

УДК 378.371:53

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2025-1-6>

ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ БАКАЛАВРІВ БУДІВНИЦТВА

Герасимова Катерина Варфоломіївна,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри вищої математики та фізики

Криворізького національного університету

ORCID ID: 0000-0001-8714-1006

У статті розглянуто питання формування технічного мислення бакалаврів будівництва за допомогою впровадження в навчальний процес професійно орієнтованих задач з фізики. Серед важливих показників професійної підготовки бакалавра – формування технічного мислення. Однак проблема використання професійно орієнтованих задач в освітньому процесі ще достатньою мірою не досліджена. На сьогодні в науковій та методичній літературі також недостатньо висвітлено питання ролі й можливостей загальноосвітніх предметів, зокрема фізики, у підготовці фахівців будівельної галузі до майбутньої професійної діяльності, тому розглянуті питання є актуальними.

На сьогодні в психології немає чітко визначеного поняття «технічне мислення»: його часто отождествляють з поняттям «практичне мислення». Практичне мислення особистості здійснюється під час практичної діяльності й завжди базується на узагальненні попереднього практичного досвіду. Водночас розв'язування прикладних практичних задач у процесі навчання здобувача є засобом формування його технічного мислення.

У статті обґрунтовано, що забезпечення якісної інженерно-будівельної освіти неможливе без фізичних знань, оскільки вони є базовими для подальшого опанування дисциплін циклу професійної підготовки. Наведено конкретні приклади, які показують, що для будівництва споруд і будівель інженеру-фахівцю необхідно знати й урахувати фізичні явища та закони. Доведено, що використання в навчальному процесі прикладних фізичних задач спонукає здобувачів не тільки до кращого засвоєння фізики, а й до інтеграції фізики, як загальноосвітньої дисципліни, з дисциплінами професійного спрямування.

Ключові слова: бакалавр, будівництво, фізика, професійно орієнтовані задачі, технічне мислення.

Herasymova Kateryna. Professionally oriented problems in physics as a means of forming the technical thinking of bachelors of civil engineers

The article deals with the formation of technical thinking of bachelors of civil engineering through the introduction of professionally oriented physics tasks in the educational process. Among the important indicators of bachelor's professional training is the formation of technical thinking. However, the problem of using professionally oriented tasks in the educational process has not yet been sufficiently studied. Today, the scientific and methodological literature also insufficiently covers the role and capabilities of general education subjects, in particular physics, in preparing construction industry specialists for future professional activities, so the issues under consideration are relevant.

In psychology, the concept of "technical thinking" is often equated with practical thinking. Practical thinking is carried out during practical activities and is always based on the generalization of previous practical experience. At the same time, solving practical problems is a means of forming technical thinking in the learning process.

The article substantiates that it is impossible to provide high-quality engineering and construction education without physical knowledge, since knowledge of physics is the basis for mastering the disciplines of the professional training cycle. For the construction of structures and buildings, a specialist engineer needs to know and take into account physical phenomena and laws. It has been proven that the use of applied physical problems in the educational process encourages students not only to better master physics, but also to integrate physics, as a general education discipline, with professional disciplines.

Key words: bachelor, civil engineering, physics, professionally oriented tasks, technical thinking.

Вступ. Фізика в технічному університеті є базовою навчальною дисципліною, на якій ґрунтується загальна професійна та спеціальна підготовка здобувачів вищої освіти. Знання з фізики є важливим складником майбутньої фахової діяльності бакалавра технічного профілю, зокрема бакалавра будівництва. Згідно зі стандартом вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» для першого (бакалаврського) рівня, здобувач має опанувати компетентності, які б забезпечували здатність використовувати наукові та практичні знання з фізики для розв'язання складних практичних проблем будівництва й цивільної інженерії [1].

