

УДК 004:[378.147.091-021.464:53

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У САМОСТІЙНІЙ РОБОТІ СТУДЕНТІВ ФІЗИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ З ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Дудик Михайло, кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-1399-6367

E-mail: dudik_m@hotmail.com

Решітник Юлія, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-7937-2880

E-mail: dikhtiarenko_iu@udpu.edu.ua

Коцик Вікторія, магістрант факультету фізики, математики та інформатики, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0001-9326-5304

E-mail: antonuki_nvuk@ukr.net

У статті розглядаються питання впровадження інформаційних технологій навчання як засобу активізації самостійної та індивідуальної роботи студентів. Проаналізовано дослідження проблем використання сучасних інформаційних технологій в навчальному процесі з фізики. Обґрунтовано доцільність використання програмного середовища MathCAD для формування навичок розв'язування задач з теоретичної фізики в системі підготовки майбутніх вчителів фізики. Наведені приклади завдань для самостійної роботи в курсі класичної механіки і основ механіки суцільних середовищ та зразки їх розв'язання засобами математичного пакету MathCAD.

Ключові слова: інформаційні технології навчання, модернізація освітнього процесу, активізація самостійної роботи студентів, формування практичних навичок, розв'язування задач з теоретичної фізики, комп'ютерне моделювання фізичних процесів, математичний програмний комплекс MathCAD, символічні перетворення, графічний аналіз розв'язків.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PHYSICAL SPECIALTIES STUDENTS' SELF-INDEPENDENT WORK

Dudyk Mykhailo, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Physics and Astronomy and Methods of Teaching, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-1399-6367

E-mail: dudik_m@hotmail.com

Reshitnyk Yuliia, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Physics and Astronomy and Methods of Teaching, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-7937-2880

E-mail: dikhtiarenko_iu@udpu.edu.ua

Kotsyk Viktoriia, Undergraduate Student at the Department of Physics and Astronomy and Methods of Teaching, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0001-9326-5304

E-mail: antonuki_nvz@ukr.net

The problems of introducing information technologies in the system of higher education as one of the main directions to the increase of specialist's training efficiency are discussed in the article. The authors note the importance of using the information technologies being potential, which is one of the means for increasing educational, cognitive and research activities of students as a part of their self-independent and individual work. They emphasize the didactic and methodological functions of information technologies training in improving the results of students' self-independent work.

Researches of native and foreign scientists on the problems of using modern information technologies in the educational process of Physics at higher education institutions are analysed. The article substantiates the expediency of using the Mathcad software environment for the formation of Theoretical Physics problem solving skills in the system of future teachers' of Physics training. The paper gives us the examples of tasks from the course of classical and the basics of continuum mechanics for self-independent work and examples of their solutions by means of using the mathematical Mathcad package.

Besides, the article describes pedagogical experiment on the organization of students' self-independent work at Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University by means of using Mathcad in the process of Theoretical Physics studying. Mathcad demonstrates the increase of students' motivation to both – solving problems in Theoretical Physics and to a deeper study of this academic discipline. The fulfilment of self-independent work tasks involves students to build a mathematical model of the phenomenon or process being under study, to implement the model using Mathcad, to obtain a solution to the problem and its numerical and graphic analysis.

In conclusion, rational organization of students' self-independent work in using information technologies allows not only to intensify the work in the qualitative assimilation of educational material, but to lay the foundation for further continuous self-education and self-improvement. Integrating a combination of software, hardware and traditional forms of learning creates the information-educational environment, defining the student's self-independent work as more autonomous, prior and creative.

Keywords: *information technologies in teaching, modernization of the educational process, the activation of students' self-independent work, formation of practical skills, solving problems on Theoretical Physics, computer simulation of physical processes, mathematical program complex Mathcad, symbolic transformations, graphic analysis of solutions.*

Одним із основних напрямків підвищення ефективності підготовки фахівців у системі вищої освіти є впровадження інформаційних технологій навчання. Актуальність реалізації даного напрямку зумовлена стрімким зростанням інформаційних потоків в цілому, у тому числі наукового і навчального характеру та значним поширенням і доступністю технічних і програмних засобів їх опрацювання. Це, в свою чергу, спричинило дослідження науковцями у сфері освіти нових форм і методик використання сучасних інформаційних технологій в освітньому процесі.

