

Dmytro Motorny Tavsia State Agrotechnological University

Formation of Information and Mathematical Competence of Higher Education  
Applicants in the General Course of Physics

Dyadenchuk A., Shkvyria V.

Melitopol, Ukraine

## Abstract

The article deals with the process of formation of information and mathematical competence of the higher education of engineering specialties in the general course of physics with the use of the Simscape visual programming package. During the study, the theoretical analysis of scientific literature was carried out; systematized and generalized scientific data for the study of the essence and structure of information and mathematical competence of higher education applicants; the experience of using innovative forms of study in the general course of physics is studied; the proposed approach to the educational process was introduced; Summarized and systematized results. The methodological basis of the study is to examine the process of formation of information and mathematical competences when studying physics using the MatLab software package. The solution of the problem in the study of oscillatory processes in the mechanical system with bound oscillations of two material points with MatLab Simscape is given. The components of the process of formation of information and mathematical competence of future engineers in the general course of physics are highlighted: motivational, creative, operational and technological, activity. These components include an increase in motivation, awakening of interest in the study of physics, mathematics, informatics and desires to self-realize; ability to show creativity, readiness for critical thinking and creative comprehension of the use of knowledge, skills and skills; ability to solve physics problems, selection of techniques and methods for solving nonstandard tasks, the use of mathematical and information tools when solving problems, knowledge of integration links of objects of general realization; solving professional tasks with the use of mathematical and information technologies.

The main tasks during the study of the general course of physics in the process of formation of information and mathematical competence are: a positive attitude to the study of physical and mathematical disciplines and the use of knowledge gained in future professional activities; ability to correctly choose

information and mathematical tools for solving applied tasks; ability in accordance with the set task to interpret and use the information received; ability to organize self-education and self-development. It has been established that this approach allows you to form an information and mathematical competence of higher education for higher education in the general course of physics, promotes the development of critical and algorithmic thinking and creative comprehension of the use of higher education acquisitions, skills and skills in the process of solving physical problems.

Key words: computer math system, Simscape visual programming package, oscillating processes, degrees of freedom, application task.

## Анотація

Формування інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти в загальному курсі фізики

Дяденчук А. Ф., Шквиря В. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Мелітополь, Україна

У статті розглянуто процес формування інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей у загальному курсі фізики із застосуванням пакета візуального програмування Simscape. У ході дослідження проведено теоретичний аналіз наукової літератури; систематизовано та узагальнено наукові дані для дослідження сутності й структури інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти; вивчено досвід використання інноваційних форм навчання в загальному курсі фізики; впроваджено запропонований підхід в освітній процес; узагальнено й систематизовано отримані результати. Методологічною основою дослідження є розгляд процесу формування інформаційно-математичної компетентності під час вивчення фізики з використанням програмного пакету MatLab. Наведено розв'язок задачі на вивчення коливальних процесів у механічній системі зі зв'язаними коливаннями двох матеріальних точок за допомогою MatLab Simscape. Виділено компоненти процесу формування інформаційно-математичної компетентності майбутніх інженерів в загальному курсі фізики: мотиваційний, творчий, операційно-технологічний, діяльнісний. Вказані компоненти передбачають підвищення мотивації, пробудження інтересу до вивчення фізики, математики, інформатики та бажанні самореалізуватися; уміння проявляти креативність, готовність до критичного мислення та творчого осмислення використання отриманих знань, умінь та навичок; уміння розв'язувати фізичні задачі, вибір прийомів і способів розв'язування нестандартних задач, застосування математичного та інформаційного

інструментаріїв під час розв'язування задач, знання інтеграційних зв'язків предметів загальнотеоретичної підготовки; розв'язування професійних задач із застосуванням математичних та інформаційних технологій. Основними завданнями під час вивчення загального курсу фізики в процесі формування інформаційно-математичної компетентності є: позитивне ставлення до вивчення фізико-математичних дисциплін та застосування отриманих знань у майбутній професійній діяльності; уміння правильно обирати інформаційні та математичні інструментарії до розв'язування прикладних задач; уміння у відповідності до поставленого завдання інтерпретувати та використовувати отриману інформацію; вміння та навички із організації самоосвіти та саморозвитку. Встановлено, що даний підхід дозволяє сформувати інформаційно-математичну компетентність здобувачів вищої освіти в загальному курсі фізики, сприяє розвитку критичного й алгоритмічного мислення та творчого осмислення використання здобувачами вищої освіти отриманих знань, умінь та навичок у процесі розв'язування фізичних задач.

Ключові слова: система комп'ютерної математики, пакет візуального програмування Simscape, коливні процеси, ступені свободи, прикладна задача.

