

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОДИН З ЕТАПІВ ПРОЦЕСУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

У статті розглядаються шляхи реалізації математичного моделювання при розв'язуванні фізичних задач у навчальному процесі з фізики у вищій школі. Виокремлені основні етапи побудови математичної моделі фізичної задачі.

Ключові слова: фізична задача, математичне моделювання.

Одним із найважливіших видів навчальної діяльності студентів при вивченні курсу фізики, який сприяє глибокому засвоєнню фізичних знань, є розв'язування фізичних задач. На думку багатьох методистів головним показником засвоєння знань з фізики без певного формалізму є вміння розв'язувати фізичні задачі. Як свідчить практика, формування навичок розв'язування задач студентами є складним завданням для викладача. Одним з шляхів, який дає можливість викладачу розв'язати цю проблему, є використання математичного моделювання.

Питання щодо використання математичних методів у розв'язуванні фізичних задач певною мірою розкрито в статтях Л.Ю. Благодаренко, Ю.М. Галатюка, Л.О. Кулик, В.П. Сергієнка та багатьох інших, але це питання є досить широким та неоднозначним і потребує більшої уваги, ретельнішого розгляду.

Метою статті є розкриття аспектів застосування методики математичного моделювання розв'язку фізичних задач у навчальному процесі у вищій школі.

Головним призначенням фізичних задач є вивчення фізичних явищ, формування понятійного апарату, розвиток фізичного мислення в студентів, розвиток умінь та навичок використовувати знання на практиці. Використання моделей фізичних явищ для розв'язання задач є засобом засвоєння змісту фізичних знань і при цьому сприяє оволодінню методами та способами пізнання.

Розв'язування фізичної задачі в навчальному процесі є потужним засобом поєднання теорії та практики, який сприяє розвитку у студентів логічного мислення, навичок використовувати наукові досягнення. Практикум розв'язування задач є ефективним в активізації самостійності студентів, розвитку їх творчого, іноді нестандартного, мислення, є потужним інструментарієм контролю рівня засвоєння знання та розуміння фізики.

С.У. Гончаренко, Є.В.Коршак та ін. вважають, що метод моделювання, зокрема математичного, є змістовним "ядром" методів розв'язування задач. При цьому метод моделювання, як загальнонауковий метод дослідження, є способом та засобом розв'язування фізичних задач.

Фізична задача є, по суті, фізичною моделлю певного реального явища, при цьому фізичне моделювання фактично відбувається на етапі аналізу змісту задачі та усвідомлення тих фізичних законів, про які йдеться в задачі. При складанні системи рівнянь (або рівняння), що описують фізичну модель, вже відбувається математичне моделювання. Процеси побудови фізичної та математичної моделі задачі є взаємопов'язаними.

Відповідно до основних етапів розв'язування задач ми виділяємо три етапи побудови моделі фізичної задачі:

1. *Фізичне моделювання:* аналіз умов задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого; конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм; скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

2. *Математичне моделювання:* запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі; врахування умови фізичної задачі, пошук додаткових параметрів; приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі; запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

3. *Розв'язання та аналіз:* розв'язання рівняння відносно невідомого; аналіз одержаного результату щодо його вірогідності і реальності; пошук інших шляхів розв'язання.

Специфікою фізичних задач є текстовий характер умови задачі. У ході роботи над задачами студент має розкрити зв'язки між даними і шуканими величинами, відношення між цими величинами. Навчальна діяльність при розв'язуванні задач складається з розумових дій (аналіз, синтез) і здійснюється ефективно, якщо спочатку вона відбувається на основі зовнішніх дій з предметами. Головною проблемою залишається те, що не всі студенти можуть перейти від тексту задачі до математичної моделі. Навчання фізики вимагає від студентів достатнього рівня самостійності в процесі розв'язання фізичних задач.

