

ристовують різні види модуляції ВЧ-коливань низькочастотними коливаннями чи електричними імпульсами);

- основна відмінність полягає у способах отримання модулюючих сигналів, які містять у собі корисну інформацію;
- у зв'язку зі складністю відеосигналів якісне телебачення можливе лише в діапазоні УКХ;
- використання для телебачення УКХ вимагає розгалужених систем ретрансляторів та складних антенних систем;
- цифрове телебачення відрізняється від аналогового високою якістю, захищеністю від перешкод, хоча й істотно складніше.

Накопичений досвід викладання основ телебачення за описаною методикою в ряді загальноосвітніх закладів міста Ніжина дає підстави стверджувати про її високу ефективність і, відповідно, про доцільність уведення пропонованих вище змін до навчальної програми та до підручників фізики загальноосвітніх навчальних закладів.

УДК 372.853

Л. В. Кавурко

*Полтавський університет споживчої кооперації України*

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ПІЗНАННЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВНЗ

Дана стаття присвячена використанню математичного моделювання при вивченні фізики, як одного з методів пізнання. Наведено декілька прикладів застосування математичного моделювання у навчанні фізики.

**Ключові слова:** математичне моделювання, наукове пізнання.

Пріоритетним напрямком сучасної вищої освіти є орієнтація навчального процесу на формуванні у студента здатності створювати власний творчий продукт. Отже, серед проблем, що постають перед сучасною системою освіти, є проблема формування навичок дослідницької діяльності в учнів та студентів на всіх етапах освітнього процесу.

До програм вищої технічної освіти включено курс загальної фізики, вивчення якого, перш за все, передбачає залучення студентів до дослідницької діяльності. Одним з завдань курсу є ознайомлення та навчання методам наукового пізнання всесвіту, спонукання студентів до інтелектуального розвитку та набуття практичних навичок, що дозволяють самостійно проводити дослідження природних явищ.

У наш час серед методів наукового пізнання особливо виділяється метод моделювання, який застосовується не лише в техніці, а й при вивченні соціальних, біологічних, економічних систем, тощо. Моделювання із спеціального метода наукового пізнання, який дослідники використовували лише для розв'язання певних частинних задач, перетворилось у важливий метод пізнання й стало складовою частиною теорії пізнання [3, с.3].

В останні роки спостерігається тенденція до скорочення аудиторно-лабораторних годин на вивчення фізики у ВНЗ. При цьому об'єм інформації, яку необхідно засвоїти майбутньому спеціалісту, з розвитку науки та техніки значно збільшився. Також збільшилася частка самостійного навчання (60% від загального обсягу годин). Перед викладачами постає проблема оптимального та ефективного викладу навчального матеріалу, об'єм інформації якого збільшується з розвитком науки та техніки, та з врахуванням тенденції до скорочення аудиторного навчального часу. Одним з методів, який частково вирішує цю проблему є використання у навчанні математичного моделювання, що дозволяє набувати студентам навичок навчання як процесу наукового пізнання.

Суттєві зміни у глобальному інформаційному просторі виявили необхідність реформування існуючої системи освіти, змісту освіти та методів навчання. З огляду на це, метою статті є обґрунтування доцільності використання елементів математичного моделювання при вивченні курсу фізики у технічних ВНЗ з метою розвитку пізнавальної

### Список використаних джерел:

1. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня, 2003. – № 5.
2. Фізика 10-11 класи. Програми для профільних класів загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Педагогічна преса, 2004. – 144 с.
3. Гончаренко С.У. Фізика: Підр. для 11 кл. серед. загальноосв. шк. – К.: Освіта, 2002. – 319 с.
4. Фізика, 11 кл.: Підр. для загальноосв. навч. закл. / С.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 288 с.

In the article the offered changes are to the program of course of physics of general school and to the proper textbooks in connection with the necessity of update of them scientific and technical maintenance.

**Key words:** competence's, updates, photosensitive matrix, digital signal.

Отримано: 2.08.2009

активності і самостійності, формування навичок дослідницької діяльності у студентів в процесі навчання.

Теоретичні засади використання методу моделювання при вивченні наук природничо-математичного циклу розроблені й розробляються багатьма науковцями та методистами. Значний внесок у розробку питання про застосування моделювання внесли А.М. Колмогоров, О.А. Самарський, Г.Г. Гранік, В.А. Штоф, Л.Р. Калапуша, В.Ф. Паламарчук, Р.Я. Єрохіна, С.Є. Каменецький, Г.Б. Редько, Г.Я. Люмбарський, О.А. Самарський та ін. Зокрема роботи Калапуши Л.Р. присвячені використанню методу фізичного моделювання, Редька Г.Б., Каменецького С.Є., Поповича В.В. – використанню математичних моделей при розв'язуванні фізичних задач. Значна кількість праць присвячені використанню комп'ютерного моделювання у навчанні фізики. Насамперед це створення віртуальних фізичних лабораторій, мультимедійних демонстрацій, програм для розв'язування алгоритмічних задач тощо. Слід зазначити, що основою для створення комп'ютерних моделей у різних галузях науки та техніки є математичне моделювання.