## Аннотация

Формирование информационно-математической компетентности соискателей высшего образования в общем курсе физики

Дяденчук А. Ф., Шквиря В. В.

Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, Мелитополь, Украина

В статье рассмотрен процесс формирования информационно-математической компетентности соискателей высшего образования инженерных специальностей в общем курсе физики с применением пакета визуального программирования Simscape. В ходе исследования проведено теоретический анализ научной литературы; систематизировано и обобщено научные данные для исследования сути и структуры информационно-математической компетентности соискателей высшего образования; изучено опыт использования инновационных форм обучения в общем курсе физики; внедрено предложенный подход в образовательный процесс; обобщено и систематизировано полученные результаты. Методологической основой исследования является рассмотрение процесса формирования информационно-математической компетентности во время изучения физики с использованием программного пакета MatLab. Приведено решение задачи на изучение колебательных процессов в механической системе со связанными колебаниями двух материальных точек при помощи MatLab Simscape. Выделены компоненты процесса формирования информационно-математической компетентности будущих инженеров в общем курсе физики: мотивационный, творческий, операционно-технологический, деятельностный. Указанные компоненты предполагают повышение мотивации, пробуждение интереса к изучению физики, математики, информатики та желаний самореализоваться; умения проявлять креативность, готовность к критическому мышлению и творческому осмыслению использования полученных знаний, умений и навыков; умения

решать физические задачи, выбирать приёмы и способы решения нестандартных задач, применение математического и информационного инструментариев во время решения задач, знания интеграционных связей предметов общетеоретической подготовки; решение профессиональных задач с использованием математических и информационных технологий. Основными заданиями во время изучения общего курса физики в процессе формирования информационно-математической компетентности являются: положительное отношение к изучению физикоматематических дисциплин и применение полученных знаний в будущей профессиональной деятельности; умение правильно выбирать информационные и математические инструментарии к решению прикладных задач; умение в соответствии поставленного задания интерпретировать и использовать полученную информацию; умения и навыки в организации самообразования и саморазвития. Установлено, что данный подход позволяет сформировать информационно-математическую компетентность соискателей высшего образования в общем курсе физики, способствует развитию критического и алгоритмического мышления и творческого осмысления использования соискателями высшего образования полученных знаний, умений и навыков в процессе решения физических задач.

Ключевые слова: система компьютерной математики, пакет визуального программирования Simscape, колебательные процессы, степени свободы, прикладная задача.

## Вступ

При підготовці студентів інженерних спеціальностей актуальною є підготовка фахівців, які у достатній мірі володіють математичними знаннями, вміють використовувати їх в професійній діяльності та виявляють професійно-математичну компетентність при вирішенні професійних завдань [1]. Формування математичної компетентності, будучи складовою частиною професійної підготовки, яка сприяє розвитку конкурентоздатного, готового до адаптації та саморозвитку спеціаліста, є одним із ефективних засобів залучення студентів до методів наукового пізнання, володіння загальними логічними прийомами мислення. Математична компетентність полягає у вмінні бачити та застосовувати математику у реальному житті, будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, розуміти зміст і метод математичного моделювання [2] тощо.

У технічних вузах є фізико-математичні напрями підготовки, на яких здобувачів освіти вчать дисциплінам фізика, вища математика, прикладна математика, однак, у зв'язку з обмеженістю годин та значною кількістю освітніх дисциплін, у більшості освітньо-професійних програм відсутні такі курси як функціональний аналіз, чисельні методи, диференціальні та інтегральні рівняння тощо. Враховуючи це зростає роль знань допрофільних дисциплін, на які покладена відповідальність розгляду даних питань. В основі всіх технічних наук, так чи інакше, лежать фізичні закони та явища. У результаті вивчення загального курсу фізики студенти повинні отримати не тільки теоретичні знання з даної дисципліни, але й навчитися описувати фізичні процеси та явища і розв'язувати рівняння математичної фізики. Питання математичного моделювання у курсі фізики присвячено роботи Є. Коршака [3], Н. Подопрігора [4], Л. Ісичко [5] та інших. Окремі питання методики формування математичних компетентностей під час вивчення фізики розглянуто О. Кузьменко [6], Н. Костюченко [7], С Муравським [8] та іншими.



