

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ НА ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТТЯХ З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ

Інна Віштак¹, <https://orcid.org/0000-0001-5646-4996>, e-mail:innavish322@gmail.com

1. Вінницький національний технічний університет, Вінниця

У статті обґрунтовано необхідність реалізації творчого інженерного мислення у здобувачів вищої освіти при вивченні дисципліни «Теоретична механіка». Наведено приклади проблемних питань та способи їх вирішення за допомогою аналізування запропонованих гіпотез.

Метою статті є обґрунтування наведеної методики використання проблемного навчання на лекційних заняттях з теоретичної механіки з використанням активних методів навчання.

Основною метою вищої освіти є формування у здобувачів компетентностей, які дозволять їм постійно розвиватися і адаптуватися до сучасних вимог в умовах постійного розвитку промисловості. Основний акцент робиться не лише на засвоєнні знань, а й на їх творчому застосуванні, здатності вирішувати нові завдання, аналізувати різні варіанти та досягати оптимальних результатів. Розв'язування інженерних проблем (задач) у форматі ділової гри або ігрового заняття відкриває та розвиває творчість у здобувачів, допомагаючи їм розкрити свій потенціал та розвинути необхідні навички. Цей підхід сприяє виникненню інноваційних ідей і підвищує мотивацію для вирішення складних завдань. В результаті, учасники отримують не лише творчість, але й професійні навички, які є ключовими у роботі. Робота здобувачів на таких заняттях включає в себе ряд дій, які спрямовані на поглиблення знань, закріплення їх у практичних ситуаціях та розвиток особистісних якостей, таких як самостійність, творчість, відповідальність, планування роботи, вміння швидко адаптуватися до змін і вносити корективи в процес роботи. Важливою є також активна участь студентів у цьому процесі, яка сприяє їхньому інтелектуальному зростанню та розвитку.

Проблемне навчання – це методика в освіті, що активно залучає студентів до пошуку, аналізу та розв'язання реальних проблем або ситуацій, які виникають у контексті вивчення конкретної теми чи дисципліни. Основні аспекти проблемного навчання включають:

- активну участь студентів – у проблемному навчанні студенти виступають як активні учасники навчального процесу. Вони спрямовані на самостійне вивчення матеріалу, вирішення проблемних завдань та спільну дискусію;

- стимулювання критичного мислення – сприяє розвитку критичного мислення у студентів. Вони навчаються аналізувати інформацію, висувати гіпотези, розв'язувати проблеми та аргументувати свої думки;

- колаборативне навчання – де часто використовуються групові проекти або завдання, що сприяє розвитку комунікативних навичок, співпраці та взаємодопомоги між студентами;

- інтердисциплінарний підхід – може охоплювати різні аспекти з різних дисциплін, що дозволяє студентам розглядати проблему з різних точок зору та застосовувати знання з різних областей;

- розвиток самостійності та ініціативи – цей метод навчання стимулює самостійність та ініціативу студентів. Вони навчаються самостійно знаходити інформацію, формулювати запитання та шукати власні шляхи розв'язання проблем;

- застосування навичок у реальному житті – сприяє розвитку навичок, які можна застосувати у реальних життєвих ситуаціях. Воно допомагає студентам розуміти, як їхні знання можуть бути корисними у практичній діяльності.

Ці аспекти дозволяють проблемному навчанню бути ефективним методом навчання, що сприяє глибокому засвоєнню матеріалу та розвитку ключових компетенцій у студентів.

Ключові слова: проблемне навчання, теоретична механіка, активні методи, мислення, аналіз.

Постановка проблеми. В процесі формування інженерного мислення використання проблемного навчання з дисципліни «Теоретична механіка» у здобувачів вищої освіти повинна формувати здатність:

- розпізнавати об'єкти, властивості фізичних явищ;
- практично відтворювати інформацію, операції та дії;
- вміти застосовувати продуктивну діяльність за попередньо створеним алгоритмом на обмеженій кількості об'єктів.

- вміти застосовувати продуктивну творчу діяльність за самостійно розробленими алгоритмами на обмеженій кількості об'єктів, оскільки здобуті знання та навички формують його як фахівця та визначають його успіх у майбутньому.

