

УДК 004.588:002:378.02 (045)

Меняйлов С.М., Сліпухіна І.А., Чернега П.І.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ В ДИДАКТИЦІ STEM ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У статті розглянуто методика використання історичних наукових фактів при застосуванні STEM орієнтованого підходу до навчання фізики. Загальнонаукові засади цієї методики базуються на використанні теорії і практики проблемного навчання, а також наукового та інженерного методів дослідження оточуючої реальності. Викладання фізики з використанням історичних наукових фактів дозволяє гармонічно поєднати фізичні теорії, які виникали на різних етапах розвитку фізики як науки, та є дієвою, ефективною і практично придатною платформою для розвитку STEM орієнтованої освіти.

Ключові слова: STEM освіта, історичні факти, проблемне навчання.

Постановка проблеми. Першорядним чинником, який стимулював дослідження особливостей функціонування STEM орієнтованих освітніх середовищ, став факт падіння цікавості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу, знання яких покладено в основу створення і розвитку сучасних технологій різного рівня та спрямування.

Іншою важливою передумовою впровадження цього дидактичного напрямку є перебування суб'єктів пізнавальної діяльності в стані опрацювання постійно зростаючих обсягів інформації, що потребує як здатності і готовності до виокремлення практично значущих даних, так і уміння їх подальшого суспільно значущого застосування [3, с. 262].

Освітні процеси на основі STEM підходів довели свою ефективність у США, а в подальшому й у країнах Євросоюзу, що виявилось в підвищенні цікавості до технічних дисциплін, формуванні уміння застосовувати науково-технічні знання в реальному житті, набутті навичок активної комунікації у процесі командної проектної роботи, здатності до реалізації креативних підходів і генерування ідей [7]. Зрозуміло, що генерування нових ідей неможливе без знання того шляху, який пройшли вчені для досягнення сучасного стану науки і техніки. В іншому разі можна або знову починати "вигадувати велосипед", або ж повторювати помилки, через які вже пройшли вчені в своїх дослідженнях та технічних розробках. Розуміння історичних помилок забезпечує від їх повторення. Тому спроби активізувати навчання тільки в напрямку посилення вивчення наукових фактів без врахування історичних та практичних аспектів їх відкриття та застосування не призводять до розвитку навичок креативності у студентів. STEM і є тим новим напрямом в освіті, який використовує історичне поєднання природничих наук (Science) з технологіями (Technology) та технічною творчістю (Engineering), що неможливо без використання математики (Mathematics).

Аналіз попередніх досліджень. STEM освіта передбачає досягнення відповідної педагогічної мети шляхом інтеграції дисциплін через навчально-дослідницьку міждисциплінарну діяльність. Модель STEM освіти має певні особливості: заняття повинні мати ознаки проблемного навчання, в основу якого покладено постановку завдань з реальним контекстом, що передбачає міждисциплінарну взаємодію, використання індуктивних методів дослідження, роботу в команді [2].

Фізико-математичний контент є засадничим у STEM навчанні, при цьому його реалізація передбачає використання інженерного методу дослідження (інженерного проектування), до складу якого входять: попереднє дослідження, визначення вимог, мозковий штурм, розроблення і тестування прототипу, оцінювання результату, внесення змін і подання отриманого результату [4, с. 224–225]. У цьому випадку студенти здобувають знання, застосовуючи до розв'язання поставлених завдань різноманітні (іноді помилкові) підходи, які виступають як засіб навчання при вирішенні конкретної проблеми. STEM освіта має глибокі філософські засади, сутність яких у методологічній єдності природничих, технічних і соціально-гуманітарних наук, це виявляється в застосуванні спільного математичного апарату, інформаційно-комунікаційних технологій, моделювання тощо. STEM навчання зосереджується на реальних питаннях і проблемах. На STEM заняттях студенти досліджують наукові основи та шукають вирішення реальних соціальних, економічних і екологічних проблем. Такі практичні завдання потребують синхронізації з певним історичним набором математичних і наукових стандартів [5].

Ознайомлення студентів з реальними проблемами, їх колективне обговорення і вирішення стимулює розвиток навичок мислення більш високого порядку. Отже, виявлення реальних проблем, які студенти можуть вирішити – одна з найскладніших частин створення STEM занять [6]. Педагогічний

досвід демонструє, що саме серед історичних наукових фактів можна віднайти велику кількість різноманітних проблем та як вдалих, так і помилкових шляхів їх вирішення. Отже, використання історичного підходу є важливим і необхідним при створенні STEM орієнтованого освітнього середовища для навчання фізики.