Важлива роль інформаційних технологій у сфері вищої освіти обумовлена їх здатністю стимулювати навчально-пізнавальну і науково-дослідну діяльність студентів,

підвищувати загальний рівень їхньої професійної підготовки. Значний потенціал інформаційних технологій навчання закладений у їх впливі на активізацію самостійної та індивідуальної діяльності студентів. Він полягає не лише у суттєвому зростанні можливостей пошуку студентами потрібної навчальної чи наукової інформації, але й у використанні в навчальних цілях сучасних програмних засобів, які з часом можуть стати дієвим інструментом їхньої майбутньої спеціальності.

Вперше термін «інформаційні технології» ввів академік В. Глушков, визначивши їх як процеси, які пов'язані з переробкою інформації [3]. Дидактичні й психологічні аспекти застосування інформаційних технологій в освітньому процесі знайшли своє відображення в роботах М. С. Бургіна, В. Я. Ляудіса, Ю. І. Машбіца, В. В. Рубцова, Н. Ф. Тализіної, А. К. Тихомирова та ін. Інтеграція сучасних інформаційних технологій з новітніми освітніми технологіями забезпечує системний ефект, наслідком якого стає «технологічний прорив», який сьогодні має місце і в педагогіці [1].

Фізика як навчальна дисципліна стала однією з перших галузей освіти, де використання інформаційних технологій продемонструвало свої багаті можливості. Питаннями застосування сучасних інформаційних технологій в освітньому процесі з фізики займалися такі науковці: В. Ю. Биков, С. П. Величко, М. І. Жалдак, Ю. О. Жук, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваницький, М. П. Лапчик, Г. В. Луньова, Н. В. Морзе, О. В. Оспеннікова, Ю. С. Рамський, Т. В. Тихонова та ін. Ними були запропоновані та досліджені найрізноманітніші форми використання інформаційних технологій, зокрема, віртуальні експерименти, комп'ютерні тренажери розв'язування задач, тестуючі програми для перевірки знань тощо. Наразі в закладах вищої освіти накопичено значний досвід використання інформаційних технологій, і пошук нових його форм продовжується.

На сучасному етапі розвитку вищої освіти завданням навчальних закладів стає перехід від «передавання інформації у готовому вигляді до організації та системного управління самоосвітою студентів, формування у них досвіду продуктивної самостійної, пізнавальної діяльності, що забезпечує становлення цілісної особистості майбутнього педагога та його фахове зростання» [8, с. 239]. Значний потенціал у сприянні підвищення ефективності самостійної роботи студентів, на нашу думку, закладений у інформаційних технологіях навчання. Таке підвищення може бути забезпечене за рахунок активного впровадження у навчальний процес програмних засобів загального та вузькоспеціального навчального призначення. Проте, у науковій літературі бракує досліджень конкретно-методичного характеру з використання інформаційних технологій у самостійній роботі студентів фізичних спеціальностей закладів вищої педагогічної освіти.

Метою даної роботи є обґрунтування перспектив використання програмного середовища MathCAD для формування навичок розв'язування задач з теоретичної фізики у системі підготовки майбутніх вчителів фізики в рамках їхньої самостійної роботи.

Впровадження сучасних інформаційних технологій дозволяє реалізувати нові підходи до організації освітнього процесу в курсі теоретичної фізики у закладах вищої освіти. Призначення курсу теоретичної фізики у підготовці майбутніх вчителів фізики

полягає не лише у формуванні цілісної фізичної картини світу, роз'ясненні ідей та основних положень сучасних фізичних теорій, виявленні матеріальної природи фізичних явищ і процесів та причинно-наслідкових зв'язків між ними. До особливостей і завдань вивчення даної дисципліни слід віднести її спрямованість на практичне застосування отриманих знань при розв'язуванні фізичних задач. Розв'язування задач є найважливішим компонентом сучасних технологій навчання завдяки їх винятковій ролі у формуванні й розвитку пізнавальної активності, аналітичного стилю мислення; інтелектуальних і пошуково-творчих здібностей в умовах диференційованого навчання фізики; активізації навчально-пізнавальної діяльності на заняттях з фізики та під час самостійної роботи; оволодіння методами наукового пізнання.