Підготовка молодих спеціалістів до творчої професійної праці потребує засвоєння наукових знань, опанування методології науки, набуття вміння та навичок дослідницької діяльності. В процесі вивчення фізики зусилля студентів повинні бути спрямовані на пізнання внутрішніх механізмів явища, на вміння аналізувати та узагальнювати отримані дані. При цьому математичне моделювання не тільки полегшує, а й розширює можливості студентів в дослідженні фізичних процесів.

Моделювання є невід'ємною частиною наукового пізнання, яке є неперервним процесом побудови ідеальної моделі у свідомості людини, відтворення її у матеріальному світі та аналізу кінцевого результату цієї діяльності. Пізнавальною функцією моделювання взагалі є те, що модель може бути джерелом нових теорій. Часто теорія виникає спочатку у вигляді моделі, яка спрощено пояснює явище і являє по суті робочу гіпотезу, при цьому в процесі моделювання виникають нові ідеї та форми експериментів.

Доцільно наголосити, що враховуючи вимоги нового часу та процеси інформатизації, одним з завдань вищої школи стає не нагромадження студента знаннями, об'єм яких збільшується, а навчання студента ці знання отрима-

ти. Засвоєна студентом модель певного фізичного явища, в даному випадку, являє собою оптимально скомбінований, конкретизований інформаційний пакет, якому притаманна властивість сталості у часі, й за допомогою якого студент може отримати нову інформацію, необхідну в даний час.

М.М. Амосов, видатний український хірург, який займався проблемами моделювання мислення, ототожнював процес пізнання з процесом моделювання та визначав пізнання як моделювання інформації про систему за допомогою програм моделюючого пристрою, що пізнає систему [1, с.46]. Моделювання у філософському трактуванні є матеріальною або ідеальною (мисленевою) імітацією реально існуючої системи, що здійснюється шляхом спеціального конструювання моделей, в яких відтворюються принципи організації та функціонування цієї системи [5, с.20].

У вузькому сенсі, під математичною моделлю розуміють систему рівнянь та нерівностей, які описують реальні природні явища. Але на нашу думку це визначення неповне, оскільки окрім рівнянь та нерівностей в інтегральній або диференціальній формі, математична модель може також складатися з графіків, діаграм, певного ряду чисел тощо. Математична модель – це модель, сформульована мовою математики та логіки.

З приводу використання математичного моделювання у навчанні, зокрема фізики, доцільно процитувати Р.М. Бабкіну, яка писала: "... Математика – наука про модель світу. У математиці ми вивчаємо не надумані поняття, а моделі різноманітних явищ, об'єктів, процесів, існуючих у нашому світі, що відбувається навколо нас і з нами. Вивчаємо, починаючи з найпростіших моделей, наприклад, вектор – це модель сили (механічної чи енергетичної), первісна – модель швидкості зміни і т.д.". Але, слід враховувати й те, що моделювання явищ, певних ситуацій або процесів – є властивість мисливості діяльності людини і включене в загальну структуру сприйняття інформації про світ, пізнання його [2].

Використання математичних моделей у навчанні фізики слід проводити комплексно: під час викладання навчального матеріалу, розв'язування фізичних задач, проведення лабораторного дослідження, тощо.

Наведемо приклад математичної моделі, що використовується при викладанні теми "Коливання і хвилі" студентам технологічного факультету Полтавського університету споживчої кооперації України. Даній темі відведено всього дві лекційні години.

В кінці викладу даної теми звертають увагу студентів на те, що рівняння, які описують механічні та електромагнітні коливання мають однакову структуру. На основі узагальненої математичної моделі між фізичними величинами, які характеризують дані явища, встановлюють певну відповідність. Математична модель цих явищ представляється у вигляді диференціального рівняння:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = P_0 \cos(\omega t), \quad (1)$$

де  $x$  – величина, що змінюється,  $\omega_0$  – власна частота коливання,  $\beta$  – коефіцієнт опору середовищу  $P_0$  – амплітудне значення сили, що діє на одиницю змінної величини,  $\omega$  – частота, з якою ця сила змінюється.

З метою узагальнення та систематизації викладеного матеріалу пропонується *таблиця 1*.

