

Попов Петро 

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

викладач математичних дисциплін,

Фаховий коледж інженерії, управління та землевпорядкування

Державного університету «Київський авіаційний інститут»,

м. Київ, Україна

Popov.Petro@kitz.nau.edu.ua

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Анотація. В статті розглядаються питання, пов'язані з використанням міжпредметних зв'язків між математикою та фізикою при вивченні цих дисциплін в старшій школі та на молодших курсах фахових коледжів. Аналізується роль міжпредметних зв'язків у формуванні математичних та практичних компетентностей. Обговорюються питання, пов'язані зі значенням зв'язків між математикою та фізикою як навчальними дисциплінами в контексті реформи старшої школи, профілізації навчання та STEM-освіти.

Ключові слова: міжпредметні зв'язки, нова українська школа, профілізація, STEM-освіта, компетентнісний підхід.

Annotation. The article deals with issues related to the use of cross-curricular relationships between mathematics and physics in the study of these disciplines in high school and in the younger courses of professional colleges. The role of cross-curricular links in the formation of mathematical and practical competences is analyzed. Issues related to the importance of relationships between mathematics and physics as educational disciplines in the context of high school reform, training and STEM education are discussed.

Key words: *Cross-curricular links, new Ukrainian school, profile, STEM education, competent approach.*

Вступ. У чинній програмі з математики для 10-11 класів зазначено наступне: «В основу побудови змісту та організації процесу навчання математики покладено компетентнісний підхід, відповідно до якого кінцевим результатом навчання предмета є сформовані певні компетентності, які сприятимуть здатності учня застосовувати свої знання в реальних життєвих ситуаціях... В основу побудови змісту та організації процесу навчання математики покладено компетентнісний підхід, відповідно до якого кінцевим результатом навчання предмета є сформовані певні компетентності, які сприятимуть здатності учня застосовувати свої знання в реальних життєвих ситуаціях» [1]. Таким чином, акцент робиться на практичній, прикладній направленості курсу математики. Крім того, серед ключових компетентностей виділяються також основні компетентності у природничих науках і технологіях. Сюди відносяться уміння розпізнавати проблеми, що виникають у довкіллі, які можна розв'язувати засобами математики; будувати та досліджувати математичні моделі природних явищ і процесів. Реалізація такого компетентнісного підходу неминуче призводить до потреби не замикатися на вивченні «чистої» математики, а й активно використовувати міжпредметні зв'язки. В першу чергу це стосується фізики. Хоча звісно, міжпредметні зв'язки у математики існують не лише з фізикою.

Мета статті. Метою даної роботи є обґрунтування необхідності активного використання міжпредметних курсів математики і фізики старшої школи для сприяння більш глибокому розумінню обох предметів учнями та студентами молодших курсів фахових коледжів і формування у них ключових компетентностей.

Виклад основного матеріалу. Математика і фізика як науки мають багато глибоких взаємозв'язків, а в деяких питаннях точок взаємоперетину. Фізика за своїм походженням є наукою експериментальною: нові закони природи

відкриваються шляхом спостережень та дослідів. Проте для опису законів природи і побудови цілісної фізичної картини світу використовується мова математики. Як влучно зауважив Галілео Галілей, «книга природи написана мовою математики». А данському фізику Нільсу Бору, одному з творців квантової механіки, належить крилата фраза: «Математика — це більше ніж наука. Це мова науки». З часом відбувся більш глибокий поділ фізики на дві складові: експериментальну та теоретичну. В теоретичній фізиці почали використовувати все більш складний і абстрактний математичний апарат, який, здавалося б, взагалі не міг би знайти практичних застосувань. Це різноманітні неевклідові геометрії, теорія груп, абстрактна алгебра, топологія тощо. Часто саме фізичні задачі призводять до виникнення нових математичних понять та теорій. Так було з поняттям похідної, інтеграла, диференціальних рівнянь, векторного числення тощо. Таким чином, математика і фізика є тісно пов'язаними між собою науками, які історично розвивалися паралельно, доповнюючи одна одну. Недаремно в своїх численних публікаціях та інтерв'ю видатний математик українського походження Володимир Арнольд висловлював думку, що поділ на математиків і фізиків є штучним та навіть говорив, що математика є частиною фізики.

