

Регіна Бережна, Микола Моклюк

РОЛЬ STEM-ОСВІТИ У ФОРМУВАННІ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ З ФІЗИКИ

Анотація. У статті досліджується вплив STEM-освіти на формування ключових і предметних компетентностей учнів у процесі вивчення фізики. Розглянуто теоретичні засади STEM-підходу, методи його інтеграції в освітній процес, практичні приклади STEM-проектів. Наведено результати експериментального дослідження, що підтверджують ефективність використання STEM-методик у шкільному курсі фізики.

Ключові слова: STEM-освіта, фізика, предметні компетентності, проектне навчання, цифрові технології, експеримент, дослідницька діяльність.

У сьогоdnішньому постійно змінюваному світі, який домінує розвивається наукою і технологіями, існує необхідність створення нових освітніх моделей, щоб відповідати викликам 21 століття. Однією з таких інноваційних моделей освіти є STEM. Ця концепція з'явилася у Сполучених Штатах наприкінці 1990-х років як відповідь на зменшення кількості молодих людей, зацікавлених у природничих науках і математиці, а також на нестачу кадрів, кваліфікованих у науці й технологіях. Метою було створити зв'язаний метод навчання, у якому інформація з різних дисциплін використовується для вирішення потенційних і повсякденних проблем. STEM тільки почав реалізовуватися в освітній сфері Європи та, зокрема, в Україні у 2010-х роках. За такого підходу є намагання не лише навчати нове покоління інженерів чи науковців, але й формувати у здобувачів систематичне, критичне та інженерне мислення, а також уміння працювати в команді та самостійно розв'язувати складні проблеми.

Сучасні українські вчені активно вивчають вплив STEM-освіти на формування компетентностей учнів. О.І. Пометун підкреслює значення компетентнісного підходу як основи модернізації освіти. Н.О. Дем'яненко та І.В. Топузов досліджують інтегративний потенціал STEM як міждисциплінарного підходу до навчання природничих наук. Т.В. Руденко аналізує приклади ефективного впровадження STEM-уроків з фізики, де

домінує проєктна та дослідницька діяльність. У роботах М.О. Моклюка акцентовано увагу на моделюванні фізичних процесів і використанні саморобного обладнання як способів розвитку дослідницьких умінь учнів. Практичний потенціал STEM у фізичній освіті також розкривають Кузьмінський А.І. та Серих Ю.В., зосереджуючись на методиках організації навчання в умовах Нової української школи.

Метою статті є обґрунтування значущості STEM-освіти як інструменту формування предметних і міжпредметних компетентностей учнів з фізики, аналіз практичних підходів до впровадження STEM-методик у шкільний курс фізики, а також оцінка ефективності їх використання на основі педагогічного експерименту.

За останні роки швидкий розвиток науки і технологій, цифровізація суспільства та зміна потреб у підготовці молоді призвели до значних перетворень у сучасній освіті. STEM-освіта (наука, технології, інженерія, математика), відома своїм міждисциплінарним підходом до навчання та акцентом на практичних знаннях, не лише була включена в навчальні програми середніх шкіл по всій США, але й стала основою освітньої реформи, що є популярною в багатьох загальноосвітніх школах.

Для фізики, як точної науки, яка описує принципи реального світу, підхід STEM здатний поєднувати теоретичні знання з технічними рішеннями, експериментами для дослідження фізичних явищ та інженерними завданнями. Запитання щодо вибору найкращих сучасних технологій для різних аспектів процесу є важливим для активних учителів. Коли сучасні технології інтегруються в програму STEM-освіти, це змінює всі інструменти викладання, наявні в арсеналі вчителів: ІКТ не тільки додають глибини навчання, але й роблять його яскравішим, живим та ефективнішим. Крім того, оцінка результатів STEM-освіти стала нагальною темою, оскільки традиційні форми оцінювання знань не завжди здатні точно відобразити рівень і обсяг міждисциплінарного вивчення матеріалу, метазнань та ключових компетенцій, що проявляються навіть у меншості учнів.