З іншого боку, одним із сучасних методів дослідження фізичних явищ є комп'ютерне моделювання. Можливостям використання обчислювальної техніки при вивченні фізики займалися С. Величко [9], П. Атаманчук [10], Н. Сосницька [11], В. Заболотний [12], І. Сальник [13] та інші. У процесі використання ЕОМ при розв'язуванні фізичних задач можна спостерігати за ходом складних нелінійних явищ і визначати вплив різних параметрів на їх хід. Раніше нами було показано можливості застосування MathCad [14], Scilab [15], Excel [16] при розв'язуванні технічних задач. Показано, що застосування зазначених комп'ютерних програм сприяє встановленню міжпредметних зв'язків між математикою, фізикою, інформатикою і підвищенню інтересу студентів до цих дисциплін. До систем комп'ютерної математики відноситься також пакет MatLab - потужне операційне середовище для виконання величезної кількості математичних та науково-технічних розрахунків й обчислень та спрощеними засобами завдання циклів. Однією з найбільш привабливих особливостей системи MatLab є наявність наглядного та ефективного засобу складання програмних модулів - пакета візуального програмування Simscape.

Однак наукових досліджень, що розкривають специфіку формування інформаційно-математичної компетентності майбутніх інженерів із врахуванням сучасних особливостей використання освітніх технологій, не так багато, а наявні в літературі визначення математичної та інформаційної компетентностей є розрізняльними поняттями. Все це сприяє подальшому пошуку нових підходів викладання дисциплін циклу загальної підготовки.

Метою статті є розгляд процесу формування інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей у загальному курсі фізики із застосуванням пакета візуального програмування Simscape.

## Матеріал і методи дослідження

У ході дослідження використано методи: теоретичний аналіз наукової літератури; систематизація та узагальнення наукових даних для дослідження сутності й структури інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти; вивчення досвіду використання інноваційних форм навчання в загальному курсі фізики; педагогічний експеримент; узагальнення й систематизація отриманих результатів.

Методологічною основою дослідження є розгляд процесу формування інформаційно-математичної компетентності під час вивчення фізики з використанням програмного пакету MatLab. Основи роботи в

MatLab детально викладено у відповідній літературі [17-19] і в даному дослідженні не розглядаються. У даній статті наведена задача на моделювання коливального руху, яка може бути розв'язана засобами MatLab і дозволяє сформуванню інформаційно-математичну компетентність здобувачів вищої освіти в загальному курсі фізики, а також показати можливість використання цього математичного пакету при вивченні фізики.

Коливальні процеси надзвичайно розповсюджені в природі та техніці. Вони допускають високий рівень математичної формалізації, який дозволяє описувати коливання та коливальні процеси різноманітної природи одними й тими ж рівняннями. В основному при вивченні даної теми розглядаються лише коливальні системи з одним ступенем свободи, однак у реальному світі можливе існування більшої кількості. Системи з багатьма ступенями вільності (до таких систем відносяться зв'язані фізичні або пружинні маятники, зв'язані коливні контури, двоатомні молекули, зв'язані акустичні резонатори [20] тощо) мають принципово нові ефекти, пов'язані з обміном енергією між ступенями вільності. Зростання числа ступенів вільності (більше 2) якісно не впливає на розв'язок, при цьому конкретизація фізичної природи процесу та розв'язку поставленої задачі здійснюється за допомогою простих аналогій, наприклад, між механічними та електромагнітними

коливаннями. У зв'язку з обмеженістю робочого часу вищезазначене дозволяє обмежитися розглядом механічних систем з двома ступенями вільності.

При обговоренні даного типу задач може бути використана наступна методика:

На першому занятті:

детальний розгляд умови задачі;

створення рисунку, побудова необхідних креслень;

аналітичний розв'язок задачі в загальному вигляді (запис необхідних математичних рівнянь);

розгляд алгоритму розв'язування та комп'ютерної програми, яка буде використана.

На наступному занятті:

створення студентами відповідного файлу в MatLab Simscape;

налагодження програми;

проведення серії обчислювальних експериментів;

інтерпретація та оформлення отриманих результатів у вигляді графіків.

Кожна програма дозволяє розв'язати цілу сукупність задач при різноманітних параметрах системи, початкових умовах та зовнішніх впливах. Графічне представлення фізичного процесу робить його більш наглядним, а вміння будувати та читати графіки сьогодні є обов'язковим для фахівців різних спеціальностей.

Розв'язання задачі в середовищі MatLab вимагає наявності не лише теоретичних знань із загального курсу фізики, але також оволодіння основними поняттями теорії диференціальних та інтегральних рівнянь, методами побудови математичних моделей різноманітних процесів та явищ природознавства і математичними методами дослідження і розв'язування основних задач математичної фізики, методами створення нескладних програм засобами інформаційних технологій. У процесі моделювання здобувачі вищої освіти знайомляться з мовою програмування, що містить

широкий спектр функцій, інтегроване середовище розробки та об'єктно-орієнтованими можливостями програм, написаних іншими мовами програмування.