Застосування математичного моделювання може відбуватися двома шляхами: використання задачі-моделі до розв'язання аналогічної та побудова моделі до певної задачі. У першому випадку засобами математики будується модель, що ілюструє явище, про яке йдеться в умові задачі. У другому випадку, під задачею-моделлю розуміється абстрактна задача, в умові якої акцент робиться на основні параметри явища.

У процесі розв'язування абстрактної задачі студент, по суті, будує математичну модель згідно тих фізичних законів, про які йдеться в задачі. Розв'язання такої задачі має значну цінність, бо дозволяє встановити певну закономірність, що вказує на характер залежності відомих та шуканої величини. Окрім того, при розв'язуванні абстрактної задачі виробляється певний алгоритм розв'язання, який може бути використано для розв'язання багатьох конкретних задач, такої ж структури, але іншого змісту.

Зауважимо, що використання готових задач-моделей у навчанні фізики не повністю реалізує метод моделювання і відповідає репродуктивному рівню навчання, що не сприяє творчому розвитку студентів, є необхідним етапом в процесі формування в студентів навичок розв'язування фізичних задач. Коли студент сам може побудувати або усвідомлено відшукувати модель фізичного явища задачі, що відповідає проблемно-пошуковому, а іноді творчому, рівню навчання, можна говорити про досягнення мети навчання фізики з елементами моделювання. Дії студентів при розв'язуванні фізичних задач представлені нами у табл. 1.

Таблиця 1

Дії студентів при розв'язуванні фізичних задач

Дії	Пізнавальні	Дії з розв'язування задач	Предмет дії	Мета дії	Зміст дії
Фізичний етап	Споглядання	Побудова основи розв'язування умови задачі	Ідеальна модель	Ідеальна модель	1. Усвідомлення змісту (смысловий аналіз) задачі та попередня ідентифікація розглянутого в ній явища. 2. Побудова ідеальної моделі явища, її наочно-графічне представлення. 3. Кінцева ідентифікація явищ, скорочений запис задачі в систематизованому вигляді
Математичний етап	Логічне мислення	Побудова ядра розв'язування	Ідеальна модель	Математична модель	1. Добування з ядра теорії та знакова фіксація загальних законів, визначають розвиток явищ класу. 2. Знакова фіксація особливих властивостей явища. 3. Урахування в рівняннях загальних законів, особливих властивостей явища (побудова математичної моделі явища) та перевірка розв'язуваності системи рівнянь
Етап аналізу	Практичне виконання	Побудова алгоритму розв'язування	Математична модель	Практично значимі висновки	1. Розв'язування системи рівнянь в аналітичній, графічній, числових формах, включаючи формальну перевірку достовірності результатів. 2. Розширена фізична інтерпретація формально – чисельних результатів, включаючи оцінку їх реальності, пошук практичних значимих явищ, однорідних з розв'язуваним. 3. Контроль і корекція розв'язування. Узагальнення способу розв'язування

Ми виділяємо такі типи математичних моделей відповідно до загально методичних методів розв'язання фізичних задач: функціональні; геометричні: векторні та координатні; графічні та схематичні; диференціальні та інтегральні; статистичні.

До функціональних моделей розв'язання задач віднесемо рівняння або системи рівнянь, що описують фізичну модель задачі. Графічними моделями будемо називати векторні діаграми, графіки, які ілюструють фізичну модель задачі або є інтерпретацією математичної. Графічний метод розв'язування фізичних задач сприяє підвищенню загального рівня політехнічної освіти студентів. Більша частина фізичних законів, теорій, функціональних залежностей мають графічну інтерпретацію. Окрім того, певні фізичні величини є векторними, тому в деяких задачах необхідним є зображення цих векторів. Це задачі на відносність руху, основні закони динаміки, електростатики, магнетизму.

Диференціальні та інтегральні моделі побудовані на принципах диференціювання та інтегрування, при цьому слід зауважити, що основою для таких моделей є побудова функціональної моделі. Цілий клас

фізичних задач вимагає відшукування певного максимального значення деякої фізичної величини через використання диференціального числення.