Ця природна та історична спорідненість математики з фізикою знаходить своє відображення і у викладанні цих навчальних дисциплін. Міжпредметні зв'язки та їхнє активне використання сприяє більш глибокому розумінню обох предметів. Хоча слід відмітити, що є деякі методичні труднощі при застосуванні математичного апарату у курсі фізики старшої школи та на молодших курсах коледжів і певна неузгодженість програм з математики та фізики [2].

Міжпредметні зв'язки мають наступні функції: методологічну, освітню, виховну та комунікативну. Зупинимося ще на одному аспекті міжпредметних зв'язків, а саме компетентнісному [3].

В Україні стартує реформа старшої школи [4]. Після 9 класу учні матимуть можливість обирати, де продовжувати навчання: в академічному ліцеї,

професійному коледжі чи у закладі фахової передвищої освіти. Вже з вересня 2025 року починається пілотування реформи по всій Україні. Важливо відмітити, що одним із навчальних кластерів є кластер STEM, в межах якого учні зможуть обирати профілі. Також передбачається, що в реформованій старшій школі буде активно застосовуватися проєктне навчання.

Таким чином, можна зробити висновок, що в профільній старшій школі компетентнісний підхід до навчання збережеться і буде навіть посилений. Крім того, спостерігаються певні інтеграційні процеси, пов'язані з укрупненням навчальних предметів. Це добре видно на прикладі STEM-освіти, коли відбувається певне групування природничих, математичних, технологічних та інформаційних дисциплін в єдиний ECTS-комплекс. Хоча зазначається, що таке поєднання не є суто механічним [5]. Зокрема, при такому підході природним чином зростає роль міжпредметних зв'язків між природничими науками та математикою, і зокрема, між математикою та фізикою. Адже для того, щоб використовувати проєктний підхід до навчання, потрібно дивитися на об'єкт вивчення міждисциплінарно, комплексно. Це в свою чергу призводить до розвитку різних компетентностей, як математичних, так і інших, а не тільки однієї із них.

Одним з успішних способів використання міжпредметних зв'язків є розгляд фізичних задач, які вимагають застосування різноманітного математичного апарату. Аналіз задачі, пошук її розв'язку часто лежить в площині фізики. При цьому часто виникають різні способи розв'язання задачі. Деякі з них суттєво використовують математичне моделювання. В більш складних ситуаціях саме за допомогою математики можна отримати більш стандартний, алгоритмізований спосіб розв'язання. Порівнюючи його з фізичними міркуваннями, учитель і сприяє розвитку у учнів чи студентів відповідних компетентностей. Розглянемо приклад однієї такої задачі та її «математичне» розв'язання.

Тіло 1 починає рухатися з точки А в точку В зі швидкістю v_1 ; одночасно тіло 2 починає рухатися з точки В в точку С зі швидкістю v_2 (рис. 1).

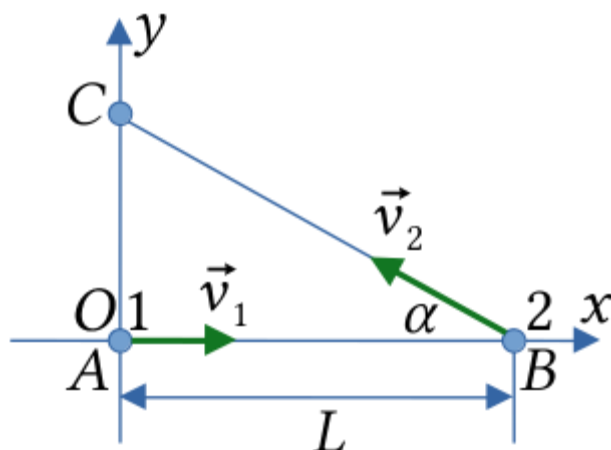


Рис. 1. Приклад задачі

Відстань $AB = L$, гострий кут $ABC = \alpha$. В який момент часу t відстань l між тілами буде найменшою? Чому дорівнює ця відстань?