Отже, здобувач повинен не лише вивчати теорію, але і активно застосовувати її, а також бути готовим до розв'язання нових завдань і пошуку креативних інженерних рішень (Казак, 2018; Kukhar, Anishchenko, Vishtak, 2022; Petrov, Slabkyi, Vishtak, Kozlov, 2020; Федотов, Віштак, Молодецька, 2017).

Метою статті є обґрунтування наведеної методики використання проблемного навчання на лекційних заняттях з теоретичної механіки з використанням активних методів навчання.

Виклад основного матеріалу. Процес формування інженерного мислення в здобувачів вищої освіти розпочинається вже з перших курсів і реалізується за рахунок чотирьох основних методів: пояснювально-ілюстративного; репродуктивного; частково-пошукового; винахідницького.

Ці методи відповідають чотирьом рівням пізнавальної активності людини:

1) розпізнання та виявлення – на цьому рівні здобувач просто визначає об'єкти та їхні властивості без подальшого застосування;

2) відтворення та запам'ятовування – здобувач відтворює інформацію чи дії без створення чогось нового або застосування їх у нових ситуаціях;

3) продуктивна діяльність за алгоритмом – здобувач застосовує попередньо вивчені методи чи алгоритми на обмеженому числі об'єктів, виконуючи дії за визначеною процедурою;

4) продуктивна творча діяльність – передбачає самостійне створення нових алгоритмів або методів для розв'язання проблем на безмежній кількості об'єктів.

У вивченні теоретичної механіки, як основи природничих наук, найбільш перспективними виявляються продуктивні методи інженерної творчості. Професор Мінаков А. П. підкреслював важливість використання продуктивних методів навчання, наголошуючи на тому, що головна мета – це не лише передача знань, але й підготовка здобувачів до реальної інженерної практики (Федотов, Віштак, 2016).

Творче інженерне мислення у здобувачів реалізувалося на заняттях у вигляді проблемного навчання, ділових ігор та ігрових занять, творчих задач, використання при самостійній роботі методів отриманих при вивченні дисципліни «Інформатика».

Розв'язання творчих інженерних завдань у формі ділової гри або ігрового заняття сприяє розвитку творчих здібностей та висуванню індивідуального творчого потенціалу здобувачів. Ці методи допомагають формувати професійні вміння та навички, однак їхня тривалість, що може сягати шести годин, стає перешкодою при використанні в умовах обмеженого часу на вивчення теоретичної механіки. Тому викладачі в основному вдаються до використання творчих завдань, таких як «сніжний ком», проблемні ситуації та запитання, які сприяють ефективному навчанню (Федотов, Грушко, 2015). Зокрема, під час вивчення закону збереження кінетичного моменту тіла, може бути розглянута проблема визначення положення тіла у просторі, що впливає з теореми про зміну головного моменту кількості руху механічної системи.

Проблемне запитання: яким чином можна визначити положення тіла (човна) на морі?

Здобувачі, за активної участі викладача, пропонують декілька гіпотез (варіантів) розв'язання проблеми:

На узбережжі в темну пору доби для попередження катастрофи та визначення положення човна запалювали сигнальне вогнище (рис. 1). Але в негоду такий метод використовувати було неможливо, тому подальший розвиток техніки привів до ідеї створення маяка (рис. 2). Такий пристрій працював на березі в любую негоду, але тільки в нічний час. Було побудовано сотні маяків, які мали різні відмінні режими роботи, що дозволяло легко визначити, де відносно берега знаходиться човен.

Проблемне запитання: можливо визначити координати (положення) тіла у відкритому морі?

З давних часів люди використовували візуальні орієнтири, такі як Сонце, для визначення положення об'єктів, зокрема, човна. У середні віки в Китаї був винайдений компас, який базувався на магнетизмі Землі. У Халіфаті того часу були розроблені й інші пристрої для навігації, наразі – секстант (рис. 3), засновані на положенні зірок (Нестеренко, Сапегін, 2022).