Основною метою використання викладачем математичних моделей на лекційних заняттях є:

- чіткий та лаконічний виклад навчального матеріалу;
- математичне обґрунтування логіки викладу фізичного змісту навчального матеріалу;
- візуалізація у знаковому та графічному вигляді фізичних понять;
- проведення узагальнення та систематизації поданої інформації.

Одним з найважливіших видів навчальної діяльності студентів при вивченні курсу фізики, який сприяє глибокому засвоєнню фізичних знань, є розв'язування фізичних задач. Г.В. Касянова виділяє два випадки використання моделювання при розв'язуванні задач:

- побудова моделі до певної задачі,
- використання задачі – моделі.

Таблиця 1

	Пружинний маятник	Контур LCR
	$x$ – зміщення, $v$ – швидкість, $k$ – жорсткість, $m$ – маса, $b$ – коефіцієнт опору середовища, $\omega_0$ – циклічна частота	$q$ – заряд на конденсаторі, $i$ – сила струму, $C$ – ємність, $L$ – індуктивність, $R$ – активний опір, $\omega_0$ – циклічна частота
Вільні коливання	$P_0 = 0, \beta = 0, \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}},$ $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0,$ $x = x_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi),$ $v = \dot{x} = -x_{\max} \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi).$	$P_0 = 0, \beta = 0, \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}},$ $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0,$ $q = q_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi),$ $i = \dot{q} = -q_{\max} \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi).$
Затухаючі коливання	$P_0 = 0, \beta = \frac{b}{2m},$ $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2},$ $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0,$ $x = x_{\max} e^{-\beta t} \cos(\omega_0 t + \varphi).$	$P_0 = 0, \beta = \frac{R}{2L},$ $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2},$ $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = 0,$ $q = q_{\max} e^{-\beta t} \cos(\omega_0 t + \varphi).$
Вимушені коливання	$P_0 = \frac{F_0}{m}, \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t.$	$P_0 = \frac{U_0}{L}, \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = \frac{U_0}{L} \cos \omega_0 t.$

В 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.

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

Метод математичного моделювання відноситься до узагальнених способів розв'язування фізичних задач, розгорнутий опис структури яких подано в *таблиці 2*.

Слід наголосити на тому, що при постановці фізичної задачі з використанням елементів математичного моделювання викладач має враховувати рівень математичної підготовки студентів, рівень засвоєння понятійного апарату, тощо.

Використання математичного моделювання при проведенні лабораторного практикуму перш за все спрямоване на розв'язання питання щодо поєднання теоретичних та практичних методів наукового пізнання.

Як свідчить аналіз методичної літератури, фізичний експеримент у вищій школі носить скоріше репродуктивний характер. Студент отримує інструкцію до лабораторної роботи й відтворює описаний експеримент. Такий підхід є раціональним на першому етапі вивчення фізики, коли відбувається початкове становлення наукового мислення у студента, але цей підхід виключає студента як активного дослідника. Студент може правильно виконувати пункти інструкції лабораторної роботи й не розуміти які саме фізичні процеси він має досліджувати.

На думку академіка О.О. Петрова математичну модель можна побудувати трьома шляхами.

- ✓ В результаті безпосереднього вивчення реального процесу. Така модель буде феноменальною.
- ✓ В результаті процесу дедукції, коли нова модель є частинним випадком певної загальної. Така модель називається асимптотичною.

- ✓ В результаті процесу індукції. Такі моделі називаються моделями ансамблями і являють собою узагальнення елементарних моделей.

Таблиця 2

	Фізичний етап	Математичний етап	Етап аналізу
Пізнавальні дії	Споглядання	Абстрактне мислення	Практичне виконання
Дії з розв'язування задач	Побудова основи розв'язування умови задачі	Побудова ядра розв'язування	Побудова оболонки розв'язування
Предмет дії		Ідеальна модель	Математична модель
Мета дії	Ідеальна модель	Математична модель	Практично значимі висновки
Зміст дії	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Усвідомлення змісту (сміслового аналіз) задачі та попередня ідентифікація розглянутого в ній явища.</li> <li>• Побудова ідеальної моделі явища, її наочно – графічне представлення.</li> <li>• Кінцева ідентифікація явищ, скорочений запис задачі у систематизованому вигляді.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Добування з ядра теорії та знакова фіксація загальних законів, що визначають ролі зв'язків явищ класу.</li> <li>• Знакова фіксація особливих властивостей явища.</li> <li>• Урахування в рівняннях загальних законів, особливих властивостей явища (побудова математичної моделі явища) та перевірка розв'язаності системи рівнянь.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Розв'язування системи рівнянь в аналітичній, графічній, числовій формах, включаючи нормальну перевірку достовірності результатів.</li> <li>• Розширена фізична інтерпретація формально-чисельних результатів, включаючи оцінку їх реальності, пошук практично значимих явищ, однорідних з розв'язуваням.</li> <li>• Контроль і корекція розв'язування. Узагальнення способу розв'язування.</li> </ul>

