

УДК 372.853:004.942

**СВІТЛАНА ЄФИМЕНКО**

ORCID 0000-0001-7418-8489

*(Кропивницький)*

### **ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗАСОБІВ MATHCAD У ДОСЛІДЖЕННІ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ КОЛЕДЖІВ**

У статті розкривається проблема реалізації комп'ютерно-графічних технологій у навчанні фізики через впровадження елементів комп'ютерного моделювання. Запропонована методика використання графічного середовища системи комп'ютерної математики Mathcad під час дослідження гармонічних коливань студентами технічних і технологічних спеціальностей коледжів.

**Ключові слова:** комп'ютерна графіка, Mathcad, системи комп'ютерної математики, програмні засоби математичної підтримки, візуалізація, моделювання, дослідницька діяльність.

**Постановка проблеми.** Формування інформаційного простору в умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), впровадження ринку освітніх послуг у нашій державі спонукало освітян до пошуку нових методів, форм, засобів навчання, привабливих для сучасної вимогливої молоді.

Проникнення ІКТ в освітню діяльність коледжів і технікумів у першу чергу вплинуло на викладання дисциплін природничо-математичного та технічного напрямків, які й визначають науково-технічний прогрес сьогочасної держави.

Аналіз науково-методичної літератури, сучасного стану та перспектив розвитку комп'ютерних технологій дозволив зробити висновок, що в авангарді якісного оновлення засобів навчання фізики (у тому числі програмних), формування навчально-методичної та матеріально-технічної бази нового покоління стоять комп'ютерно-графічні технології.

Дидактичні можливості комп'ютерної графіки та програмних засобів, які її забезпечують, визначаються насамперед її методами. Серед методів комп'ютерної графіки вагоме місце у вивченні фізики посідають методи візуалізації та моделювання, які підвищують рівень розуміння фізичного матеріалу, забезпечують поєднання знаково-символічного й образного мислення, дозволяють активізувати навчальну діяльність студентів під час будь-яких форм занять завдяки надання їм повноважень дослідників.

Внаслідок цього викристалізовується проблема добору програмних засобів реалізації методів візуалізації та моделювання під час навчання фізики, які задовольняють дидактичним принципам, і розробки методики їх використання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні дидактичні та методичні аспекти застосування навчальних ресурсів комп'ютерної графіки досліджували О.Г. Глазунова, С.М. Горобець, Ю.О. Дорошенко, І.О. Завадський, І.Д. Нищак, М.Ф. Юсупова. Загальні принципи впровадження ІКТ у компетентнісному навчанні під час викладання природничо-математичних дисциплін розглядалися в наукових працях М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, О.П. Бендеса, С.П. Величко, О.А. Марченко, С.А. Ракова, Ю.І. Сінько, В.Д. Шарко. Питанням використання графічного і математичного моделюючих середовищ програмних засобів опікувалися вітчизняні та зарубіжні науковці А.В. Антоненко, А.О. Богуславський, Ю.О. Єфименко, Ю.В. Єчкало, А.М. Кундрат, М.М. Кундрат, Л.О. Флегантов, І.Ю. Щеглова.

**Мета статті.** На сьогодні існує широкий вибір комерційного та безкоштовного програмного забезпечення, зокрема педагогічних програмних засобів, від провідних світових виробників для будь-якої області знань. Але завжди право вибору того чи іншого програмного засобу, який забезпечуватиме розв'язання дидактичних задач, надається, насамперед, педагогічному працівнику. Тому метою моєю статті є обґрунтування вибору програмного засобу Mathcad та розкриття дидактичних і методичних аспектів використання його графічного середовища під час дослідження гармонічних коливань студентами технічних спеціальностей коледжів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Інформація, яку отримує людина про довкілля, потрапляє до нас через органи чуття, серед яких вкрай важливим є зір. Сприйнятий нервовими клітинами сенсорний сигнал передається для обробки до головного мозку, який входить до складу центральної нервової системи. Обробка інформації у мозку відбувається з залученням двох механізмів мислення: знаково-символічного, що маніпулює абстрактними послідовностями символів (об'єктів) з урахуванням семантики символів і практичних знань, зв'язаних з символами, та образного, яке працює з сенсорними образами та уявленнями про них. Другий механізм забезпечує максимальну швидкість обробки інформації, що сприймається у формі графічного зображення [1,с.11].