Недолік цих приладів полягав у наступному: під час знаходження металевого човна в відкритому океані, коли небо вкрито хмарами, за відсутності основного тіла, з яким зв'язується система координат, для орієнтації човна вказані методи орієнтації в просторі використати було неможливо.

Отже, знову маємо ще одну *проблемну ситуацію*: визначити положення човна у відкритому морі при хмарній погоді або при русі підводного човна існуючими методами візуальної орієнтації та магнітним компасом неможливо.

Відомо, що використання нарізної зброї значно підвищило дальність та точність стрільби. Цей ефект досягається завдяки наданню кулі обертання навколо вісі зі значною кутовою швидкістю.

Земля, що обертається навколо своєї вісі, майже не змінює орієнтацію вісі обертання по відношенню до напрямку на нерухомі зірки, в результаті чого й відбувається зміна пори року в північній та південній півкулях. Подібну тенденцію зберігає стосовно напрямку своєї вісі й дзига, що швидко обертається (рис. 4).



Рисунок 1 – Сигнальне вогнище на морському узбережжі



Рисунок 2 – Морський маяк

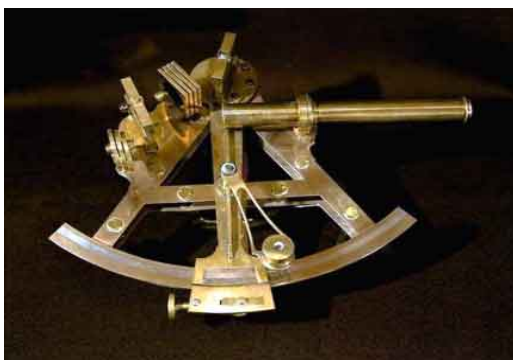


Рисунок 3 – Секстант для визначення координат човнів у відкритому морі

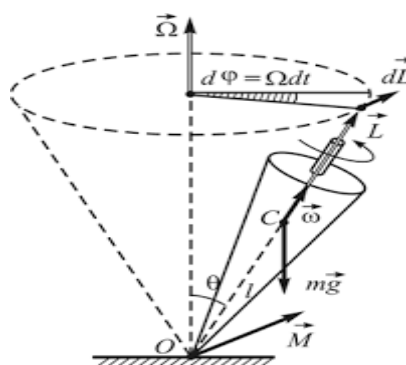


Рисунок 4 – Вовчок

Проблемне питання: чому при наявності обертання тіл (кулі, небесних тіл, вовчок тощо) вони зберігають постійний напрям осі обертання?

Видатний вчений Л. Єйлер, а після нього Ж. Л. Лагранж, С. Д. Пуассон та інші вчені створили теорію руху абсолютно твердого тіла та пояснили деякі властивості обертання тіла математичними методами (Павловський, 2002; Кузьо, Зінько, Ванькович, Векерик, Цідило, Левчук, Тіщенко, Шпачук, Бурлака, 2017).

Згідно теореми про зміну кінетичного моменту \bar{K}_0 , похідна за часом від кінетичного моменту механічної системи відносно будь-якого нерухомого центра 0 дорівнює сумі моментів усіх зовнішніх сил системи відносно того ж центра:

$$\frac{d\bar{K}_0}{dt} = \sum_{i=1}^n \bar{M}_0(\bar{F}_i^e),$$

або в проекціях на осі:

$$\frac{dK_x}{dt} = \sum_{i=1}^n M_x(\bar{F}_i^e); \quad \frac{dK_y}{dt} = \sum_{i=1}^n M_y(\bar{F}_i^e); \quad \frac{dK_z}{dt} = \sum_{i=1}^n M_z(\bar{F}_i^e),$$

або похідна від кінетичного моменту системи за часом відносно будь-якої нерухомої осі дорівнює головному моменту зовнішніх сил, які діють на систему відносно тієї ж осі.

Закон збереження головного моменту кількості руху.

1. Якщо сума моментів відносно даного центра всіх прикладених до системи зовнішніх сил дорівнює нулю.

