

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ**

Веретільник Т. І., *к.т.н., професор кафедри механіки, поліграфічних машин і технологій,*
Мисник Л. Д., *к.т.н., доцент кафедри механіки, поліграфічних машин і технологій,*
Шеховцов Б. А., *к.т.н., доцент кафедри механіки, поліграфічних машин і технологій*
Черкаський державний технологічний університет,
бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

Анотація. *Стаття присвячена створенню гнучкої методики проведення практичних занять з теоретичної механіки у вищих навчальних закладах. Методика, яка сприятиме розвитку у студентів інженерної інтуїції, допоможе викликати зацікавленість у вивченні дисципліни, заохотить студентів проявляти ініціативу в вирішенні задач та дозволить якісно і ефективно проводити заняття.*

Досліджено питання ефективного проведення практичних занять з теоретичної механіки, дано поради щодо підбору задач для розгляду на практичних заняттях та виділено етапи і послідовність їх розв'язку, а також інші моменти, вирішення яких дозволить якісно і ефективно проводити заняття.

Ключові слова: *методика навчання, практичні заняття, теоретична механіка, теоретичні знання, індивідуальні завдання, контроль знань, задача динаміки.*

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ASPECTS
OF PRACTICAL TRAINING TECHNIQUE ON THEORETICAL MECHANICS**

Veretilnyk T. I., *Ph.D., professor of the department of mechanics, printing machines and technologies,*
Mysnyk L. D., *Ph.D., senior lecturer of the department of mechanics, printing machines and technologies,*
Shekhovtsov B. A., *Ph.D., senior lecturer of the department of mechanics, printing machines and technologies*
Cherkasy State Technological University,
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

Abstract. *The article is devoted to a flexible training technique on theoretical mechanics for higher educational establishments. This technique helps to develop students' engineer intuition, besides, it will help to stimulate students' interest in studying the course, and to encourage them to solve the tasks. That will make classes in theoretical mechanics more effective.*

The problem of more effective training on theoretical mechanics is studied. The tasks and phases to solve them are distinguished. There are also other aspects, important for effective practical classes, are studied.

Keywords: *teaching methods, training, theoretical mechanics, theoretical knowledge, individual knowledge, knowledge control, dynamics task.*

Вступ. Академік Крилов О. М. так визначив завдання вищої школи: «Школа не може дати цілком завершені знання, головне завдання школи – дати загальний розвиток, дати необхідні навички, одним словом... Головне завдання школи – навчити вчитися. І для того, хто в школі навчиться вчитися, практична діяльність все життя буде найкращою школою» [1].

На вирішення такого завдання націлені всі види занять у вищому навчальному закладі

(ВНЗ) і, зокрема, практичні заняття з теоретичної механіки.

Завдання, які потрібно вирішувати на практичних заняттях з теоретичної механіки, є такими:

- закріплювати теоретичний матеріал і розвивати у студентів навички у застосуванні теоретичних знань до вирішення технічних завдань;

- розвивати у студентів вміння аналізувати задачу, виділяти основні причини, які ви-

значають рівновагу чи рух системи, нехтувати другорядними причинами;

- сприяти розвитку у студентів інженерної інтуїції;

- прищепити студентам перші навички розрахунків, навчити правильно, логічно обґрунтовано і ясно вести записи, обчислення;

- сприяти розвиткові в студентів навичок у застосуванні методів вищої математики до вирішення технічних завдань.

Успішному вирішенню поставлених завдань сприятимуть заняття, які проходять жваво, з активною участю студентів, викликають зацікавленість та заохочують студентів проявляти ініціативу у вирішенні задач [2, 3].

Метою роботи є створення гнучкої методики проведення практичних занять з теоретичної механіки, яка дозволить враховувати конкретні умови роботи, а саме: наявність часу, ступінь підготовленості групи, який розділ дисципліни вивчається та яка конкретно поставлена задача, методики, що дозволить будувати заняття таким чином, щоб сприяти максимальному розвитку ініціативи та самостійності студентів.

Методика проведення практичних занять. Для побудови оптимальної методики проведення практичних занять з теоретичної механіки необхідно керуватися словами Жуковського М. Е., який зазначав, що при вивченні теоретичної механіки «...розум тих, хто вивчає, часто схильний до формального розуміння...». Для уникнення цього Жуковський радить: «Геометричне тлумачення, перевага геометричного доведення над аналітичним завжди приносить користь». Це особливо справедливо в умовах технічного ВНЗ. Наочності у викладанні теоретичної механіки на лекціях і практичних заняттях повинна надаватися особлива увага.

