРІЇ В ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

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 застосування 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. У статті простежено вплив принципу симетрії на розвиток STEM-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, STEM-компетентності.

Постановка проблеми. Напрями реформування фізичної освіти в вищих навчальних закладах (ВНЗ) упродовж останніх років обумовлені змінами в змісті, методах, формах та засобах навчання у зв'язку з гуманізацією та гуманітаризацією освіти, а також спрямовані на створення умов, які сприяли б становленню і розвитку особистості студента, посиленню його ролі та активізації у пізнанні природи та суспільстві. Такі зміни сприяють тому, щоб фізика була для студентів не простим переліком деяких відкриттів та сумою конкретних наукових знань, а перетворилася у спосіб мислення.

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 [14].

Значення реформи освіти в STEM-напряму пояснюється такими ключовими факторами: 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 [12]. Відповідно ці ідеї впливають і на реформування фізичної освіти у вищих навчальних закладах освіти.

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

Згідно закону України про вищу освіту від 01.07.2014 р. № 1556-VII, вища освіта – сукупність систематизованих знань, умінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, інших *компетентностей*, здобутих у вищому навчальному закладі. Відтак, одним із напрямків реформування фізичної освіти у ВНЗ технічного профілю є посилення її методологічної спрямованості в умовах розвитку STEM-освіти.

Рівень сформованості знань в студентів з фізики визначається засвоєнням фундаментальних фізичних понять, законів, теорій та принципів. На нашу думку доцільно сформувати у студентів під час вивчення загального курсу фізики цілісне уявлення про дану науку на основі вивчення фундаментальних понять симетрії та принципів симетрії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Компетентнісний підхід у вищій школі розглядали в своїх роботах В.А. Болотов, Е.О. Іванова, І.А. Зимня, А.А. Орлов, О.С. Смирнова, В.В. Рубцов, А.В. Хуторський, В.Д. Шадріков та ін.

Проблемі 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 [6], І.З. Ковальова (розгляд симетрії в курсі фізики в середній школі) [5], геометричні перетворення симетрії розглядав М.М. Мурач [7], 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 [11].

Методикою розв'язування фізичних задач з курсу загальної фізики займалися Л.І. Антонов, Б.С. Беліков, В.С. Волькенштейн, І.Е. Іродов, З.Г. Павлова, І.В. Савельєв, Т.І. Трофимова, та ін. Висвітлення проблем вивчення загального курсу фізики у вищих навчальних закладах знайшли відображення в роботах С.П. Величка, В.П. Вовкотрубца, А.В. Касперського, М.І. Садового, В.П. Сергієнка, Б.А. Суся та ін.

Мета статті полягає у з'ясуванні змісту STEM-компетентностей у процесі навчання з фізики та їх формуванні у студентів під час розв'язування фізичних задач із використанням принципу симетрії.

Методи та методики. Досліджуючи дану проблему ми використовували такі теоретичні методи: 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; 8; 9; 10] під задачами розуміють доцільно підібрані вправи, основне призначення яких полягає у вивченні фізичних 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 площина 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 [5]: 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 помилки.

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 технічного 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 сформулювати 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.

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).

Відмітимо, що при відшуванні 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, у 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 задачі, що зводиться до виконання таких операцій [5]:

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 дільниці, 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.

Зазначене дає підстави виділити такі STEM-компетентності, які формуються в студентів у процесі навчання фізики:

1. Навчальна STEM-компетентність – студент повинен знати основні наукові факти і фундаментальні ідеї, сутність основних фізичних понять і законів, принципів і теорій, які дають змогу пояснити перебіг фізичних явищ і процесів; вміти користуватися планами узагальнюючого характеру, за якими розкривається сутність того чи іншого поняття, закону, факту тощо; з'ясувати закономірності фізичних явищ і процесів; характеризувати сучасну картину світу; знати наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій.

2. Інформаційна STEM-компетентність – вміння працювати з підручником, додатковою літературою, із засобами інформаційних технологій, вміння складати конспект, оформляти реферат, науковий проект, узагальнювати вивчену інформацію у процесі вивчення загального курсу фізики.

3. STEM-компетентність розв'язування фізичних задач – студент повинен володіти трьома етапами діяльності при розв'язуванні задач з фізики: аналіз фізичної проблеми; пошук математичної моделі; реалізація розв'язку та аналізу одержаних результатів.

4. Експериментальна STEM-компетентність – уміння планувати експеримент з фізики; уміння готувати фізичний експеримент; уміння спостерігати явища та процеси під час вивчення фізики; уміння вимірювати фізичні величини; уміння опрацьовувати результати експерименту; уміння інтерпретувати результати експерименту; уміння складати звіт про виконану роботу.

5. Дослідницька STEM-компетентність – оволодіння методами наукового дослідження, ініціатива, здатність застосовувати теоретичні знання у практичній роботі з загального курсу фізики, виконання завдань, що містять елементи проблемного пошуку, вміння виконувати нетипові завдання дослідницького характеру, підготовка і захист дослідницьких проектів.