П.М. Ерднієв, описуючи необхідність застосування графічного образу в навчанні, посилається на те, що «рисунок (креслення, графік тощо) розвантажує апарат логіки і вмикає особливі механізми цілісної переробки інформації та збільшує певним чином пропускну здатність мозку, пришвидшує перебіг на цій базі складних логічних міркувань», що в умовах всезростаючого інформаційного навантаження є надзвичайно актуальним і потребує ґрунтовного вивчення [3,с.122].

Водночас більшість науковців вважають, що лише поєднання знаково-символічного (логіко-вербального) і образного мислення забезпечують «якісну інтегральну оцінку інформації». Одним із шляхів досягнення такого результату є моделювання.

Моделювання одночасно розглядається як метод, так і засіб пізнання та передбачає дослідження певних об'єктів, явищ, процесів через їхні аналоги – моделі з метою вирішення поставленої задачі. Використання ж комп'ютера як засобу моделювання, за словами М.С. Голованя, дає могутній поштовх для роздумів, спрощує усвідомлення суті нового поняття, сприяє індуктивним відкриттям [2].

Основною ознакою комп'ютерного моделювання є його інтерактивність – можливість безпосереднього діалогу в системі «комп'ютер – користувач» під час роботи з моделями.

Реалізація принципу моделювання здійснюється через програми та програмні комплекси Blender, Mathcad, Electronics Workbench, TinkerCAD, Business Studio, Geogebra, Matlab, Maple, GRAN, Derive, Mathematica, MS Excel, MS Access, MatLab Simulink, «Початки електроніки» тощо.

До програмних засобів, які опановують студенти технічних коледжів протягом навчання, відносяться програми офісного пакету MS Office, програма моделювання цифрових і аналогових електронних схем Electronics Workbench; система комп'ютерної математики Mathcad (СКМ), мови програмування Паскаль, Delphi, C++, система автоматизованого проектування Компас.

На думку вчених-методистів, найкращими засобами моделювання під час вивчення фізики в закладах середньої і професійної освіти є педагогічний програмний комплекс GRAN і табличний процесор Microsoft Excel. Для опису поведінки технічних пристроїв, сутності технологічних та електромеханічних процесів у вищій та фаховій передвищій освіті – віддають перевагу математичним пакетам Maple, Mathcad, пакету імітаційного моделювання Matlab та програмі Simulink.

Така диференціація у виборі програмних засобів є доречною, тому що СКМ Mathcad має більший потенціал для реалізації моделювання, ніж MS Excel, завдяки простому графічному інтерфейсу, нескладній вбудованій мові програмування, можливостям створення анімації, легкості управління різними областями в межах документу та враховує рівень пізнавальних здібностей студентів. Нажаль, наукові роботи, які пропонують

теоретичні і методичні основи використання програмного середовища Mathcad, у навчанні фізики практично відсутні.

З огляду на це, нами був розроблений спецкурс «Моделювання фізичних процесів засобами комп'ютерної графіки» для студентів технічних і технологічних спеціальностей коледжів, де відбувається не тільки формування системи фізичних знання на основі сучасних фізичних теорій, а й прищеплюються навички проектної, дослідницької діяльності, роботи з СКМ, які є одночасно засобом навчання та інструментом майбутньої діяльності фахівця.

Як приклад розглянемо можливості реалізації СКМ Mathcad у процесі вивчення гармонічних коливань.

Коливальні процеси мають вагомe значення в житті та техніці. Тому розгляд теорії коливань для майбутніх техніків і технологів є вкрай необхідним. На нашу думку, вивчення коливань, зокрема механічних, необхідно доповнити комп'ютерним моделюванням, яке дозволяє розширити коло методів навчання, надає самостійності в опануванні новим знанням, що за правильної організації навчання принесе кращий результат, ніж репродуктивний метод.

У зв'язку зі зниженням рівня знань абітурієнтів, які вступають до коледжів, будь-яке оперування апаратом вищої математики, побудова графіків тригонометричних функцій становлять для них значні труднощі. Отже підтримка вивчення коливального процесу засобами СКМ допоможе майбутнім фахівцям вирішити цю проблему з мінімальною витратою часу.

Так можливості символного обчислення в Mathcad дозволяють студентам отримати аналітичні функціональні залежності швидкості і прискорення гармонічних коливань від часу з наступною їхньою побудовою на одній координатній площині, що спрощує аналіз поведінки фізичних величин (рис.1, рис.2).