Одним із ефективних інструментів набуття студентами навичок розв'язування задач є прикладні комп'ютерні програми математичного спрямування. На ринку програмного забезпечення сьогодні є велика кількість різних математичних пакетів, які можуть бути використані в освітньому процесі в цілому та в самостійній роботі студентів зокрема. Це такі програми як MathCAD, MatLAB, Mathematica, Derive, Maple, Lingo і Lindo, педагогічні програмні засоби GRAN-1, GRAN-2D, GRAN-3D, Advanced Grapher, USLGRAD, DG (динамічна геометрія) тощо. У підготовці бакалаврів фізики освоєння окремих доступних математичних програм є обов'язковим елементом змісту курсу інформатики.

У зв'язку з посиленням ролі самостійної роботи в освітньому процесі актуальною стає проблема її раціональної організації [5]. З метою підвищення ефективності самостійної роботи студентів в частині розв'язування задач з теоретичної фізики пропонуємо використання відомого математичного пакету MathCAD. Програма MathCAD давно отримала популярність і визнання не лише серед науковців, але й у викладачів і студентів закладів вищої освіти, оскільки серед інших програмних засобів вирізняється простотою та зручністю інтерфейсу, поданням математичних виразів у вигляді, близькому до традиційного друкованого запису на папері, можливістю короткочасного (30 днів) безкоштовного користування в ознайомчих і навчальних цілях [10] при відсутності ліцензії. Поширенню програми MathCAD у науковій і навчальній діяльності сприяє також наявність значної кількості посібників та інтернет-курсів для самостійного оволодіння даним програмним продуктом. Зокрема, розв'язання значної кількості задач загальної і теоретичної фізики засобами математичного пакету MathCAD можна знайти в книгах [6; 7], на Інтернет-сайтах [10] та ін.

В курсі теоретичної фізики використання математичного пакету MathCAD дозволяє вирішити цілий ряд важливих навчальних завдань:

- розв'язання фізичних задач різного роду складності з доведенням отриманого результату до числових значень та його аналізу шляхом цілеспрямованої зміни вхідних умов;
- перевірка висновків фізичних теорій для окремих явищ і процесів шляхом чисельного розв'язання відповідних рівнянь;
- унаочнення результатів розв'язання задач теоретичної фізики засобами дво- та тривимірної графіки та багато іншого.

Практичну реалізацію ідеї використання математичного пакету MathCAD в самостійній роботі студентів продемонструємо на прикладі курсу «Класична механіка і

основи механіки суцільних середовищ (ОМСС)», яка входить до циклу дисциплін теоретичної фізики. Значну частину навчального часу цього курсу складає самостійна робота студентів, яка передбачає, зокрема, в якості домашніх завдань розв'язування типових задач.

З метою підвищення мотивації студентів до вивчення теоретичної фізики нами було розроблено методичні рекомендації до самостійної роботи студентів з класичної механіки та ОМСС за різними темами, що включають приклади розв'язування задач з використанням програми MathCAD та завдання для самостійного розв'язання як типових, так і оригінальних задач. Передбачається, що викладач зі студентами на практичному занятті розв'язують запропоновані задачі аналітично та перевіряють і досліджують отриманий розв'язок засобами MathCAD. В якості прикладу розглянемо розв'язання задач з теми «Обернена задача динаміки».

Умова задачі: Тіло масою m падає в повітрі без початкової швидкості. Вважаючи силу опору повітря пропорційною квадрату швидкості ($R = \gamma v^2$), визначити швидкість тіла і його координату як функцію часу. До якого значення наближається швидкість з ростом часу?

Розв'язання задачі зводиться до інтегрування рівнянь руху $m \frac{dv}{dt} = mg - \gamma v^2$, що приводить до аналітичних виразів [4]:

- швидкість: $v = \sqrt{\frac{mg}{\gamma}} \operatorname{th} \left(t \sqrt{\frac{\gamma g}{m}} \right)$,
- координата: $x = \frac{m}{\gamma} \ln \left(\operatorname{ch} \left(t \sqrt{\frac{\gamma g}{m}} \right) \right)$,
- гранична швидкість: $v_{\max} = \sqrt{\frac{mg}{\gamma}}$.

Розв'язок цієї ж задачі в MathCAD отримуємо, використовуючи блок інтегрування диференціальних рівнянь **Given ... odesolve** і символну процедуру обчислення границь. Зразок виконання задачі наведено на рис. 1. Для виконання числових операцій задаємо певні значення вхідних параметрів задачі в системі СИ. Аналіз отриманих результатів здійснюємо шляхом їх порівняння з аналітичного і числового розв'язків.