Виберемо систему відліку так, як показано на рисунку 1. Складемо рівняння руху обох тіл у цій системі. Для тіла 1 такі рівняння мають вигляд:

$$x = v_1 t, \quad y = 0.$$

Тіло 2 рухається за законом:

$$x = L - v_2 \cos \alpha \cdot t, \quad y = v_2 \sin \alpha \cdot t.$$

В будь-який момент часу t квадрат відстані між тілами можна знайти за формулою:

$$s^2 = (v_1 t + v_2 \cos \alpha \cdot t - L)^2 + v_2^2 \sin^2 \alpha \cdot t^2. \quad (1)$$

Зрозуміло, що відстань між тілами змінюється з часом при їхньому русі. За математичної точки зору квадрат відстані є функцією часу:

$$f(t) = (v_1 t + v_2 \cos \alpha \cdot t - L)^2 + v_2^2 \sin^2 \alpha \cdot t^2.$$

Дослідимо її на мінімум. Похідна цієї функції

$$\begin{aligned} f'(t) &= 2(v_1 + v_2 \cos \alpha)(v_1 t + v_2 \cos \alpha \cdot t - L) + 2v_2^2 \sin^2 \alpha \cdot t = \\ &= 2t - 2L(v_1 + v_2 \cos \alpha) + 2tv_2^2 \sin^2 \alpha = (v_1 + v_2 \cos \alpha)^2 \\ &= 2t(v_1^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha + v_2^2 \cos^2 \alpha + v_2^2 \sin^2 \alpha) - 2L(v_1 + v_2 \cos \alpha); \\ f'(t) &= 2t(v_1^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha + v_2^2) - 2L(v_1 + v_2 \cos \alpha). \end{aligned}$$

Прирівнюючи похідну до нуля, знайдемо критичну точку функції:

$$2t(v_1^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha + v_2^2) - 2L(v_1 + v_2 \cos \alpha) = 0,$$

$$t_0 = \frac{L(v_1 + v_2 \cos \alpha)}{v_1^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha + v_2^2}. \quad (2)$$

Оскільки похідна $f'(t)$ є лінійною функцією з кутовим коефіцієнтом

$$k = 2(v_1^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha + v_2^2) > 0,$$

то ця похідна зростає. Тому при переході через точку t_0 вона змінює знак з мінуса на плюс. Це означає, що точка t_0 є точкою мінімуму функції $f(t)$. Отже, в момент часу t_0 , що визначається з формули (2), відстань між тілами буде найменшою. Підставляючи знайдене значення часу з формули (2) у формулу (1), знаходиться найменша відстань між тілами:

$$l = \frac{Lv_2 \sin \alpha}{\sqrt{v_1^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha + v_2^2}}.$$

Зауважимо, що існує ще одне, більш «фізичне» розв'язання цієї задачі, яке ми тут не наводимо. Воно базується на використанні відносної швидкості тіла 2 відносно тіла 1. Ці обидва методи розв'язання – «математичний» і «фізичний» – варто опрацювати разом. Задачі, подібні розглянутій, дають можливість якомога більше скористатися можливостями міжпредметних зв'язків для формування математичної компетентності та компетентності у природничих науках і технологіях.

Висновки. В умовах нової української школи та профілізації старшої школи зростає роль компетентнісного підходу, загального, інтегрованого підходу до предмету вивчення, STEM-освіти. При цьому зростає значення використання в навчанні міжпредметних зв'язків при вивченні дисциплін фізико-математичного циклу в старшій школі та на молодших курсах фахових коледжів. В проєктному навчанні на предмет вивчення варто дивитися якомога ширше всіма учасниками освітнього процесу і не розглядати кожен навчальну дисципліну виключно як «річ у собі» без взаємозв'язку з іншими науками. Такий підхід дає можливість сформувати у здобувачів освіти найбільш широке коло математичних та інших ключових компетентностей. Саме ж активне використання міжпредметних зв'язків є потужним засобом у компетентнісному підході до навчання.

Список використаних джерел

1. Навчальні програми з математики для 10-11 класів. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 12.022025).
2. Басистий П.В., Серкіз С.С. Міжпредметні зв'язки математики та фізики. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 травня 2024 р., м. Тернопіль*. С. 38 - 41. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/33393/1/8_Basistyi_Serkiz.pdf (дата звернення: 12.022025).
3. Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики: методичний посібник для вчителів / Глобін О. І. Київ : Педагогічна думка, 2012. 88 с.
4. Реформа старшої школи. URL: <https://profilna.mon.gov.ua/> (дата звернення: 12.022025).
5. Ляшенко О.І. Підготовка вчителів природничих предметів до реалізації STEM-освіти як цілісної освітньої галузі. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 травня 2024 р., м. Тернопіль*. С. 17 - 20. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741619/1/LIASHENKO_physics_nature_2024.pdf (дата звернення: 12.022025).