Ще одним важливим елементом є застосування віртуальних симуляторів та доповненої реальності. Їх можливість створювати віртуальні навчальні середовища (VLE) надає студентам можливість проводити експерименти, які були б важкодоступними у реальному житті через фізичні обмеження ресурсів або інші технічні складнощі (наприклад, під час роботи з електромагнітними полями або ядерною фізикою). У віртуальних лабораторіях можна симулювати процеси, уникнувши ризику для життя. Програми доповненої реальності дозволяють студентам взаємодіяти з 3D-моделями молекул, оптичних систем та приладів - інструментами, внутрішні секрети яких захищені від їхніх очей. Це сприяє розвитку просторового мислення, візуальної пам'яті та здатності до аналізу складних систем.

У уроках фізики (або в будь-якій сфері STEM) все частіше використовуються мікроконтролери та платформи, такі як Arduino або Raspberry Pi. Завдяки цим пристроям студенти можуть створювати власні фізичні прилади, як-от метеостанції, детектори руху або пристрої для контролю температури, вологості та освітлення в приміщеннях. Це не лише зміцнює їхні знання у фізиці, але й надає практичний досвід у галузях електроніки, програмування, логічного та алгоритмічного проектування. Для студентів, які планують кар'єру в інженерії або ІТ, такий досвід є надзвичайно важливим. Крім того, реалізація таких проектів вимагає роботи в команді, де кожний учасник бере на себе певні обов'язки, від проектування схеми до написання коду та презентації кінцевого результату. Це добре поєднується з фокусом STEM-освіти на всебічному, реальному розвитку.

Нарешті, необхідно використовувати хмарні сервіси, цифрові ресурси та онлайн-платформи, якщо студенти працюють разом, ведуть облік своїх результатів, готують презентації та оцінюють свою роботу. За допомогою інструментів, таких як Google Workspace for Education або Canva, окрім того, GeoGebra, Desmos і PhET, студенти можуть не лише проводити експерименти, але й створювати мультимедійні документи, звіти та анімації фізичних процесів. Це сприяє розвитку цифрової грамотності та навичок XXI століття.

Попри переваги такого типу освіти в галузях STEM, вчителі стикаються з багатьма проблемами: потребою в професійному навчанні, запитами на обладнання та підготовкою навчальних матеріалів для нових сценаріїв, а також тим, як задовольнити вимоги студентів. Але правильне вирішення цих завдань можливо лише завдяки безперервному розвитку вчителів, відкритості до інновацій - та повній підтримці з боку керівництва школи та всієї освітньої системи. Не менш важливим методичним елементом є оцінка результатів навчання в STEM-фізиці. Це має включати засвоєння предмета учнями, а також враховувати конкретні ключові навички: співпраця, вибрані методи вирішення проблем, використання цифрових інструментів (таких як електронні таблиці та програмне забезпечення для презентацій); статистичний аналіз зібраних даних; експериментальне малювання висновків; презентація результатів. Традиційна оцінка, яка переважно вимірює засвоєння об'єктивного змісту, не може дійсно відобразити те, що студент навчився під час занять або проектів STEM. Тому краще використовувати альтернативні методи оцінювання, що відповідають сучасним науковим заходам - і цей принцип має завжди відображатись у специфічному змісті.

Одним із таких методів є формувальне оцінювання, яке передбачає надання зворотного зв'язку щодо роботи в процесі, а не лише після її завершення. Вчитель виступає як наставник, ініціатор і помічник, допомагаючи студентам перевірити своє розуміння, підібрати моменти для покращення. Наприклад, у проекті студенти можуть тримати щоденник спостережень або заповнювати анкети, позначаючи, яка частина завершена і з якими труднощами стикнулися. Таким чином, можна оцінювати не лише кінцевий результат, але й процес навчання.