Для успішної професійної діяльності бакалавру-будівельнику необхідно усвідомлювати сутність фізичних явищ, знати фізичні основи будівництва, орієнтуватися в сучасних будівельних технологіях, працювати на перспективу. Так, проєктуючи будівлі й споруди, фахівцю треба розуміти природу явищ теплопоглинання чи теплоізоляції. Інженер, що будує дороги чи зводить мости, має вміти правильно визначати співвідношення компонентів будівельних сумішей та використовувати спеціальні домішки залежно від фізичних умов експлуатації. Інженер-будівельник повинен знати, як процеси перенесення тепла й вологи впливають на фізико-механічні властивості будівельних матеріалів. Вивчення впливу згаданих фізичних процесів є необхідним підґрунтям для створення довговічних матеріалів. Фізичні знання використовують для розрахунків навантажень на будівельний об'єкт; значень міцності, деформацій та інших фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів та ґрунтів; розрахунку й оцінки основних світлових характеристик приміщення тощо. Усі ці види діяльності вкрай необхідні для проєктування промислових і цивільних будівельних об'єктів [2].

Одним з актуальних напрямів, що становлять науковий і практичний інтерес для педагогіки і психології, є процес формування технічного мислення. Цей процес починається з усвідомлення технічної проблеми й подальшого пошуку фізичного закону, явища чи властивості, використання яких дає змогу розв'язати технічну суперечність, і завершується розробленням нової якісної конструкції. Розпочинати формування цієї професійно значущої якості майбутніх інженерів потрібно вже з перших днів навчання в університеті. Одним із засобів вирішення цього питання є використання в навчанні задач професійного спрямування. Фізика як фундаментальна загальноосвітня дисципліна в технічному університеті має вирішувати, окрім традиційних навчальних і виховних, завдання розвитку технічного мислення.

Мета статті – з'ясувати, як формується технічне мислення майбутніх бакалаврів будівництва при розв'язанні професійно орієнтованих задач з фізики.

Аналіз досліджень і публікацій. Починаючи із 60–70-х років ХХ століття об'єктами творчого пошуку багатьох дослідників, зайнятих у сфері професійного навчання, є методики та технології навчання, що сприяють розвитку різних сторін технічного мислення. Необхідність формування технічного мислення в процесі навчання усвідомлена як природна реакція на вимоги технічного забезпечення всіх галузей промисловості, особливо будівництва, що бурхливо розвивалося в ті часи. Аналіз діяльності видатних зарубіжних і вітчизняних інженерів-будівельників (А. Ейфеля, З. Хадид, Б. Патона, М. Будникова, О. Бекетова, В. Городецького та багатьох інших) переконує, що в основі професійної успішності закладено особливий тип мислення, який характеризується розумінням технічної проблеми, здатністю виявляти й вирішувати фізичні суперечності, створюючи за такої умови креативні ідеї, які іноді виходять за межі побутової логіки.

На сьогодні в сучасній психології немає однозначного трактування терміна «технічне мислення». Технічне мислення визначається як «процес відображення у свідомості людини об'єктів і процесів технічної діяльності» або як «розумова діяльність людини, спрямована на виконання різноманітних технічних завдань» [3, с. 165]. Його часто ототожнюють з практичним мисленням, оскільки воно здійснюється під час практичної діяльності людини. Практичне мислення – це акт мислення, що дає практично ефективний результат [4]. Технічне мислення

характеризується оперативністю. Ця властивість пов'язана з умінням фахівця, використовуючи набутий професійний досвід, орієнтуватися в нестандартних ситуаціях, ухвалювати швидкі та ефективні рішення [5]. Наукові дослідження з психології дали змогу визначити феномен технічного мислення як цілеспрямований психологічний процес відображення суб'єктом суттєвих властивостей об'єктів інженерної діяльності, результатом якого є ефективне й раціональне вирішення інженерної проблеми [6].

Однак зазначимо, що такі дослідження переважно були спрямовані на учнів середніх загальноосвітніх закладів та професійних коледжів, а у вищих закладах освіти розвиток технічного мислення вивчався мало. Донедавна навчання фізики у вищих технічних закладах було наукоцентричним. На сьогодні важливим є наповнення змісту курсу фізики прикладними експериментальними кількісними та якісними задачами, які впливають з конкретних виробничих потреб [7–8].