2.
$$\bar{M}_0^e = 0, \text{ то } K_0 = \text{const.} \quad (1)$$

3. Якщо
$$\sum_{i=1}^n M_z(\bar{F}_i^e) = 0,$$
 то головний момент кількості руху системи

відносно цієї осі буде величиною постійною $\bar{K}_z = \text{const.}$

У відповідності з законом про збереження головного моменту кількості руху (1) відносно точки 0, був створений гіроскоп (ротор, що швидко обертається навколо осі X; $\omega = 2000 \dots 20000 \text{ с}^{-1}$) в кардановому підвісі (рис. 5), який Ж. Фуко демонстрував у Парижській Академії наук. Вісь X (рис. 5) не змінювала своєї орієнтації незалежно від переміщення корпусу карданового підвісу. Спроби використати винахід Ж. Фуко в техніці (гіроскопічний компас) довгий час не вдавалося. Лише в кінці позаминулого століття лейтенант італійського морського флоту Л. Обрі побудував гіроскопічний прилад для керування рулями морської торпеди. Але тільки на початку минулого століття Е. А. Сперрі створив задовільний гірокомпас, а також авіагоризонт (рис. 6) для горизонтального напрямку руху на літаках та гіровертикаль який з достатньою для горизонтального напрямку на літаках та гіровертикаль точністю показував крен та тангаж літака при русі в суцільній хмарності, гіроазимут для вказання незмінного напрямку в горизонтальній площині.

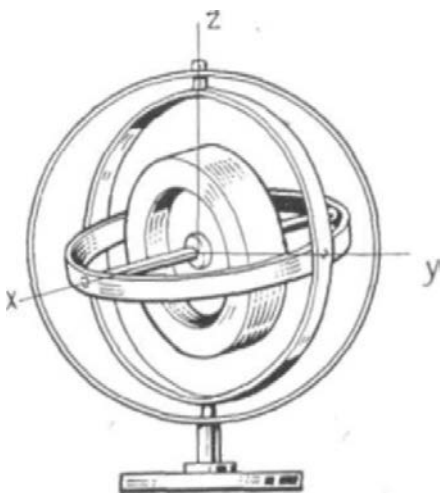


Рисунок 5 – Гіроскоп в кардановому підвісі

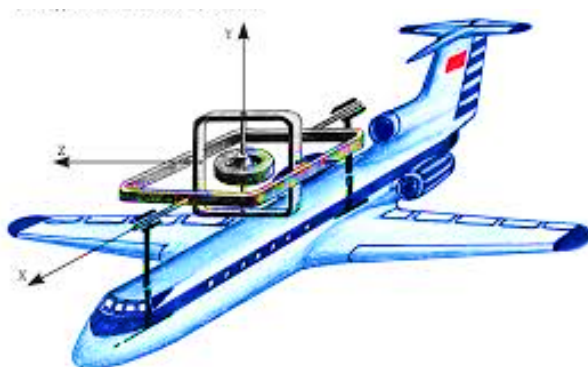


Рисунок 6 – Гірогоризонт на літаку

Для стабілізації гармат у сучасних танках їх встановлюють на гіроплатформах, тому, незалежно від руху корпусу танка (рис. 7), приціл гармати завжди направлений на вибрану ціль.



Рисунок 7 – Танк з гарматою на гіроплатформі

Гіротахометр знайшов використання в системі стабілізації штучних супутників Землі та Місяця. На основі гіроскопів створені навігаційні системи для ракетної техніки (космічні, військові балістичні та крилаті ракети) та космічних польотів. Навігаційні системи, що були розроблені під керівництвом академіка В. Раушенбаха, мають надзвичайну точність: так балістичні ракети через 6 000 км польоту попадають в задану (ціль) площину моря діаметром 10 м².

За допомогою гіроскопічних приладів визначають положення надводних і підводних човнів та їх швидкість, прискорення без звертання до зовнішніх орієнтирів. Гіроскопи використовуються також при прокладанні тунелів, визначення форми бурових свердловин тощо.