Мета статті. Аналіз методики використання STEM орієнтованого навчання студентів з врахуванням історичних аспектів розвитку технічних і природничих дисциплін.

Виклад основного матеріалу. На початку ми хотіли б зробити невеликий історичний екскурс та процитувати славнозвісних вчених та викладачів фізики минулих років. Професор Московського університету, багаторічний керівник російських викладачів фізики М.О. Умов писав: "Природознавець стоїть перед лицем строгого і безстороннього судді – природи. У своїх експериментах і вимірюваннях, серед великого кола явищ, він проходить велику школу правди в судженні і дії. Привести думку і почуття юнацтва в контакт з цією галуззю, винятковою за своєю невичерпною життєвістю, чистотою і творчістю, і становить вищу місію викладачів фізичних наук". Вже в цьому вислові ми можемо підмітити міждисциплінарний підхід, який є базовим для STEM навчання. Отже, і сам STEM підхід до навчання має історичне коріння.

На думку академіка Г. С. Ландсберга процес навчання фізики повинен бути єдиним і неперервним: "Викладання в середній школі, як, зрештою, і будь-яке інше викладання, не може бути, звичайно, вичерпним. Проте його треба будувати так, щоб далі учень міг і повинен був би доучуватися, але ніколи не був змушений переучуватися". Фізика, як наука, є системою знань, обсяг якої весь час зростає. Для навчального предмета, в свою чергу, характерним є обмеження обсягу і змісту. Зазначимо, що між змістом науки та навчального предмета не повинно бути суперечності. Зміст предмета не може повністю охоплювати весь зміст науки, але повинен відповідати їй. Таким чином, фізика як навчальний предмет повинна являти собою не що інше, як основи науки фізики. Звідси виходить необхідність побудови такого навчання фізики, яке б надавало студентам певну систему фізичних знань і приводило до вироблення в них основ наукового світогляду. А зрозуміти логіку системи можна, знаючи історію її створення.

"Педагогічний виклад не може бути тільки компіляцією і спрощенням, він повинен бути прийнятний єдністю проваджуваних поглядів і правильно відбивати сучасне світорозуміння. Досягти цього можна тільки процесом викладання, що наближається до наукової творчості" [1, с. 11]. Це твердження одного з основоположників і розробників методики викладання фізики як науки С. М. Горячкіна, хоча і висловлене досить давно, не втратило своєї актуальності і є хорошим дороговказом для сучасних методистів.

Усі вищенаведені вислови поєднані думкою про дотримання єдності та логічної сумісності при викладанні основоположень фундаментальних фізичних теорій, що забезпечує конституювання цієї галузі знання як цілого. Розглядаючи таке твердження в історичному ракурсі, ми бачимо, що воно виникло практично одночасно з зародженням наукової та філософської думки. Так, ще Аристотель предметом науки вважав загальне і говорив про універсальність руху.

Прагнення дати логічну і цілісну картину світу було притаманне Миколі Копернику, Джордано Бруно, Григорію Сковороді, багатьом діячам епохи Відродження, однак воно наштовхувалося на недостатність реальних знань. Із збільшенням кількості чітких, експериментально перевірених фактів, на їх основі створювалися нові теорії, що їх об'єднували. Найвидатнішим досягненням на шляху створення єдиної фізичної картини світу була загальна теорія відносності Альберта Ейнштейна, але і йому не вдалося завершити цей процес, розвиток науки продовжується. І тут ключовим поняттям виступає історична наступність як зв'язок між різними етапами розвитку, сутність якого полягає в збереженні тих чи інших компонентів цілого або окремих сторін його організації при переході від одного етапу до іншого і при будь-яких якісних змінах. Кожна вища форма, ґрунтуючись на нижчих, не скасовує їх, а включає й підпорядковує собі.