#### Гармонічні коливання

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\text{Швидкість } v = \frac{d}{dt}x(t) \rightarrow -\omega \cdot A \cdot \sin(\varphi_0 + \omega \cdot t)$$

$$\text{Прискорення } a = \frac{d^2}{dt^2}x(t) \rightarrow -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\varphi_0 + \omega \cdot t) \quad +$$

Рис. 1. Швидкість і прискорення гармонічних коливань

$A :=$    m  
 cm  
 mm

$$\omega := \frac{1}{4}\pi$$

$$\varphi := 0$$

$$A = 1 \text{ m}$$

$$x(t) := A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$$

$$t := 0, 0.1 \dots 20$$

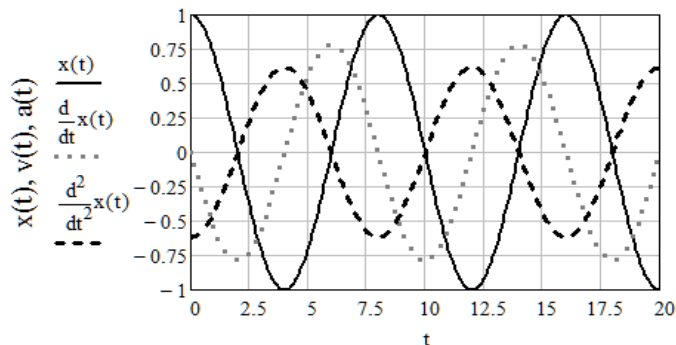


Рис. 2. Графіки функцій  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  гармонічних коливань

Коливання, з якими доводиться зустрічатися в житті, набагато складніші, ніж гармонічні. Техніки і технологи в своїй професійній діяльності мають справу з коливаннями технічного обладнання, різних конструкцій, елементів машин, які розглядаються як результат додавання декількох коливань. Для всебічного аналізу результату та наслідків додавання коливань студенти мають можливість за допомогою моделюючого середовища Mathcad зануритись у процес, який імітує діяльність науковця, тим самим оволодіти науковими методами фізики і засобами дослідження фізичних явищ (рис. 3).

#### Додавання гармонічних коливань

$$A1 := 0.2 \quad A2 := 0.2 \quad \omega1 := \frac{1}{2}\pi \quad \omega2 := \frac{1}{2}\pi \quad \varphi1 := \pi \quad \varphi2 := 0$$

$$x1(t) := A1 \cdot \cos(\omega1 \cdot t + \varphi1) \quad t := 0, 0.1..20$$

$$x2(t) := A2 \cdot \cos(\omega2 \cdot t + \varphi2) \quad x3(t) := x1(t) + x2(t)$$

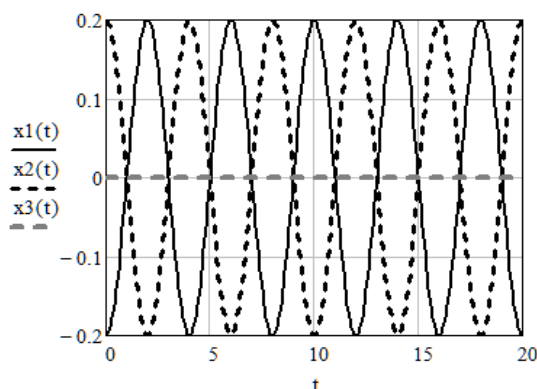


Рис. 3. Додавання гармонічних коливань з протилежними фазами.

Для узагальнення отриманих знань студентам можна запропонувати зарисувати вигляд результуючого коливання для різних значень параметрів коливань (циклічної частоти, різниці фаз, амплітуди) та зробити висновки.

Неабияку зацікавленість викликає у студентів додавання коливань матеріальної точки, які вона здійснює одночасно в двох взаємно перпендикулярних напрямках:

$$\begin{cases} x1(t) := A1 \times \cos(\omega1 \times t + \varphi1) \\ y2(t) := A2 \times \cos(\omega2 \times t + \varphi2) \end{cases}$$

При збудженні коливань матеріальна точка буде рухатись по деякій криволінійній траєкторії, форма якої залежить від різниці фаз і співвідношення частот коливань. Такі траєкторії називаються фігурами Лісажу.

Фігури Лісажу можна отримати за допомогою осцилографа або гармонографа. Але через брак часу та відсутність приладів для демонстрації рішенням проблеми постає імітаційне моделювання в СКМ Mathcad, що дозволяє студентам створити на екрані комп'ютера фігуру Лісажу будь-якої форми (рис.4).