Не можна звести всі способи розв'язування фізичних задач до обмеженого числа, тому у розв'язанні фізичної задачі користуються не одним типом математичної моделі й загальна модель може мати декілька складових, наприклад, графічну, функціональну, арифметичну.

Першим етапом розв'язання будь-якої фізичної задачі є короткий запис умови задачі, в якому студент самостійно або під керівництвом викладача, має розкрити зв'язки між даними і шуканими величинами, відношення, задані в умові. Головне для студента на цьому етапі – зрозуміти задачу, тобто з'ясувати, що в ній відомо, що потрібно визначити, встановити взаємозв'язки між даними і шуканими параметрами.

Вітчизняний психолог О.М. Леонтьєв зазначав, що "актуально усвідомлюється тільки той зміст, який є предметом цілеспрямованої активності суб'єкта". Тому, щоб структура задачі стала предметом аналізу та вивчення, необхідно видалити все несуттєве і представити у вигляді, який забезпечує необхідні для розв'язання дії, тобто у вигляді короткого запису умови. Короткий запис умови задачі є першим етапом побудови математичної моделі задачі, її змістовою моделлю. Тому головною проблемою залишається те, що студенти не можуть перейти від тексту задачі до математичної моделі.

У деяких задачах для аналізу змісту задачі та будови її моделі необхідно виконати малюнки, креслення або схеми. Графічне відтворення змісту задачі допомагають студентам не тільки виявити приховані залежності між фізичними величинами, але й спонукають до активного мислення, пошуку найраціональнішого шляху розв'язання задачі, допомагають не тільки засвоювати знання, а й опановувати вмінням застосовувати їх. У такому випадку навчання матиме розвиваючий характер.

Графічна інтерпретація при постановці фізичної задачі зображає взаємозв'язки між даними і шуканими величинами, тим самим допомагаючи студентам виявити мовне значення проблемної ситуації, а потім і знайти можливий шлях розв'язання.

Після того, як складена структурна модель задачі, переходимо до побудови математичної моделі. На жаль, однією з проблем на цьому етапі є досить невисока математична підготовка студентів.

Для подолання протиріч між потребами математичного апарату фізичних задач та рівнем математичної підготовки студентів ми пропонуємо такі шляхи розв'язання проблеми: співпраця з викладачами математичних дисциплін із узгодження змісту курсу математичних дисциплін з потребами математичного апарату, який використовується у курсі фізики; індивідуально-консультативна робота зі студентами.

Традиційно при розв'язуванні фізичних задач використовуються такі організаційні форми:

– демонстрація розв'язування задачі викладачем на дошці, що відповідає репродуктивному рівню навчання. Таку форму використовують тоді, коли потрібно показати хід розв'язання типової задачі або розв'язати складну задачу. Можливе залучення студентів до аналізу задачі з метою їх активізації;

– колективний аналіз та пошук шляху розв'язання та наступна демонстрація одним із студентів розв'язання задачі на дошці (інші – у своїх конспектах). Активність і самостійність студентів при такій організації роботи невисока, тому викладач має постійно звертатись до аудиторії з запитаннями щодо фізичних явищ, про які йдеться в умові задачі;

– самостійне розв'язання задачі студентами після колективного обговорення ходу розв'язання задачі або й без нього. Активність і самостійність студентів досить високі, але вони розв'язують задачі неодноразово, що викликає певні труднощі. При підборі фізичних задач викладач має дотримуватися таких вимог:

– складність задачі має відповідати загальному рівню знань і навичок студентів;