Такий підхід притаманний також іншим наукам. Наприклад, курс соціальної філософії, основою якого є пошук загальних цивілізаційних засад як в контексті історії, так і в умовах нашого суперечливого сьогодення. Особливості соціального пізнання мають багато спільного з пізнанням навколишнього фізичного світу. Соціальна філософія вивчає технологічні та людські аспекти матеріального виробництва, технологічні відносини, здійснює філософське осмислення технічних революцій, які відбуваються завдяки винаходам фізиків, та створює концепції індустріального, постіндустріального, інформаційного суспільства. Філософи, імена яких увійшли в історію культури, часто займалися тим, що можна було віднести до сфери фізики. Звичайно, таких універсальних людей як Демокрит чи Декарт зараз знайти важко, але і нині цілком справедливим є уявлення про те, що ні філософська думка не може ігнорувати досягнення фізики, ні фізика не може протиставляти себе філософії. Адже мета у них одна – зрозуміти і пояснити світ, частиною якого є людина. Тому проблеми викладання фізики, на наш погляд, мають багато спільного і з загальнофілософськими проблемами існування та розвитку суспільства. Адже технічне застосування фізики може виявитися не лише благом для людства, знання історії має

убезпечити нас від неконтрольованої гонки озброєнь та вдосконалення зброї масового знищення, погіршення стану навколишнього середовища як результату недосконалості технічних рішень у виробничій діяльності і перетворення людини на додаток до породженої нею самою неживої машини технократизованого промислового виробництва.

Історії відомо багато паростків, що з'являлися у вигляді досить далеких від повсякденної реальності здогадок, які з часом поступово перетворювались в плодоносні дерева чітких наукових, практично обґрунтованих теорій, радикально змінюючи людську реальність. Найяскравішим прикладом цьому є теорія атомізму. Ще в стародавній Греції Демокрит висунув гіпотезу про атомну будову Всесвіту. Його атомізм був чисто абстрактним припущенням, бо в ті часи спостерігати атоми було неможливо. Реальність атомів як конкретних речей залишалась відкритим питанням аж до початку ХХ століття, тобто протягом 2,5 тисяч років. Лише у 1808 році в досліджах французького фізика Ж.Б. Перрена, який вивчав броунівський рух, ця теорія знайшла безпосереднє підтвердження.

Проте, атомізм весь час стимулював розвиток багатьох наук – від хімії і фізики до логіки і психології. Тут доречно буде привести слова американського фізика Р. Фейнмана: "Якщо б в результаті якої-небудь світової катастрофи всі наукові знання були знищені і до майбутніх поколінь перейшла б лише одна фраза, то яке б твердження несло б найбільшу інформацію? Я вважаю, що це атомна гіпотеза: всі тіла складаються з атомів – маленьких тіл, які знаходяться в безперервному русі, притягуються на невеликій відстані, але відштовхуються, якщо одне з них тісніше притиснути до другого. У цьому вислові міститься неймовірна кількість інформації про світ, необхідно лише прикласти трохи фантазії і кмітливості".

Звичайно, не лише атомізм має таке велике значення. Не менш яскравим паростком, який, щоправда, з'явився вже на стеблі атомної гіпотези, виявилось припущення про свободу волі, про випадкові рухи атомів, висунуте ще Епікуром. Відмінності атомізму Демокрита і атомізму Епікура присвятив свою докторську дисертацію К. Маркс, і це не випадково. Проблема свободи волі має значення для фізики і тепер – звичайно не в прямому значенні, а в плані осмислення місця, можливості, випадковості, невизначеності в сучасній картині світу. Квантова фізика, долаючи в міру накопичення нових фактів, класичні теоретичні уявлення, виступила проти принципу однозначного детермінізму, який ще з часів Демокрита поширився і на соціальне життя, оскільки сприймався як неперекладний закон, визнаючи все. У класичний період свого розвитку фізика абсолютизувала цей принцип. Але новий неklasичний етап розвитку фізики був пов'язаний з критикою цього принципу і заміною його більш широким діалектичним розумінням причинності, що спочатку було сприйняте багатьма дослідниками як спростування всіх закономірностей, а то як і доказ свободи волі мало не на рівні електрону. Потім прийшло розуміння того, що необхідність і випадковість, закономірність та її прояви, можливість і дійсність, детермінізм і свобода волі є речами співвідносними, а не відносними. Потім у фізиці з'явилися дані, які підтвердили, що ми живемо у світі самоорганізації, з якого не можна вилучити ні необхідність, ні випадковість, ні дійсність, ні можливість, ні визначеність, ні невизначеність, ні порядок, ні хаос. Подібних паростків в історії фізики можна знайти дуже багато.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Одним з головних завдань навчання фізики є формування технологічної компетентності студентів як здатності і готовності до розв'язання завдань професійної діяльності з використанням різних технологій. Очевидно, що така якість фахівця ґрунтується на знанні попередніх спроб вирішення поставлених завдань, помилок та проблем, які не дозволяли розв'язати це завдання раніше. У ході проведеного дослідження з'ясовано, що забезпечення зв'язку нових фактів з відомими раніше є одним з ключових факторів при викладанні фізичного матеріалу. Усе вищезазначене можна реалізувати з використанням STEM орієнтованого підходу у навчанні майбутніх інженерів.