У цій статті ми зупинимося на методиці проведення занять з теоретичної механіки (статики і динаміки), не торкаючись розгляду занять з кінематики. Кінематика, за висловом Жуковського, є «геометрія чотирьох вимірювань», і тому проведення практичних занять з кінематики майже не натрапляє на специфічні, властиві теоретичній механіці труднощі і мало чим відрізняється від занять з математики.

Етапи розв'язування задач. При розв'язуванні задач теоретичної механіки (особливо динаміки) можна виділити два етапи, по суті, два завдання:

- аналіз поставленого технічного завдання, встановлення системи сил, початкових умов та інших чинників, далі відшукування потрібної теореми чи закону за допомогою яких задача може бути вирішена, і потім математичне формулювання поставленої задачі (наприклад, отримання диференціального рівняння руху точки чи системи);

- розв'язування сформульованої математичної задачі.

Таким чином, якщо студент має хорошу математичну підготовку, то основну увагу на практичних заняттях з теоретичної механіки необхідно приділяти першому етапу. Це частково пояснюється тим, що часто розв'язування задач механіки приводить до таких математичних завдань, які об'єктивно (а не суб'єктивно) важкі.

Взаємозв'язок теорії та практики. Застосовуючи теоретичні знання до розв'язування технічних завдань, студенти часто припускаються низки типових помилок, на уникнення яких має звертати увагу викладач, який проводить практичні заняття. Помилки ці є наслідком формального засвоєння багатьма студентами теоретичних положень механіки, що призводить до неспроможності досягнути сутності теорії в цілому.

Так, наприклад, основним поняттям механіки є сила, система сил, і хоча студенти знайомляться з ним за кілька років до вивчення теоретичної механіки і, здавалося б, вони повинні вже вільно оперувати цим поняттям, практично виявляється, що саме в цьому питанні при розв'язуванні задач часто виникають непорозуміння і плутанина. Тривале формальне уявлення про силу як про векторну величину, що зображується стрілкою, призводить до того, що студент перестає відчувати необхідність бачити те тіло, результатом дії якого на дане тіло є ця сила. Звикаючи формально розкладати силу-вектор на складові, студенти забувають про фізичну суть такого розкладання, а саме: цю силу, що представляє, наприклад, натяг гнучкого зв'язку, замінюють дією кількох натягнутих гнучких зв'язків. Формалізм призводить до того, що при розв'язуванні задачі студенти починають бачити силу там, де її немає, і пропускають сили, що дійсно діють на тіло.

Приклад такої помилки можна спостерігати при розгляді такої простої задачі: тілу надана початкова швидкість v_0 , і воно починає підніматися вгору, ковзаючи по шорсткій

похилій площині, нахилений під кутом α до горизонту. Визначити закон руху тіла.

Зазвичай задачу починають розв'язувати з установлення системи сил, що діють на тіло. Це будуть: сила ваги, сила тертя і нормальна реакція опорної поверхні. Та обов'язково хтось із студентів висловить припущення, що, оскільки тіло піднімається, то буде ще сила, яка штовхає його вгору, і зобразить її стрілкою, направленою вгору паралельно площині. Для пояснення подібних помилок від викладача вимагається особлива ясність і наочність тлумачень, тому що помилка ця принципова і пов'язана з неясними уявленнями основ механіки.

До причин, що призводять студента до подібного роду помилок, можна віднести також формальне, не вдумливе користування принципом далекодії. Так, наприклад, сила ваги тіла є наслідком дії маси Землі, але виникає вона не в результаті безпосереднього дотику Землі й тіла (як виникають сили тиску, натягу, пружності та ін.), а в результаті дії Землі на відстані (далекодія). У цьому, до речі, полягає особливість сили ваги порівняно з іншими силами. Студенти звикають зображати силу ваги у вигляді стрілки, направленої вниз, без зображення того тіла (Землі), результатом дії якого ця сила є. Тому у деякого з них виникає переконання, що сила ваги – це дещо, властиве самій природі тіла, незалежно від дії інших тіл.

Таким чином, виникають всякого роду уявні сили. Тому потрібно з перших же практичних занять пояснити студентам, що сила може виникати лише у взаємодії тіл, і при розв'язуванні задач вимагати чіткого уявлення про діючу в завданні систему сил. Це тим більш необхідно, бо згодом при розв'язуванні задач за допомогою принципу Даламбера доведеться користуватись фіктивними (у відомому сенсі) силами – силами інерції, які можуть внести і дійсно вносять додаткову плутанину до свідомості студентів, якщо там до цього не було ясного і чіткого уявлення про сили. Довести до повної ясності подібні питання можна лише на практичних заняттях.

Можна вказати цілу низку питань зі статички та динаміки, при розгляді яких студенти найчастіше допускають помилки.