Особливістю багатьох задач теоретичної фізики є їх розв'язання у загальному вигляді без числових розрахунків. MathCAD має засоби символних перетворень виразів, які можна використовувати у самостійній роботі. Для навчання студентів успішному використанню такого ефективного інструменту пропонуємо спочатку продемонструвати його можливості паралельно з аналітичним розв'язанням на одному з перших практичних занять теоретичної фізики. Це може бути наступна задача, яка розглядається на практичному занятті з теми «Пряма задача динаміки» [4]:

Умова задачі: Автомобіль маси m рухається по горизонтальній прямолінійній дорозі за законом $x(t) = A [kt - 1 + \exp(-kt)]$ ($k > 0$). Під час руху на автомобіль діє сила опору повітря, пропорційна квадрату її швидкості $F_{on} = \alpha v^2$. Знайти силу тяги двигуна автомобіля як функцію часу, її мінімальне і максимальне значення.

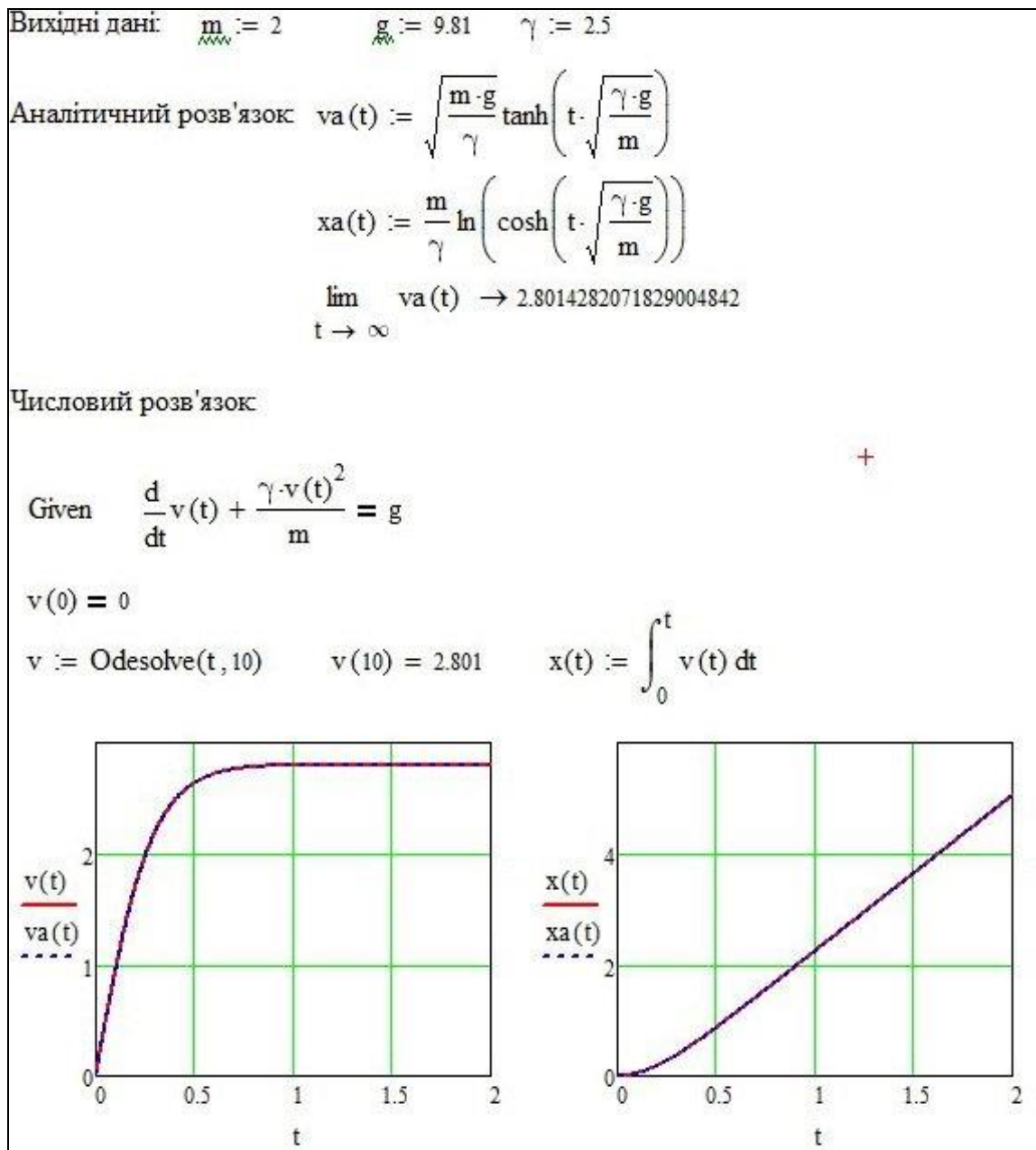


Рис. 1. Приклад розв'язання задач в MathCAD шляхом чисельного інтегрування диференційних рівнянь