Подальші дослідження STEM освіти як новітнього напрямку в дидактиці фізики можуть стосуватися широкого кола методичних і організаційних питань, серед яких оновлення матеріальної та інформаційно-технологічної складових методичного комплексу кафедри загальної фізики.

Використані джерела

1. Горячкін Є.М. Методика викладання фізики в семирічній школі: В 4 т. / АПН РРФСР. Ін-т методів навчання. – К., 1950. – Т. 1: Загальні питання методики фізики. – 480 с.
2. Сліпухіна І.А. Формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням системи комп'ютерно орієнтованого навчання: монографія / І.А. Сліпухіна. – Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2014. – 356 с.
3. Сліпухіна І.А. Використання цифрового вимірювального комплексу в STEM орієнтованому освітньому середовищі / І.А. Сліпухіна, І.С. Чернецький // Інформаційні технології в освіті й науці : Зб. наук. пр. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Богдана Хмельницького 2016. – Вип. 8. – С. 261–272.

4. Сліпухіна І. А. Дослідницька діяльність студентів у контексті використання наукового й інженерного методів / І.А. Сліпухіна, І.С. Чернецький // Вища освіта України: Теоретичний та науково-методичний часопис. – №3. – Додаток 1: Інтеграція вищої освіти і науки. – Київ, 2015. – С. 216 – 225.
5. Jolly, A. Six Characteristics of a Great STEM Lesson / Education Week: Teacher // June 17, 2014 [Electronic Resource] – Mode of access : http://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html
6. Real-World STEM Problems BY ANNE JOLLY 12/16/2012 [Electronic Resource] – Mode of access : <https://www.middleweb.com/5003/real-world-stem-problems/>
7. STEM Education Coalition [Electronic Resource] – Mode of access : <http://www.stemedcoalition.org/>

Menyailov S.M., Slipukhina I.A., Chernega P.I.

HISTORICAL ASPECTS IN DIDACTICS OF THE STEM-BASED PHYSICS EDUCATION

The article discusses the use of historical facts for improvement of the STEM-based physics education. Understanding the fundamental physical principles, formation of critical thinking, gaining practical skills are impossible without knowledge of the way passed to achieve a modern state of the science and technology.

The primary factor that stimulated the study of the STEM-oriented educational environments is the fact of decreasing the students' interest in the disciplines of natural and mathematical cycle; however, the disciplines knowledge is the basis for development and realization of the modern technologies. Another important precondition for the implementation of the STEM-based education is permanently growing amounts of information, which requires the ability of extraction of the significant data and their effective application.

STEM-based education origins are in the theory and practice of problem-based learning and the use of scientific and engineering research methods. It is clear that generation of new ideas is impossible without knowing the path traversed by scientists to reach the current state of science and technology. Otherwise, we can either start again "reinvent the wheel" or repeat mistakes already done by scientists in their researches and technological innovations. Understanding the historical mistakes protects against their recurrence. Therefore, attempts to intensify the physics study only in the direction of scientific facts extending without coming to know of historical and practical aspects of their discovery and application does not lead to the development of abilities of students' creativity.

Detecting the real problems that students can solve is one of the hardest parts of the STEM-based education. The variety of problems can be found among the historical scientific facts and successful or false technical solutions. Students acquire knowledge by applying to the problems solution varied (sometimes erroneous) approaches, which serve as a teaching tool during the problems solving. Technical application of physics can be not only a benefit to mankind; knowledge of history has to protect us from the uncontrolled arms race and environmental degradation as a result of inadequate technical solutions. Therefore, using the historical approach is important and necessary in creating STEM-based learning environment for physics study.

Key words: *STEM-based education, historical facts, problem-based learning.*

Стаття надійшла до редакції 10.05.2017