Висновок. У 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 STEM-компетентностей, сучасного наукового мислення, а також забезпечуватиме систематизацію знань з фізики при розв'язуванні 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 / Дж. Элиот, П. Добер // Соч.: в 2-х т. – М.: Мир, 1983. – Т.1. – 364 с.
5. 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.
6. Мултановский В.В. Курс теоретической физики / В.В. Мултановский. – М.: Просвещение, 1988. – 304 с.
7. Мурач М.М. Геометричні перетворення і симетрія / М.М. Мурач / К.: Радянська школа, 1987. – 178 с.
8. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики / Л.А. Осадчук. – К.: Вища школа, 1984. – 352 с.
9. Основы методики преподавания физики / под ред А.В. Перышкина, В.Г. Разумовского и В.А. Фабриканта. – М.: Просвещение, 1983. – 398 с.
10. Розв'язування задач з фізики. Практикум / за заг. ред. С.В. Коршака. – К.: Вища школа, 1986. – 132 с.
11. 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.

12. Bybee R.W. The case for STEM education: Challenges and opportunities [Електронний ресурс] // Arlington, VA: National Science Teachers Association Press. 2013. – URL: <http://static.nsta.org/files/PB337Xweb.pdf>
13. 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>
14. <http://old.mon.gov.ua/about-ministry/normative/5219->
15. 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. Кузьменко¹, С. В. Дембицкая²

¹Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

²Винницкий национальный технический университет

ФОРМИРОВАНИЕ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ВО ВРЕМЯ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ СИММЕТРИИ В ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

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 инва-

риантностью 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 STEM-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. Kuzmenko¹, S. V. Dembitska²

¹Kirovohrad flying academy of the National aviation university

²Vinnitsa National Technical University

FORMING STEM-COMPETENCIES OF STUDENTS AT THE TIME OF DEVELOPMENT OF PHYSICAL PROBLEMS WITH COMBINATION OF THE PRINCIPLE OF SYMMETRY IN HIGHER EDUCATIONAL STUDENTS

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: 18.07.2017

УДК 373.5.091.33:53

В. П. Ляшко

Винницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
e-mail: liralvp@gmail.com

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЕКТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ Й КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У статті розглянуто проблему використання методу проектів з позицій компетентнісного підходу до навчання фізики. Наведено технології проектної діяльності, яка містить п'ять складових, описано основні педагогічні цілі використання методу проектів. Запропоновано такі види проектних досліджень: творчі, інформаційні, практичні, ігрові. Використовуються такі етапи виконання проектів як: організаційно-підготовчий, пошуковий, підсумковий.

Описується виконання навчальних проектів, вирішується ціла низка різнорівневих, дидактичних, виховних і розвивальних завдань. Виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів за консультативної допомоги вчителя. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності учнів, допомагає у визначенні мети та завдань навчального проекту, орієнтовних прийомів дослідницької діяльності та пошук інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних задач. Захист навчальних проектів, обговорення та узагальнення отриманих результатів відбувається на спеціально відведених заняттях. Оцінювання навчальних проектів здійснюється індивідуально, за самостійно виконане учнем завдання.

Ключові слова: проектна технологія, навчальний проект, ключові та предметні компетентності, проектна діяльність, навчання фізики.

Актуальність. Згідно з новим Державним стандартом базової повної загальної середньої освіти (електронний ресурс, режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/derj-stand.html>, дата звернення 29.06.2017). Важливим завданням вивчення фізики є формування предметної і ключових компетенцій учнів.

Крім традиційних прийомів, методів, запропоновано використання проектної технології навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ідея включення проектної діяльності в освітній процес була запропонована американським педагогом і філософом Джоном Дьюї. У галузі теорії та методики навчання фізики (загальноосвітній рівень) розробкою компетентнісного підходу займалися такі вчені, як Альнікова Т.В., Мерзлякова О.П., Осенчугова Т.В. Сорокіна Н.І., Худякова А.В.

У галузі теорії та методики навчання фізики застосовували проектні технології у навчальному процесі українські

вчені О. Пехота, Т. Кручиніна, К. Баханов, С. Гончаренко, Н. Полохін.

Навчальний проект розглядається як ефективний засіб формування предметної і ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики. Тому практично в кожному розділі програми запропоновано орієнтовні теми навчальних проектів і зазначено кількість навчальних годин, яка виділяється на цей вид навчальної діяльності учнів на уроці [2].

Мета статті. Теоретично обґрунтувати можливості методу проектів у формуванні предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики.

Виклад основного матеріалу. Визначивши поняття освітніх компетентностей, варто з'ясувати їх ієрархію. Відповідно до поділу змісту освіти на загальну метапредметну (для всіх предметів), міжпредметну (для циклу предметів або освітніх галузей) і предметну (для кожного навчального