На рис. 2 подано повний аналітичний розв'язок цієї задачі, отриманий за допомогою вбудованих у MathCAD символічних процедур. Він повністю ідентичний аналітичному розв'язку, отриманому традиційним шляхом за допомогою методів математичного аналізу.

$$\begin{aligned} \text{Закон руху:} & \quad x(t) := A \cdot (k \cdot t - 1 + \exp(-k \cdot t)) \\ \text{Швидкість:} & \quad v(t) := \frac{d}{dt} x(t) \quad v(t) \rightarrow A \cdot (k - k \cdot e^{-k \cdot t}) \\ \text{Прискорення:} & \quad w(t) := \frac{d^2}{dt^2} x(t) \quad w(t) \rightarrow A \cdot k^2 \cdot e^{-k \cdot t} \\ \text{Сила опору:} & \quad F_{\text{оп}}(t) := \alpha \cdot v(t)^2 \\ \text{Сила тяги} & \quad T(t) := m \cdot w(t) + F_{\text{оп}}(t) \\ & \quad T(t) \rightarrow A^2 \cdot \alpha \cdot (k - k \cdot e^{-k \cdot t})^2 + A \cdot k^2 \cdot m \cdot e^{-k \cdot t} \end{aligned}$$

Пошук мінімального значення сили тяги

$$\frac{d}{dt} T(t) \rightarrow 2 \cdot A^2 \cdot \alpha \cdot k^2 \cdot e^{-k \cdot t} \cdot (k - k \cdot e^{-k \cdot t}) - A \cdot k^3 \cdot m \cdot e^{-k \cdot t}$$

$$\frac{d}{dt} T(t) \text{ solve} \rightarrow -\frac{\ln\left(-\frac{m - 2 \cdot A \cdot \alpha}{2 \cdot A \cdot \alpha}\right)}{k}$$

$$t1 := \frac{d}{dt} T(t) \text{ solve} \rightarrow -\frac{\ln\left(-\frac{m - 2 \cdot A \cdot \alpha}{2 \cdot A \cdot \alpha}\right)}{k}$$

$$T(t1) \rightarrow A^2 \cdot \alpha \cdot \left[k + \frac{k \cdot (m - 2 \cdot A \cdot \alpha)}{2 \cdot A \cdot \alpha} \right]^2 - \frac{k^2 \cdot m \cdot (m - 2 \cdot A \cdot \alpha)}{2 \cdot \alpha}$$

$$T_{\text{min}} := T(t1) \text{ simplify} \rightarrow A \cdot k^2 \cdot m - \frac{k^2 \cdot m^2}{4 \cdot \alpha}$$

Максимальне значення сили тяги:

$$T(0) \rightarrow A \cdot k^2 \cdot m$$

$$T(\infty) \rightarrow A^2 \cdot \alpha \cdot (k - k \cdot e^{-k \cdot \infty})^2 + A \cdot k^2 \cdot m \cdot e^{-k \cdot \infty}$$

Рис. 2. Приклад розв'язання задач теоретичної фізики
засобами символьних обчислень в MathCAD

У наступному прикладі, що відноситься до практичного заняття з теми «Механічні коливання», демонструються можливості MathCAD в унаочненні отриманих результатів і полегшення їх аналізу.

Умова задачі: Визначити і накреслити фазову траєкторію для лінійного гармонічного осцилятора, рух якого описується рівнянням $\ddot{x} + \gamma \dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$, при умові, що коефіцієнт тертя значно менший від частоти власних коливань: $\gamma \ll \omega_0$.