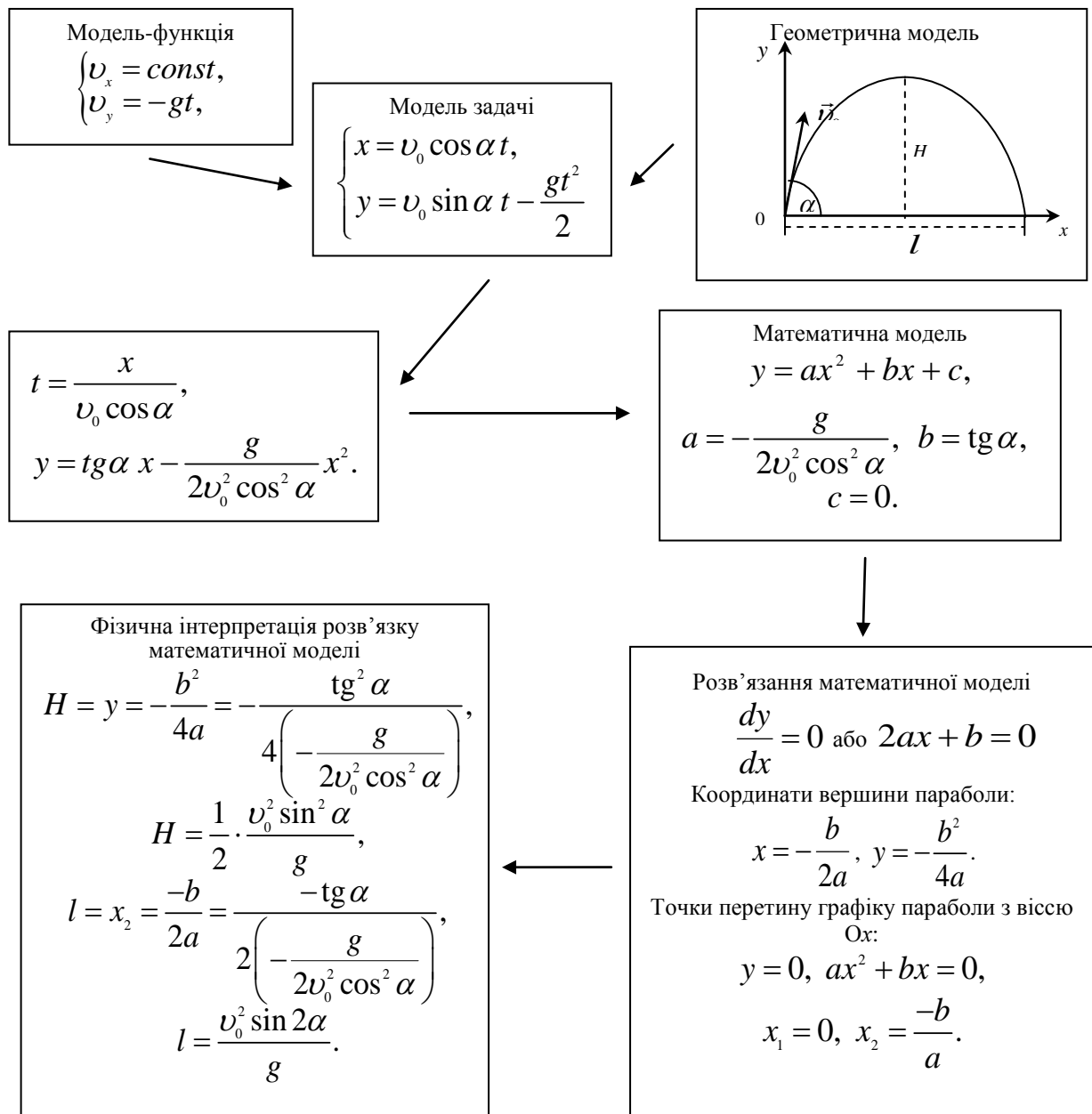
– зміст задачі повинен відображати реальні фізичні процеси та явища, бути інформаційно політехнічним;

– стимулювати розвиток мислення, спонукати студентів до побудови логіки міркувань, відкривати щось нове тощо.