Отже, під час лекції викладачу потрібно проводити аналіз запропонованих гіпотез разом зі здобувачами та вибирати основну гіпотезу. Цей етап дозволяє моделювати процес пізнання та обговорення перспективних методів пошуку розв'язків. Під час активної взаємодії викладача зі студентами робиться висновок, що для орієнтації об'єкта можна використовувати гіроскоп, який працює на основі закону збереження кінетичного моменту відносно центру. Цей висновок викладач має змогу ілюструвати за допомогою макету астатичного гіроскопа.

Висновки та перспективи подальших наукових досліджень. Використання методів активного навчання допомагає студентам формувати професійну компетентність, розвивати навички наукової роботи та стимулює їхню розумову продуктивність. Варто зауважити, що лише близько 20% студентів активно займаються вирішенням поставлених завдань. Викладачі на прикладі відомих вчених, таких як Д. Бруно, М. Копернік, Г. Галілео, І. Ньютон та інші, повинні постійно наголошувати, що для досягнення успіху в науці та професійній діяльності потрібно трохи таланту, а решта – це наполеглива праця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Kukhar, V. V., Anishchenko, O. S., & Vishtak, I. V. (2022). *Simulation Facets in Theory and Technology of Superplastic Forming*. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing. Dodo Books Indian Ocean Ltd. And OmniScriptum S.R.L Publishing group. ISBN: 978-620-5-51152-7p.
- Petrov, O., Slabkyi, A., Vishtak, I., & Kozlov, L. (2020). *Mathematical Modeling of the Operating Process in LS Hydraulic Drive Using MatLab GUI Tools*. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 52–62.
- Казак, І. О. (2018). *Теорія і методика викладання в вищій школі. Практикум з навчальної дисципліни: навчальний посібник*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- Кузьо, І. В., Зінько, Я. А., Ванькович, Н. М., Векерик, В. І., Цідило, І. В., Левчук, К. Г., Тіщенко, Л. М., Шпачук, В. П., & Бурлака, В. В. (2017). *Теоретична механіка: підручник*. Харків: «Фоліо».
- Нестеренко, О. І., & Сапегін, О. М. (2022). *Гіроскопічні і навігаційні прилади. Лабораторний практикум: навчальний посібник*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- Павловський, М. А. (2002). *Теоретична механіка: підручник*. Київ: Техніка.

- Федотов, В. О., & Віштак, І. В. (2016). Використання активних методів навчання при вивченні теоретичної механіки. Матеріали міжнародної Інтернет конференції. (С. 116-118.). Вінниця: «Нілан -ЛТД».
- Федотов, В. О., Віштак, І. В., & Молодецька, Т. І. (2017). Теоретична та прикладна механіка. (Технічна механіка) Самостійна та індивідуальна робота студентів. Частина 1: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ.
- Федотов, В. О., & Грушко, О. В. (2015) Використання оригінальних задач в курсі теоретичної механіки для підготовки студентів до наукової роботи. Матеріали міжнародної Інтернет конференції. (С. 16-18.). Вінниця: «Нілан -ЛТД».