Ураховуючи вищесказане, можемо стверджувати, що питання формування технічного мислення на заняттях з фізики в технічному університеті є **актуальним**.

Матеріали і метод. Для реалізації поставленої мети нами використано такі методи дослідження: аналіз та систематизація навчально-методичної літератури з обраного питання; наукове моделювання фізичних явищ і процесів; експеримент; спостереження й порівняння; узагальнення власного педагогічного досвіду викладання фізики в закладі вищої освіти.

Результати. Рішення професійно орієнтованих фізичних задач спонукає здобувачів до пошукової діяльності й підвищує інтерес до фізики. Наведемо приклади таких задач з відповідями [8].

1. Статичний прогин h_0 ресори від вантажу масою m , покладеного на її середину, дорівнює 2 см. Знайти прогин ресори, якщо той же вантаж впаде без початкової швидкості на середину ресори з висоти $H = 1$ м. **(20 см)**

2. Тросом підйомального крана, що витримує натяг $T = 6$ кН, піднімають бетонну плиту масою $m = 500$ кг зі стану спокою вертикально догори. Рух плити рівноприскорений, і сила опору $F_{\text{оп}} = 200$ Н. Визначити максимальну висоту, на яку можна підняти плиту за час $t = 5$ с, так, щоб трос не порвався. **(22,5 м)**

3. Компенсаційний бак діаметром $D = 0,4$ м наповнений водою висотою $h = 0,4$ м. На дні бака є круглий отвір діаметром $d = 0,01$ м. Визначити швидкість пониження рівня води в баку, вважаючи воду нев'язкою рідиною. **(1,75 мм/с)**

4. Густина цегли $\rho = 2800$ кг/м³, межа міцності цегли на стиск $\sigma_m = 10$ МПа. Визначити найбільшу висоту будинку, який можна збудувати з цегли. **(364,4 м)**

5. Решето в машині для відсіювання сипучих матеріалів здійснює пружні коливання. Логарифмічний декремент згасання коливань $\theta = 0,11$. Амплітуда коливань зменшилась утричі. Скільки коливань виконає решето? **(10)**

Наведемо що один приклад практичної дослідницької діяльності фахівця із застосуванням фізичних знань. Розглянемо типове професійне завдання – «Проектування об'єктів професійної діяльності».

Залізобетонна балка спирається на цегляну колону та пілястру (рис. 1). Визначити максимальний згинальний момент M_{max} залізобетонної балки від власної ваги, якщо повне навантаження, яке може витримати балка, без урахування власної ваги, – $P = 600$ кН/м. Перетин балки $b \times h = 200 \times 400$ мм. Питома вага залізобетону $\gamma = 25$ кН/м³. Розміри на кресленні дані в міліметрах.

Це завдання містить окремі етапи рішення, які можна виконувати на заняттях з фізики, зокрема розрахунок механічних (міцнісних) характеристик об'єктів або його окремих елементів. Це завдання доцільно виконувати під час вивчення модуля «Фізичні основи механіки». Методи рішення типових професійних завдань допомагають здобувачеві досягти поставленої мети, а викладачеві – побудувати модель навчання фахівця [9].

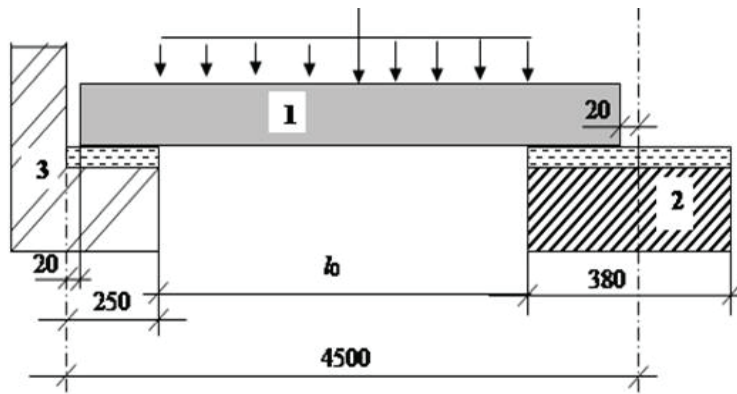


Рис. 1. Схема спирання балки
1 – залізобетонна балка; 2 – цегляна колона; 3 – пілястра

Етапи виконання професійного завдання.