У статистиці, наприклад, студенти плутаються при застосуванні до практичних задач закону рівності сил дії та протидії, відчувають складність у розумінні реакції защемлення,

недостатньо ефективно використовують різні форми рівнянь рівноваги, помиляються у класифікації статично визначуваних та статично невизначуваних завдань, допускають принципові помилки при розгляді рівноваги складених конструкцій, значно важче засвоюють статику в просторі порівняно зі статикою на площині. При розгляді задач динаміки потрібно пам'ятати, що студенти гірше розуміють динамічний прояв сили порівняно зі статичним. Труднощі виникають при виборі ефективного методу розв'язку задач динаміки за допомогою тієї чи іншої теореми чи принципу. Цьому питанню необхідно приділити на практичних заняттях найпильнішу увагу.

Для кращого розуміння студентами основних понять та принципів механіки, потрібно частіше користуватись визначеннями, прикладами класиків (Галілей, Гюйгенс, Ньютон, Даламбер, Лагранж та ін.), які в своїх творах, відкриваючи закони або формулюючи принципи, докладно і детально пояснювали їх, прагнучи наочності та переконливості, що відрізняє їх твори від сучасних курсів теоретичної механіки, які часто є короткими і лаконічними. Лорд Кельвін говорив, наприклад, що лекції з механіки він ясно почав читати лише тоді, коли поклав в їх основу «Математичні начала натуральної філософії» Ньютона.

Підбір задач. Готуючись до занять, необхідно особливу увагу звертати на підбір задач та завдань. Задачі бажано підбирати близькі до техніки, будівельної техніки, в яких не було б громіздких математичних розрахунків, що затіняють фізичний зміст задачі. З цих же міркувань розв'язок задач в аудиторії бажано отримувати в загальному вигляді, а потім, при потребі, проводити числові розрахунки. Розв'язок, отриманий в загальному вигляді, дозволяє краще зрозуміти фізичний зміст задачі, а також залежність результатів розв'язку від параметрів, які характеризують стан механічної системи. У випадках, коли розв'язок доводиться до отримання числових результатів, студенти часто роблять помилки саме в математичних розрахунках, проводячи їх громіздко і нерационально, тому необхідно звертати на це увагу та навчати студентів швидким розрахункам з достатнім ступенем точності.

Основні акценти проведення практичного заняття:

- Вирішальну роль при виборі тієї чи іншої методики проведення практичних занять

та підбору задач відіграє час, відведений на заняття. Якщо час вельми обмежений або його просто мало, то зростає вага пояснень задачі викладачем біля дошки і скорочується частка самостійного розв'язання завдань студентами.

При тому обмеженому часі, який надається учбовими планами на вивчення теоретичної механіки, можна рекомендувати як достатньо перевірений такий порядок проведення практичного заняття:

- повідомлення теми заняття і коротка перевірка теоретичних знань студентів з даної теми (основні поняття, визначення, закони та теореми);

- постановка задачі з одночасним виконанням викладачем креслення на дошці; при потребі додаткові пояснення по суті задачі;

- самостійне розв'язання студентами задачі.

- Якщо більшість студентів відчувають труднощі при вирішенні задачі, викладач може ставити питання, які спрямують їх на прийняття правильного рішення, а також можна дещо змінити умову задачі, спростивши її. Під час розв'язання викладачу необхідно контролювати процес, приділяючи увагу «слабким» студентам. Якщо виявиться, що багато студентів роблять одну й ту ж помилку, то викладач повинен наголосити на ній та пояснити її сутність, попередньо попросивши про це одного зі студентів. Перш ніж пояснювати такі помилки, викладач має ясно уявити собі хід роздумів студента, що призвів його до помилкових висновків.

Якщо пояснення викладача з якогонебудь питання виявляються для студентів неясними, то не варто повторно вдаватися до цього пояснення, а треба підійти до висвітлення питання з другого боку, спростити постановку питання, знайти аналогію та ін.

- Коли більшості студентів зрозумілий принциповий хід розв'язання задачі, а дехто вже закінчує вирішення, то потрібно викликати до дошки одного зі студентів, який швидко представить розв'язок; іноді це може зробити сам викладач.

У процесі розв'язання задачі необхідно контролювати, щоб розрахунки велися за певною системою, щоб за записами можна було простежити логіку вирішення.

При розв'язуванні задач практикується і є доцільним ставити додаткові питання, які не поставлено в умові задачі. Це допомагає всебічно розглянути її фізичну сутність. Доціль-

но також з'ясувати вплив на знайдене рішення зміни параметрів, які характеризують механічний стан системи.

Індивідуальні завдання для студентів. При вивченні теоретичної механіки кожний студент протягом семестру виконує індивідуальну розрахунково-графічну роботу. Оскільки кожному студенту дається окреме завдання, то їх виконання відіграє виняткову роль в опануванні студентами навиків самостійної роботи та набуття першого досвіду проведення обчислень, близьких до майбутніх інженерних розрахунків. Бажано розширювати «коло питань», які розглядаються в індивідуальних завданнях, і розробити методичні вказівки про порядок виконання індивідуальних завдань.