REFERENCES

- Fedotov, V.O., Grushko, O. V. (2015). Vykorystaniy oryghinalnyh zadach v rursi teoretychnoi mechaniky dlia pidgotovky studentiv do naukovoї roboty [The use of original problems in the course of theoretical mechanics to prepare students for scientific work]. Materialy mignarodnoi Internet konferencii. (s. 16-18). Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Fedotov, V.O., & Vishtak, I. V. (2016). Vykorystaniy aktyvnyh metodiv navchannia pry vyvcheni teoretychnoi mechaniky [Use of active learning methods when studying theoretical mechanics]. Materialy mignarodnoi Internet konferencii. (s. 116-118). Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Fedotov, V. O., Vishtak, I. V., Molodetska, T. I. (2017). Teoretychna ta prykladna mechanika. (Technichna mechanika). Samostiyna ta indyvidualna robota studentiv. Chastyna 1 [Theoretical and applied mechanics. (Technical Mechanics) Independent and individual work of students. Part 1]: tutorial. Vinnytsia: VNTU. [in Ukrainian].
- Kazak, I. O. (2018). Teoria I metoduка vykladannia v vyshchii shkoli. Praktykum z navchalnoi dyscypliny. [Theory and teaching methods in higher education. Workshop on educational discipline]: navchalnyi posibnyk. Kyiv: KPI im. Igoria Sikorskogo. [in Ukrainian].
- Kukhar, V. V., Anishchenko, O. S., Vishtak, I. V (2022). Simulation Facets in Theory and Technology of Superplastic Forming. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing. Dodo Books Indian Ocean Ltd. And OmniScriptum S.R.L Publishing group. ISBN: 978-620-5-51152-7p. [in English].
- Kuzio, I. V., Zinko, Ya. A., Vankovych, N. M., Vekeryk, V. I., Tsidylo, I. V., Levchuk, K. G., Tishchenko, L. M., Shpachuk, V. P., Burlaka, V. V. (2017). Teoretychna mechanika [Theoretical mechanics]: textbook. Kharkiv: «Folio». [in Ukrainian].
- Nesterenko, O. I., Sapegin, O. M. (2022). Giroskopichni I navigaciini prylady. Laboratornyi praktykum [Gyroscopic and navigation devices. Laboratory practice]: navchalnyi posibnyk. Kyiv: KPI im. Igoria Sikorskogo. [in Ukrainian].
- Pavlovskiy, M. A. (2002). Teoretychna mechanika [Theoretical mechanics]: textbook. Kyiv: Tecnical. [in Ukrainian].
- Petrov, O., Slabkyi, A., Vishtak, I., Kozlov, L. (2020). Mathematical Modeling of the Operating Process in LS Hydraulic Drive Using MatLab GUI Tools. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 52–62. [in English].

Інна Віштак – к. техн. н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: innavish322@gmail.com

METHODS OF USING PROBLEM-BASED LEARNING IN THEORETICAL MECHANICS LECTURES

Inna Vishtak – Candidate of Sc. (Technical), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: innavish322@gmail.com

The article substantiates the need for the implementation of creative engineering thinking in students of higher education when studying the discipline "Theoretical Mechanics". Examples of problematic issues and methods of solving them using the analysis of the proposed hypotheses are given.

The purpose of the article is to justify the given method of using problem-based learning in lecture classes on theoretical mechanics using active learning methods.

The main goal of higher education is the formation of competences in learners, which will allow them to constantly develop and adapt to modern requirements in the conditions of constant development of industry. The main emphasis is placed not only on the assimilation of knowledge, but also on its creative application, the ability to solve new tasks, analyze different options and achieve optimal results. Solving creative engineering problems in the style of a business game or a game session reveals and reveals creative skills and abilities, significantly increases the individual creative potential of most of the applicants and contributes to the formation of professional production skills. The work of students in such classes includes a number of actions aimed at deepening knowledge, consolidating it in practical situations and developing personal qualities, such as independence, creativity, responsibility, work planning, the ability to quickly adapt to changes and make adjustments in the work process. Active participation of students in this process is also important, which contributes to their intellectual growth and development.

Problem-based learning is a method in education that actively involves students in finding, analyzing and solving real problems or situations that arise in the context of studying a specific topic or discipline. The main aspects of problem-based learning include:

- active participation of students – in problem-based learning, students act as active participants in the educational process. They are aimed at independent study of the material, problem solving and joint discussion.

- stimulation of critical thinking – promotes the development of critical thinking in students. They learn to analyze information, make hypotheses, solve problems and argue their opinions.

- collaborative learning – where group projects or tasks are often used, which promotes the development of communication skills, cooperation and mutual assistance between students.

- interdisciplinary approach – can cover different aspects from different disciplines, which allows students to consider the problem from different points of view and apply knowledge from different areas.

- development of independence and initiative – this teaching method stimulates independence and initiative of students. They learn to independently find information, formulate questions and find their own ways to solve problems.

- application of skills in real life – promotes the development of skills that can be applied in real life situations. It helps students understand how their knowledge can be useful in practical activities.

These aspects allow problem-based learning to be an effective learning method that promotes deep learning of the material and development of key competencies in students.

Keywords: problem-based learning, theoretical mechanics, active methods, thinking, analysis.

Дата надходження статті до редакції: 22 жовтня 2023 р.