Виділяємо об'єкт експлуатації або його окремий елемент. У завданні таким об'єктом є залізобетонна балка, яка спирається на пілястру та цегляну колону.

Визначаємо вид навантаження (розподілене, зосереджене, постійне, тимчасове, статичне тощо), що діє на виділений об'єкт або елемент. За умовою завдання, балка перебуває під навантаженням від власної ваги. Це навантаження необхідно враховувати впродовж усього періоду експлуатації, тому воно є постійним. Навантаження від власної ваги конструкцій зводиться до поверхневих навантажень, а вони, своєю чергою, є розподіленими по деякій поверхні. Під час розрахунку стержнів розподілене навантаження зводиться до лінійного, розподіленого по всій довжині стержня. Тож в умові цієї задачі навантаження лінійне розподілене й постійне.

Визначаємо фізичне явище та вид деформації. У задачі під впливом постійного навантаження балка деформується на вигин.

Накреслимо ідеалізовану розрахункову схему, яка відображає найістотніші особливості реального об'єкта (конструкції чи окремого елемента), що визначають його поведінку під навантаженням (рис. 2).

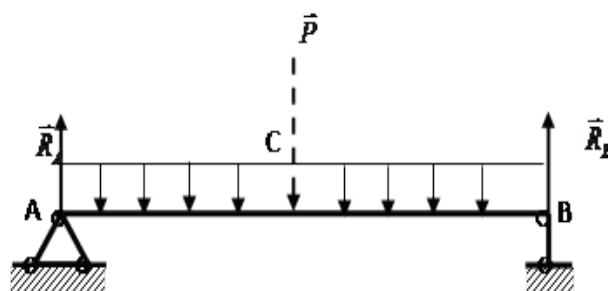


Рис. 2. Спрощена розрахункова схема спирання балки

Визначаємо фізичні величини, що характеризують цей вид деформації: момент сили M , навантаження P , сила тиску F , питома вага балки γ .

Записуємо фізичні закони, що описують поведінку об'єкта або окремого елемента конструкції в заданих умовах. Умова рівноваги системи:

$$\sum_{i=1}^n \vec{M}_i = 0.$$

Визначимо умову рівноваги балки відносно точок A і B:

$$R_B l = P \frac{l}{2}; R_A l = P \frac{l}{2}.$$

Тож реакція опори:

$$R = R_B = R_A = P \frac{l}{2}.$$

Подумки проведемо через балку площину, яка поділяє балку на дві рівні частини. У кожній частині діятимуть сили, що характеризують взаємодії частин АС та СВ. Відкинемо праву частину балки. Жорстко закріплюємо в місці відсікання й визначимо максимальний згинальний момент у цій точці від дії перевантаження та реакції опори R . Попередньо рівномірно розподілене навантаження замінюємо на зосереджене. На рис. 3 навантаження $Q = P/2$ є умовною заміною рівномірно розподіленого навантаження ділянки $l/2$. Розташовуємо вісь координат у центрі тяжіння перетину (рис. 3).

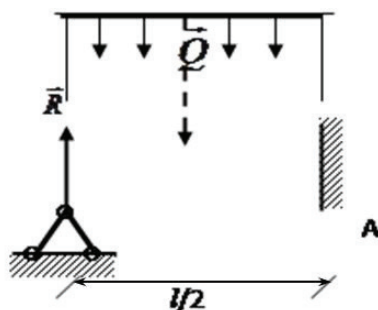


Рис. 3. Ділянка конструкції під навантаженням

Записуємо рівняння рівноваги залізобетонної балки відносно А (рис. 3):

$$M_{\max} = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{Pl}{8}.$$

Урахуємо, що добуток сили, що припадає на 1 м балки, на довжину балки це навантаження: $ql = P$, отже

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8}.$$

Розв'язуємо отриману систему рівнянь та знаходимо розрахункове значення шуканої фізичної величини $M_{\max}$.