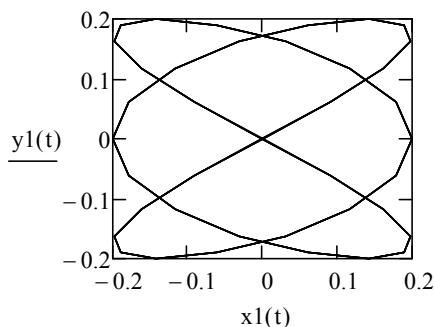


Рис. 4. Фігура Лісажу (співвідношення частот 2:3, різниця фаз  $3\pi/2$ )

Описана вище методика вивчення гармонічних коливань була апробована в ХТК імені Івана Кожедуба м. Шостки під час викладання спецкурсу «Моделювання фізичних процесів засобами комп'ютерної графіки» та показала зростання якості фізичних знань.

**Висновки.** Використання графічного середовища СКМ Mathcad у навчанні фізики студентів технічного і технологічного профілю є перспективним, бо задовольняє принципам адаптивності та диференціації, раціональності і цілісності, інтерактивності і відкритості, прикладної реалізованості, інтегративності тощо.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Божко А.М., Жук Д.М., Маничев В.Б. Комп'ютерна графіка: Навч. посібник для вузів. – М.: Вид-во МДТУ ім. М.Е. Баумана, 2007. – 392 с. – (Інформатика в технічному університеті).
2. Головань М. С. Розвиток пізнавальної активності учнів в процесі навчання алгебри і початку аналізу на основі НІТ : автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02 / Український державний педагогічний університет ім. М.П.Драгоманова/ М.С. Головань. – К., 1997. –22 с.
3. Ердієв П.М., Ердієв В.М. Укрупнення дидактичних одиниць у навчанні математики: Кн. для вчит. – М., 1986. – 255 с.

#### REFERENCES

1. Bozhko A.M., Zhuk D.M., Manychev V.B. Komp'yuternaya hrafika: Navch. posibnyk dlya vuziv. – M.: Vyd-vo MDTU im. M.E. Baumana, 2007. – 392 s. – (Informatyka v texnichnomu universyteti).
2. Holovan" M. S. Rozvytok piznaval"noyi aktyvnosti uchniv v procesi navchannya alhebry i pochatku analizu na osnovi NIT : avtoref. dys. ...na zdobuttya nauk. stupenya kand. ped. nauk : 13.00.02 / Ukrayins"kyj derzhavnyj pedahohichnyj universytet im. M.P.Drahomanova/ M.S. Holovan". – K., 1997. –22 s.
3. Erdniyev P.M., Erdniyev V.M. Ukrupnennya dydaktychnyx odyncy" u navchanni matematyky: Kn. dlya vchyt. – M., 1986. – 255 s.

SVETLANA YEFIMENKO

#### USING GRAPHIC TOOLS MATHCAD IN THE SUDY GRAPHICAL OSCILLATIONS OF STUDENTS OF TECHNICAL OF COLLEGES

The article is devoted to the choice of software that solves didactic problems in the study of physics and aims at intensifying the cognitive activity of students of technical colleges.

The article reveals the problem of implementation of computer-graphic technologies in the study of physics through the introduction of computer modeling elements. It is shown that computer graphics tools are one of the components of the intellectual learning environment.

Didactic capabilities of computer graphics and software that it provides are determined primarily by methods. Among methods of computer graphics, a significant place in the study of physics is occupied by methods of visualization and modeling that increase the level of understanding of physical material, provide a combination of symbolic and figurative thinking, allow intensifying student education activities during any form of employment by empowering them to researchers. To simulate physical processes, it is suggested to give preference to the mathematical package Mathcad.

Systems of computer mathematics Mathcad has great potential for simulation with a simple graphical interface, a simple built-in programming language, animation capability, ease of control over different areas in a document, and takes into account the level of cognitive abilities of students. Therefore, in the article the method of using the graphical environment of computer mathematical system Mathcad in the study of harmonic vibrations by students of technical and technological specialties of colleges is proposed. It is shown that using the graphical environment of the program, changing the parameters of oscillation, it is possible to better analyze their behavior. It is proved that the adequate use of pedagogical software tools for computer graphics contributes to the formation of research skills among students of technical colleges and creates conditions for their active work.

The described method for studying harmonic oscillations was tested during the course "Simulation of physical processes using computer graphics" and has been approved. Therefore, the use of the graphical environment of systems of computer mathematics Mathcad in the study of the physics of students of technical and technological profile is promising, since it satisfies the principles of adaptability and differentiation, rationality and integrity, interactivity and openness, applied implementation, integrity, etc.

**Key words:** *systems of computer mathematics, Mathcad, program means of mathematical support, visualization, laboratory experiment, investigation activity, modeling, analysis of results.*

Одержано 20.01.2018р.