Вихідні параметри задачі. Маса, коефіцієнт тертя, циклічна частота:

$$m := 5 \quad \omega_0 := 5 \quad \gamma := .2$$

Початкові значення координати, швидкості, імпульса:

$$x_0 := -1 \quad v_0 := 1 \quad p_0 := m \cdot v_0$$

Аналітичний розв'язок задачі:

$$\omega := \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\gamma^2}{4}} \quad x_a(t) := \exp\left(-\gamma \cdot \frac{t}{2}\right) \cdot \left(x_0 \cdot \cos(\omega \cdot t) + \frac{p_0}{m \cdot \omega} \cdot \sin(\omega \cdot t)\right)$$

$$p_a(t) := m \cdot \omega \cdot \exp\left(-\gamma \cdot \frac{t}{2}\right) \cdot \left(-x_0 \cdot \sin(\omega \cdot t) + \frac{p_0}{m \cdot \omega} \cdot \cos(\omega \cdot t)\right)$$

Чисельне розв'язання рівняння руху:

$$\text{Given} \left(\frac{d^2}{dt^2} x(t) \right) + \gamma \cdot \frac{d}{dt} x(t) + \omega_0^2 \cdot x(t) = 0$$

$$x'(0) = v_0 \quad x(0) = x_0$$

$$x := \text{Odesolve}(t, 20, 1000) \quad p(t) := m \cdot \frac{d}{dt} x(t) \quad +$$

Побудова фазової траєкторії згідно з аналітичним і чисельним розв'язками:

$$t := 0, 0.01 \dots 20$$

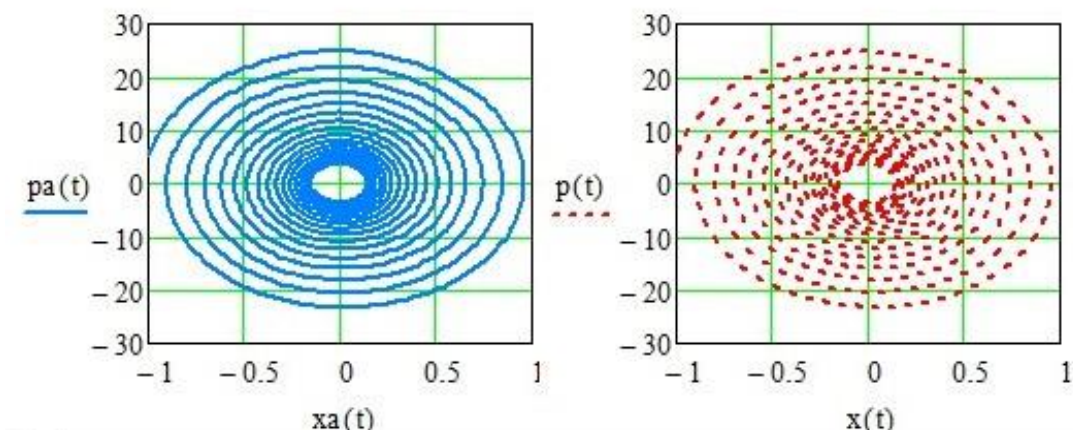


Рис. 3. Приклад графічного аналізу в MathCAD розв'язку задачі

Поданий (рис. 3) розв'язок задачі містить графіки фазової траєкторії гармонічного осцилятора, які отримані з аналітичного розв'язку (суцільна лінія) та з чисельного розв'язку MathCAD (штрихована лінія). Їх порівняння свідчить про еквівалентність розв'язків, отриманих різними шляхами.

При розв'язуванні задач з теоретичної фізики з використанням того чи іншого програмного засобу слід забезпечувати наявність елементів дослідження. У наступній задачі про математичний маятник студенти, використовуючи програму MathCAD,

повинні перевірити умови, за яких коливання маятника дійсно є гармонічними, та зробити загальні висновки.

Умова задачі: Порівняйте рух математичного маятника у випадку малих і великих амплітуд коливань. За яких умов коливання маятника є гармонічними?