Таблиця 3

	Фізичний етап	Математичний етап	Етап аналізу
Пізнавальні дії	Споглядання	Абстрактне мислення	Практичне виконання
Дії з виконання лабораторного дослідження	Постановка задачі лабораторного дослідження	Побудова теоретичного ядра дослідження	Вимірювання
Предмет дії	Задачі фізичного експерименту	Ідеальна модель	Феноменальна модель
Мета дії	Ідеальна модель	Математична модель (асимптотична)	Перевірка адекватності моделей
Зміст дії	<ul style="list-style-type: none"> <li>Смісловий аналіз дослідження; попередня ідентифікація досліджуваного явища.</li> <li>Побудова ідеальної моделі явища, її наочно-графічне представлення.</li> <li>Постановка задачі лабораторного дослідження.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знакова фіксація загальних законів, що визначають клас досліджуваних явищ.</li> <li>Складання системи математичних рівнянь, які описують конкретні досліджувані явища.</li> <li>Побудова на основі розв'язку системи рівнянь асимптотичної моделі, згідно поставлених задач дослідження.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проведення вимірювань, їх числова інтерпретація.</li> <li>Розширена фізична інтерпретація формально-чисельних результатів, отримання феноменологічної моделі досліджуваного явища.</li> <li>Контроль і корекція отриманих результатів; порівняння теоретично та практично отриманих моделей.</li> </ul>

На лабораторних заняттях студентам технологічного факультету ПУСКУ пропонується проводити дослідження певного фізичного явища у три етапи: фізичний (практичний), математичний (теоретичний) та етап аналізу. На першому етапі на основі отриманих вимірювань будується

феноменальна модель явища, яка може бути представлена у вигляді експериментальної кривої та відповідного їй рівняння. На другому етапі студенту пропонується побудувати асимптотичну модель використовуючи загальні фізичні закони. По суті на цьому етапі студент розв'язує абстрактну фізичну задачу, умову якої визначає мета даного лабораторного дослідження. На етапі аналізу відбувається порівняння практично та теоретично отриманих результатів та перевірка адекватності моделей.

Опис дії студентів при проведенні лабораторного дослідження з використанням математичного моделювання представлено в таблиці 3.

Метод математичного моделювання фактично використовується при постановці будь-якого фізичного експерименту. Математичне моделювання дозволяє шляхом попередніх розрахунків визначити заздалегідь параметри експерименту та порівняти експериментальні й теоретично розраховані значення, виявити недоліки експериментальної установки.

Слід зазначити, що реалізація процесу розвитку творчих здібностей у студентів та поліпшення якості їх знань з фізики при навчанні з використанням методу математичного моделювання базується на таких дидактичних принципах:

- принцип поступовості й послідовності, який передбачає навчання від простого до складного;
- принцип інтегральності, який базується на міжпредметних зв'язках технічних та математичних дисциплін;
- принцип цілісності, за яким система навчання працює найефективніше, якщо застосовується широкий спектр математичних моделей;
- принцип відкритості, що визначає систему навчання як нестатичну, що допускає корекцію та доповнення.

З вищезазначеного приходимо до висновку, що використання математичного моделювання у викладанні фізики для студентів вищої школи технічного спрямування сприяє розвитку пізнавальної активності і самостійності у студентів, формує дослідницькі здібності студентів, ширше розкриває їх творчий потенціал, сприяє покращенню засвоєння студентами теоретичного матеріалу, що охоплює великий за кількістю інформації навчальний модуль.

#### Список використаних джерел:

1. Амосов Н.М. Моделирование мышления и психики. – К.: Наука, 1965.
2. Бабкіна Р.М. Математичне моделювання – метод пізнання навколишнього світу // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). – №1. – Бердянськ: БДПУ, 2005. – 200 с. – Режим доступу: [http://www.bdpu.org/scientific\\_published/pedagogics\\_1\\_2005/20](http://www.bdpu.org/scientific_published/pedagogics_1_2005/20)
3. Братко А.А., Волков П.П. и др. Моделирование психической деятельности. – М.: Мысль, 1969. – 384 с.
4. Калапуша Л.Р. Моделирование у вивченні фізики. – К.: Рад. шк., 1982.
5. Фролов И.Т. Гносеологические проблемы моделирования. – М.: Наука, 1961.

This article contain the information about mathematical modelling in physics study as one method of perceiving. Also there are given some examples usage of mathematical modelling in physics study.

**Key words:** mathematical modelling, perceiving.

Отримано: 13.07.2009