Сила тиску ваги балки:

$$F_{\text{рез}} = \rho V g = \rho b h l g.$$

Сила, що діє на 1 м балки з урахуванням власної ваги:

$$F_{l_{\text{рез}}} = \frac{F_{\text{рез}}}{l} = b h \gamma = 2000 \text{ Н/м},$$

де $\gamma = \rho g$ – питома вага балки.

За рис. 1 визначаємо розрахункову довжину балки:

$$l_0 = l - (20 + 20) - \frac{l_{\kappa} - l_1}{2} - \frac{l_n - l_1}{2} = 4500 - 40 - \frac{250 - 20}{2} - \frac{380 - 20}{2} \approx 4200 \text{ мм} = 4,2 \text{ м}.$$

Обчислюємо результувальне значення поперечних сил щодо осі, яка проходить через центр балки:

$$F_{\text{рез}} = q_l \frac{l_0}{2} = 2000 \cdot \frac{4,2}{2} = 4200 \text{ Н} = 4,2 \text{ кН.}$$

$$q = P - F_{l_{\text{рез}}} = 600 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3 = 598 \cdot 10^3 \text{ Н/м.}$$

Обчислюємо максимальний згинальний момент:

$$M_{\text{max}} = \frac{598 \cdot 10^3 \cdot 4,2^2}{8} = 1318,9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

На контрольно-коригувальному етапі рішення виконується порівняння розрахункового значення з нормативними згідно з технічними умовами та нормами проектування.

Висновки. Підвищення вимог ринку до рівня фахових знань випускників технічних університетів визначає актуальність проблеми професійної спрямованості курсу фізики. Професійно орієнтоване навчання не претендує на цілковиту повноту. Вибір викладачем тих чи інших методів навчання насамперед має бути спрямований на отримання продуктивного результату. Досвід нашої роботи показав, що одним із засобів, який допомагає досягти цієї мети, є використання професійних міжпредметних завдань. Методи рішення типових професійних завдань дають змогу здобувачеві досягти поставленої мети, а викладачеві побудувати модель навчання фахівця [10].

Для підвищення мотивації вивчення фізики необхідно підсилити міжпредметні зв'язки курсу фізики й спеціальних дисциплін. Професійно орієнтовані задачі сприяють пізнавально-пошуковій діяльності здобувачів, що, як результат, поглиблює знання та розвиває фахові вміння. Так, професійно орієнтовані знання становлять основу професійної компетентності майбутніх фахівців-будівельників. Наші пошуки показали, що впровадження в навчальний процес прикладних завдань фізичного змісту сприяє кращому засвоєнню фізичних знань, закріпленню практичних навичок й умінь з фізики.

Наразі викладачами нашої кафедри формується база професійно спрямованих завдань для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і проводяться подальші дослідження в заданому напрямі.

Література:

1. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти: Наказ Міністерства освіти і науки України від 18.03.21 року. Київ. № 333. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2021/03/19/192-Budivn.ta.tsyvil.inzhener-bakalavr-VO.18.01.pdf>
2. Петруньок Т. Б. Професійно орієнтована підготовка фахівців будівельної галузі у процесі навчання фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна.* Кам'янець-Подільський. 2015. Вип. 21. С. 222–224.
3. Синявський В. В., Сергєєнкова О. П. Психологічний словник / за ред. Н. А. Побірченко. Київ : Науковий світ, 2007. 336 с.
4. Психологія: підручник / Ю. Л. Трофімов та ін. 3-є вид. Київ : Либідь, 2001. 558 с.
5. Бутенко М. П., Качур В. П., Петренко С. В. Психологія : навч. посіб. / за ред. М. П. Дутко. Київ : ЦУЛ, 2017. 332 с.
6. Терьохіна О. Л. Формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі фахової підготовки : монографія. Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. 238 с.
7. Мельник Ю. С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій школі : навч.-метод. посіб. Київ : Педагогічна думка, 2013. 120 с.
8. Зачек І. Р., Лльчук Г. А., Петрусь Р. Ю. Фізика & будівництво: збірник задач: навч. посіб. 4-е вид., зі змінами і допов. Львів : Львівська політехніка, 2021. 84 с.
9. Герасимова К. В., Ткаченко Г. І. Практичні заняття з фізики із залученням демонстрацій у закладах вищої освіти. *Фізико-математична освіта*: наук. журнал. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка. Вип. 4(30), 2021. С. 29–33.