Контроль знань. Основною формою контролю за роботою студентів на практичних заняттях є перевірка виконання індивідуальних завдань та проведення в аудиторіях контрольних робіт. Такі контрольні роботи проводяться по кожному модулю і включають, як правило, дві задачі та невелике теоретичне питання. Контроль також може здійснюватися і перевіркою завдань, які студенти виконують поза аудиторією.

Має сенс на початку семестру вказувати перелік завдань, які студенти можуть самостійно вирішувати протягом семестру, обов'язкових для розв'язання всіма студентами.

Проводячи заняття, викладач повинен звертати увагу на сильних студентів, залучаючи їх до поглибленого вивчення предмета. Таким студентам потрібно рекомендувати для читання додаткову літературу та пропонувати для розв'язання складніші задачі, залучати до роботи в науково-технічних студентських гуртках, участі в олімпіадах.

Наочна допомога. Варто використовувати при проведенні практичних занять наочну допомогу, особливо моделі механізмів (еліптичні колеса, пару обертань та ін.), оскільки студентам зазвичай важко відтворити в уяві той чи інший вид руху, зокрема, наприклад, у них завжди викликає сумнів і подив можливість передачі обертання за допомогою еліптичних зубчастих коліс.

Висновок. З метою отримання найбільшого ефекту при вивченні дисципліни потрібно встановити правильне співвідношення між годинами, відведеними на читання лекцій та проведення практичних занять. Для теоретичної механіки оптимальним є співвідношення 1:1.

Доцільно для якісного засвоєння теоретичної механіки та надання студентам можливості краще планувати свій час, свою самостійну роботу розробляти та доводити до відома академічних груп календарні плани проходження дисципліни. В цих планах має бути вказано, які і коли будуть видані студентам індивідуальні завдання, які та в який час проводитимуться контрольні роботи та тестування. Маючи перспективний план вивчення предмета, студенти зможуть ретельніше готуватись до практичних занять, тестувань та вчасно виконувати індивідуальні завдання. Викладач, працюючи за планом, регулярно проводить контроль знань студентів, що приводить до збільшення у них інтересу до навчання, посилення стимулів. Регулярний контроль, своєчасна допомога і вплив перетворюється у реальне покращення успішності студентів, веде до підвищення результатів навчання.

Список літератури

1. Крылов А. Н. Задачи и методы преподавания математики в высшей технической школе / А. Н. Крылов. – М. : Ин-т заочн. техн. образ., 1930. – 27 с.
2. Євдокімов О. В. Нові педагогічні технології організації навчання студентів / О. В. Євдокімов. – Х. : Высшая школа, 1997. – 250 с.
3. Теоретическая механика : сб. науч.-метод. статей / [под ред. акад. МАН ВШ Ю. Г. Мартыненко]. – Вып. 26. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 2006. – 180 с.
4. Веретільник Т. І. Конспект лекцій з теоретичної механіки для студентів механічних,

будівельних та приладобудівних спеціальностей. Ч. 3. Динаміка / Т. І. Веретільник, Л. Д. Мисник. – Черкаси : ЧДТУ, 2012. – 124 с.

5. Веретільник Т. І. Конспект лекцій з теоретичної механіки для студентів механічних, будівельних та приладобудівних спеціальностей. Ч. 1. Статика / Веретільник Т. І., Шеховцов Б. А., Мисник Л. Д. – Черкаси : ЧДТУ, 2007. – 76 с.

References

1. Krylov, A. N. (1930) Objectives and methods of mathematics teaching in higher technical school. Moscow: Institute of correspondence technical education, 27 p. [in Russian].
2. Evdokimov, O. V. (1997) New pedagogical techniques of students teaching. Kharkiv: Vyshchaya shkola, 250 p. [in Ukrainian].
3. Theoretical mechanics (2006): collection of scientific and methodical articles, (26). In: academician of MAS HS Yu. G. Martynenko (Ed.). – Moscow: Moscow University Publishing House, 180 p. [in Russian].
4. Veretilnyk, T. I. & Mysnyk, L. D. (2012) Abstract of lectures on theoretical mechanics for students of mechanical, building and instrument making specialities. Section 3. Dynamics. Cherkasy: ChSTU, 124 p. [in Ukrainian].
5. Veretilnyk, T. I., Shekhovtsov, B. A. & Mysnyk, L. D. (2007) Abstract of lectures on theoretical mechanics for students of mechanical, building and instrument making specialities. Section 1. Statics. Cherkasy: ChSTU, 76 p. [in Ukrainian].