Вихідні параметри: довжина математичного маятника: $L := 1$

Прискорення вільного падіння $g := 9.81$ Амплітуда: $\varphi_0 := 3$

Розв'язання рівняння коливань маятника з довільною амплітудою:

$$\text{Given } \frac{d^2}{dt^2} \varphi(t) + \frac{g}{L} \cdot \sin(\varphi(t)) = 0$$

Початкові умови: відхилення і швидкість $\varphi'(0) = 0$ $\varphi(0) = \varphi_0$

$\varphi := \text{Odesolve}(t, 10)$

Кут відхилення маятника від положення рівноваги при гармонічних коливаннях:

$$\varphi_1(t) := \varphi_0 \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{g}{L}} \cdot t\right)$$

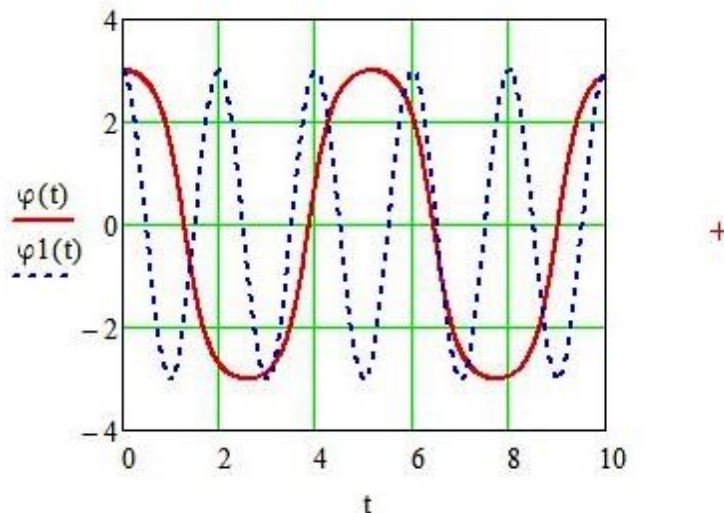


Рис. 4. Дослідження коливань математичного маятника з довільною амплітудою

Чисельний розв'язок рівняння коливань математичного маятника для довільної амплітуди (рис. 4) порівнюється графічно з аналітичним розв'язком для гармонічних коливань, який відповідає малим амплітудам. Змінюючи початкові умови та порівнюючи графіки обох розв'язків, студенти встановлюють їх узгодженість для малих амплітуд та їх розбіжність як за періодом, так і за законом руху.

Наведемо приклади задач для самостійного розв'язання в якості домашнього завдання студентам [4], які передбачають використання програми MathCAD.

1. На корабель, що рухається, діє сила опору води, пропорційна квадрату швидкості. Сила тяги двигуна змінюється по закону $T = T_0 \left(1 - \frac{v}{v_s}\right)$, де T_0 – сила тяги в момент, коли $v = 0$; $v_s = const$. Використовуючи програму MathCAD, знайдіть найбільшу швидкість, яку може розвинути корабель та порівняйте з результатом, отриманим аналітично.

2. Знайдіть кут нахилу ствола гармати до горизонту, якщо ціль знаходиться на відстані L , а початкова швидкість снаряду v_0 . Опір повітря пропорційний швидкості снаряду. Перевірте отриманий розв'язок в програмі MathCAD.

3. Пружинний маятник здійснює затухаючі гармонічні коливання за законом $x(t) = Ae^{-\gamma t} \sin(\omega t + \varphi_0)$. Дослідіть залежності його кінетичної і потенціальної енергії від часу.

4. Виведіть рівняння Лагранжа математичного маятника, точка підвісу якого рухається вздовж прямої, нахиленої до горизонту під кутом α , зі сталим прискоренням a та дослідіть в MathCAD його розв'язок.

Підготовка задач з теоретичної фізики для самостійного опрацювання студентами з використанням програми MathCAD не викликає труднощів, оскільки для цих цілей підходить чимало типових фізичних задач. Окремо виділимо книги [2; 6; 7], які безпосередньо призначені для розв'язування фізичних задач за допомогою комп'ютера.

Виконання завдань самостійної роботи передбачає, насамперед, побудову студентом математичної моделі досліджуваного явища або процесу, реалізацію моделі засобами MathCAD, отримання розв'язку поставленої задачі та його чисельний і графічний аналіз. Звіт з виконаної роботи подається студентом не лише у вигляді MathCAD-файлу з розв'язком задачі, але й текстовим документом, що містить детальний аналіз та обґрунтований висновок за отриманими результатами. Ці вимоги формують творчий підхід студента до такого традиційного виду діяльності студентів, як виконання домашніх завдань з розв'язування задач.

Результати педагогічного експерименту, проведеного в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини протягом 2017–2019 років, показали, що застосування запропонованих дидактичних і методичних розробок до курсу класичної механіки і ОмСС з використанням програми MathCAD забезпечують належне засвоєння навчального матеріалу теми студентами фізичних спеціальностей педагогічних університетів, набуття ними навичок використання програм для розв'язування фізичних задач, позитивно впливають на вивчення предмету і можуть бути рекомендовані до впровадження у навчальний процес вищих навчальних закладів.