10. Несмашний Є. О., Ткаченко Г. І., Герасимова К. В. Використання чисельних методів моделювання фізичних процесів в закладах вищої освіти. *Вісник Криворізького національного університету*: зб. наук. праць. Кривий Ріг : КНУ. № 48. 2019. С. 88–94.

References:

1. Standart vyshchoyi osvity za spetsialnistyu 192 «Budivnytstvo ta tsyvilna inzheneriya» haluzi znan 19 «Arkhitektura ta budivnytstvo» dlya pershoho (bakalavrs'koho) rivnya vyshchoyi osvity (2021) [Higher education standard for specialty 192 “Construction and civil engineering” branch of knowledge 19 “Architecture and construction” for the first (bachelor) level of higher education]. № 333. Kyiv. [in Ukrainian]
2. Petrunok, T. B. (2015). Profesiyno oriyentovana pidhotovka fakhivtsiv budivel'noyi haluzi u protsesi navchannya fizyky [Professionally oriented training of specialists in the construction industry in the process of studying physics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kam'yanets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya: Pedahohichna*. Kamianets-Podilsk. Issue 21. P. 222–224. [in Ukrainian]
3. Synyavskyy, V. V., & Serhyeyenkova, O. P. (2007) *Psykholohichnyy slovnyk* [Psychological dictionary]. Kyiv: Naukovyy svit. 336 p. [in Ukrainian]
4. Trofimov, Yu. L. (2001). *Psykholohiya* [Psychology]. Kyiv: Lybid. 558 p. [in Ukrainian]
5. Butenko, M. P., Kachur, V. P., & Petrenko, S. V. (2007). *Psykholohiya* [Psychology]. Kyiv: TSUL. 332 p. [in Ukrainian]
6. Terokhina, O. L. (2017). Formuvannya tekhnichnoho myslennya maybutnikh bakalavriv mashynobuduvannya u protsesi fakhovoyi pidhotovky [Formation of technical thinking of future bachelors of mechanical engineering in the process of professional training]. *Zaporizhzhia: ZNTU*. 238 p. [in Ukrainian]
7. Melnyk, Yu. S. (2013). *Zadachi prykladnoho zmistu z fizyky u starshiy shkoli* [Problems of applied content in physics in high school]. Kyiv: Pedahohichna dumka. 120 p. [in Ukrainian]
8. Zachek, I. R., Ilchuk, H. A., & Petrus, R. Yu. (2021). *Fizyka & budivnytstvo* [Physics & construction]. Lviv: Lvivska politekhnika. 84 p. [in Ukrainian]
9. Herasymova, K.V., & Tkachenko, H.I. (2021). *Praktychni zanyattya z fizyky iz zaluchennyam demonstratsiy u zakladakh vyshchoyi osvity* [Practical classes in physics with the involvement of demonstrations in institutions of higher education]. *Fizyko-matematychna osvita*. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka. Issue 4(30). P. 29–33. [in Ukrainian]
10. Nesmashnyy, Ye.O., Tkachenko, H.I., & Herasymova, K.V. (2019). *Vykorystannya chysel'nykh metodiv modelyuvannya fizychnykh protsesiv v zakladakh vyshchoyi osvity* [The use of numerical methods for modeling physical processes in institutions of higher education]. *Visnyk Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu*. Kryvyi Rih: KNU. №. 48. P. 88–94. [in Ukrainian]