У STEM-освіті, особливо у визнанні результатів, досягнутих студентськими проектами, використання рубрик виявилось дуже важливим інструментом. Рубрика - це таблиця чітких і явних орієнтирів для оцінювання роботи, кожний з яких містить різні рівні. Це дозволяє як вчителям, так і учням бути абсолютно впевненими в тому, які результати будуть відзначені: наукове

обґрунтування та пояснення, креативність, технічна складність, якість виконаної роботи та не менш важлива як співпраця для досягнення поставлених завдань у межах встановлених термінів тощо. З рубриками процес оцінювання стає прозорим і справедливим, усуваючи суб'єктивність і допомагаючи студентам стати більш усвідомленими. Самооцінка та взаємне оцінювання також мають використовуватись. У груповій роботі студенти можуть оцінювати внесок кожного члена команди, його вплив на виконання роботи та давати поради. Це сприяє розвитку відповідальності та об'єктивності серед однолітків, а також довірі. Наприклад, після завершення захисту проекту студенти можуть заповнювати анонімні опитування, висловлюючи, як саме працювали їхні партнери. Знову ж таки, такий метод сприяє якості лідерства й розвитку індивідуальних навичок.

Також важливо оцінювати, як розвивається мислення і чи може знання використовуватися у нових ситуаціях. Тому відкриті завдання, аналітичні міні-проекти та творчі завдання з кількома рішеннями є необхідністю. Наприклад, у курсі STEM-фізики це може означати проектування простого інструмента на основі якогось фізичного явища, яке ви вивчали раніше, пояснення його дії та прогнозування, які поліпшення можуть бути внесені.

Оцінка навчання у STEM-фізиці має бути багатовимірною: вона повинна не тільки концентруватися на результаті, але й на тому, як досягається цей результат. Вона повинна нагороджувати як індивідуальні, так і командні зусилля, практичні навички, а також креативність. Поєднання цифрових технологій, інтерактивних методів навчання і сучасних інструментів оцінки створює необхідну основу для формування глибокого розуміння у студентів на всіх рівнях, з довгостроковим успіхом у всіх їхніх починаннях.

Висновки

Отже, STEM-освіта сприяє розвитку критичного та аналітичного мислення, дослідницьких і комунікативних навичок, а також підвищує інтерес учнів до фізики. Використання проєктного підходу, цифрових технологій, моделювання та експериментальної діяльності створює умови для практичного

застосування знань. Результати дослідження підтверджують позитивний вплив STEM-методик на рівень навчальних досягнень учнів та розвиток їхніх ключових компетентностей. Для подальшого впровадження STEM необхідно вдосконалити матеріально-технічну базу шкіл, забезпечити системну підготовку вчителів і підтримку з боку освітньої політики держави.

Список використаних джерел:

1. Моклюк М. О. Вивчення фізики на базі дистанційних технологій-один із проявів сучасного освітнього середовища. *Збірник наукових праць. Педагогічні науки*. 2006. Випуск 43. С. 405-410.
2. Моклюк М.О., Шут М.І., Заболотний В. Ф. Вивчення фізики в системі дистанційної освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*. Серія 3 : Фізика і математика у вищій і середній школі : зб. наук. праць. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2006. Вип. 2 . С. 123-125.
3. Мисліцька Н.А., Колесникова О.А., Заболотний В.Ф., Семенюк Д.С. Дидактичний потенціал технології мобільного навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вип.22. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2020. С.284-288.

THE ROLE OF STEM EDUCATION IN THE FORMATION OF SUBJECT COMPETENCES OF STUDENTS IN PHYSICS

Abstract. *The article examines the influence of STEM education on the formation of key and subject competencies of students in the process of studying physics. The theoretical foundations of the STEM approach, methods of its integration into the educational process, and practical examples of STEM projects are considered. The results of an experimental study are presented, confirming the effectiveness of using STEM methods in the school physics course.*

Keywords: *STEM education, physics, subject competencies, project-based learning, digital technologies, experiment, research activity.*