Досвід використання MathCAD у самостійній роботі з теоретичної фізики продемонстрував підвищення мотивації студентів як до розв'язування задач з теоретичної фізики, так і до більш глибокого вивчення самої навчальної дисципліни. Таким чином, можна зробити висновок, що раціональна організація самостійної роботи студентів з використанням інформаційних технологій дозволяє не тільки інтенсифікувати роботу в якісному засвоєнні навчального матеріалу, а й закладає основи подальшої постійної самоосвіти та самовдосконалення, а інформаційно-освітне

середовище, яке створюється за допомогою інтеграції сукупності програмно-апаратних та традиційних форм навчання визначає самостійну роботу студента як більш незалежну, пріоритетну та творчу.

Перспективу подальших розвідок у напрямку впровадження інформаційних технологій навчання як засобу активізації самостійної та індивідуальної роботи студентів вбачаємо в розробці диференційованих завдань, покликаних забезпечити формування і розвиток умінь студентів педагогічних закладів вищої освіти розв'язувати задачі з використанням математичних програмних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю., Білоус О. В., Богачков Ю. М. та ін. Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України: метод. рекомендації / за заг. ред. В. Ю. Бикова, О. М. Спіріна, О. В. Овчарук. Київ: Атіка, 2010. 88 с.
2. Бурсиан Э. В. Задачи по физике для компьютера. Москва: Просвещение, 1991. 256 с.
3. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики. Москва: Наука, 1987. 552 с.
4. Дудик М. В., Феньків В. М., Хазін Г. А. Практичний курс теоретичної механіки: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. Київ: Міленіум, 2007. 122 с.
5. Журавська Л. М. Концептуальні умови управління самостійною роботою студентів у ВНЗ. *Освіта та управління*. 1999. Т. 3, № 2. С. 2–4.
6. Майер Р. В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. Глазов: ГГПИ, 2006. 37 с.
7. Очков В. Ф., Богомолова Е. П., Иванов Д. А. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 484 с.
8. Школа О. В. Теоретико-методичні засади навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2016. 470 с.
9. Mathcad в преподавании физики. URL: <https://intellect.icu/mathcad-v-prepodavanii-fiziki-1182>
10. PTC MathCAD 15.0. URL: <https://ptc.com/ru/products/MathCAD/free-trial>

REFERENCES

1. Bykov, V. Yu., Bilous, O. V., Bohachko, V. Yu. M. et al. (2010). *Osnovy standartyzatsii informatsiino-komunikatsiinykh kompetentnostei v systemi osvity Ukrainy*. V. Yu. Bykova, O. M. Spirina, O. V. Ovcharuk (Eds). Kyiv: Atika [in Ukrainian].
2. Bursian, E. V. (1991). *Zadachi po fizike dlya kompyutera*. Moskva: Prosveshchenie [in Russian].
3. Glushkov, V. M. (1987). *Osnovy bezbumazhnoy informatiki*. Moskva: Nauka [in Russian].
4. Dudyk, M. V., Fenkiv, V. M., Khazin, H. A. (2007). *Praktychnyi kurs teoretychnoi mekhaniky*. Kyiv: Milenium [in Ukrainian].
5. Zhuravska, L. M. (1999). *Kontseptualni umovy upravlinnia samostiinoiu robotoiu studentiv u VNZ*. *Osvita ta upravlinnia, issue 3, 2, 2–4* [in Ukrainian].
6. Mayer, R. V. (2006). *Reshenie fizicheskikh zadach s pomoshchyu paketa MathCAD*. Glazov: GGPI [in Russian].
7. Ochkov, V. F., Bogomolova, E. P., Ivanov, D. A. (2017). *Fiziko-matematicheskie etyudy s Mathcad i Internet*. Sankt-Peterburg: Lan [in Russian].
8. Shkola, O. V. (2016). *Teoretyko-metodychni zasady navchannia teoretychnoi fizyky maibutnikh uchyteliv fizyky*. *Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
9. *Mathcad v prepodavanii fiziki*. URL: <https://intellect.icu/mathcad-v-prepodavanii-fiziki-1182> [in Russian].
10. PTC MathCAD 15.0. URL: <https://ptc.com/ru/products/MathCAD/free-trial>