Найяскравішими прикладами математичного моделювання в розв'язуванні фізичних задач є задачі з розділу "Фізичні основи механіки". Наведемо приклад задачі про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту. Формулювання опорної задачі: *Тіло кидають під кутом α до горизонту зі швидкістю v_0 . Визначити рівняння траєкторії тіла, найбільшу висоту H її польоту над рівнем початкового положення, дальність польоту l . Опором повітря знехтувати.*

Ця задача вже використовує готові ідеалізації, одна з них, що накладає умову нехтування опором повітря, спрощує розв'язання, але досить багато інших тільки мають на увазі.

На основі загальної моделі-функції та геометричної моделі фізичного процесу будується модель задачі. З отриманої моделі задачі студенти мають визначити рівняння траєкторії руху й, використовуючи знання з аналітичної геометрії, побудувати математичну модель розв'язку задачі (мал. 1).



Мал. 1. Побудова та розв'язання моделі задачі про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту

Наведена модель розв'язується з використанням поняття похідної, екстремуму функції та квадратичного рівняння, що реалізує міждисциплінарні зв'язки з вищою математикою та активізацію математичних знань студентів. Фрагменти задач-моделей студенти можуть використовувати при розв'язанні більш складних задач.

Слід також наголосити на тому, що моделювання певних фізичних задач є складним процесом для студентів і виникає необхідність у визначенні меж складності таких задач. Адже при постановці фізичної задачі з використанням елементів математичного моделювання викладач має враховувати рівень математичної підготовки студентів, рівень засвоєння понятійного апарату тощо.

Підсумовуючи вище викладене, зазначимо, що моделювання в процесі розв'язання фізичних задач є не тільки методом дослідження реально існуючих фізичних об'єктів і явищ, а й одночасно методом побудови розв'язання фізичної задачі й вивчення. При цьому, модельний підхід у навчанні розв'язання фізичних задач дозволяє:

– актуалізувати в процесі розв'язування задач математичні методи дослідження як невід'ємну частину гносеології навчання;

– показати можливість пізнання реального світу, шляхом зміни та ускладнення ідеальних моделей, що лежать в основі фізичних задач;

– актуалізувати вивчення студентами цілісної структури фізичних теорій, а не лише певної системи фізичних понять;

– використовувати складові моделі задачі для конструювання розв'язання інших задач.

Моделі і процес моделювання одночасно є засобом унаочнення, усвідомлення задачі і методом її постановки та розв'язання. Опанування студентами методу математичного моделювання при розв'язуванні фізичних задач сприяє розвитку їх теоретичного та логічного мислення, формуванню наукового світогляду. Фізична задача, розв'язання якої передбачає використання математичного моделювання, є ваговою складовою системи навчальних завдань з елементами математичного моделювання.

Використані джерела

1. Анісімов А. Як складати і розв'язувати задачі з фізики/ А. Анісімов, Г. Редько, Г. Толпекіна. – Київ: Ред. загальнопед. газ., 2004. – 128 с.
2. Бушок Г.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе / Г.Ф. Бушок, Е.Ф. Венгер. – К.: Наукова думка, 2000. – 412 с.
3. Гончаренко С.У. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики // [С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко та ін.]; за заг. ред. Є.В. Кораша. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. – 185с.
4. Жук О.Ю. Головні етапи процесу розв'язання навчальної фізичної задачі з використанням педагогічних програмних засобів математичної підтримки // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка 2001. – Вип. №34. – С. 35-39.

Isychko L.V.

MATHEMATICAL MODELLING AS ONE OF THE STAGES OF SOLVING PHYSICAL PROBLEMS

This article discusses how to implement of mathematical modelling in solving physical problems in the educational process in physics in high school. Allocated the main stages of construction of mathematical models of physical problems.

Key words: *physical problem, mathematical modeling.*

Стаття рекомендована кафедрою теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Стаття надійшла до редакції 18.03.2013