## Результати

Нижче представлено розв'язок задачі на вивчення коливальних процесів у механічній системі, в якій можливі зв'язані коливання двох матеріальних точок (рис. 1).

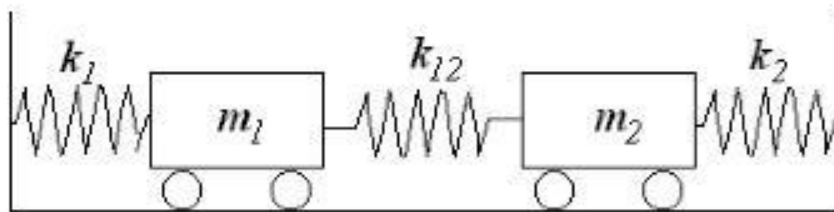


Рис. 1. Приклад системи з багатьма ступенями вільності: зв'язані маятники [20]

Оскільки рух матеріальних точок з масами  $m_1$  та  $m_2$  відбувається вздовж однієї координатної осі (OX), для опису стану механічної системи достатньо двох узагальнених координат:  $x_1$  та  $x_2$ ; і двох відповідних узагальнених швидкостей:  $\dot{x}_1$ ,  $\dot{x}_2$ . Загальною особливістю коливальних процесів є перетворення енергії коливань з одного виду в інший (потенціальної в кінетичну та навпаки для механічних коливань), або обмін енергією між ступенями свободи системи.

Запишемо функцію Лагранжа описаної системи:

$$L = K_1 + K_2 - E(x_1, x_2),$$

де  $K_1$ ,  $K_2$  - кінетичні енергії точок;  $E(x_1, x_2)$  - загальна кінетична

енергія системи.

$$K_1 = \frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2}; K_2 = \frac{m_2 \dot{x}_2^2}{2};$$
$$E(x_1, x_2) = \frac{k_1(x_1 - l_1)^2}{2} + \frac{k_2(x_2 - l_1 + l)^2}{2} + \frac{k(x_2 - x_1 - l)^2}{2}.$$

Відповідно функція Лагранжа:

$$L = \frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2^2}{2} - \frac{k_1(x_1 - l_1)^2}{2} - \frac{k_2(x_2 - l_1 + l)^2}{2} - \frac{k(x_2 - x_1 - l)^2}{2} \quad (1)$$

Повна механічна енергія системи:

$$E = \frac{m_1 \dot{x}_1^2}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2^2}{2} + \frac{k_1(x_1 - l_1)^2}{2} + \frac{k_2(x_2 - l_1 + l)^2}{2} + \frac{k(x_2 - x_1 - l)^2}{2} \quad (2)$$

Запишемо систему рівнянь Лагранжа (рівняння руху):

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial x_1} = 0, \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}_2} \right) - \frac{\partial L}{\partial x_2} = 0. \end{cases}$$
$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + k_1(x_1 - l_1) - k(x_2 - x_1 - l) = 0, \\ m_2 \ddot{x}_2 + k_2(x_2 - l_1 + l) - k(x_2 - x_1 - l) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Розглянемо найпростіший випадок системи (3):

$$l_1 = l_2 = l; m_1 = m_2 = m; k_1 = k_2 = k,$$

де

$l_1, l_2$  - довжини пружних зв'язків (пружин) в недеформованому стані,  
 $k_1, k_2$  - коефіцієнти пружності зв'язків (пружин).

Додавши рівняння системи (3) та ввівши позначення  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$  ( $\omega_0$  — циклічна частота власних коливань вантажу  $m$  на пружині з коефіцієнтом

пружності  $k$ ), отримаємо:

$$m(\ddot{x}_1 + \ddot{x}_2) + k(x_1 + x_2) - 3kl = 0. \quad (4)$$

Позначимо суму координат матеріальних точок, як окрему координату:  
 $y = x_1 + x_2$ .

Тоді рівняння (4) матиме вигляд:

$$\ddot{y} + \omega_0^2 y = 3\omega_0^2 l. \quad (5)$$

Знайдемо розв'язок рівняння (5), як суму загального розв'язку однорідного та часткового розв'язку неоднорідного рівнянь:

$$\begin{aligned} y(t) &= y_{з.о.} + y_{ч.н.} = C \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + 3l. \\ y(t) &= C \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + 3l. \end{aligned} \quad (6)$$

Відповідно швидкості і прискорення:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) + \dot{x}_2(t) &= -\omega_0 C \sin(\omega_0 t + \varphi_0); \\ \ddot{x}_1(t) + \ddot{x}_2(t) &= -\omega_0^2 C \cos(\omega_0 t + \varphi_0). \end{aligned}$$

Залежності  $x_1(t)$  та  $x_2(t)$  належать до сімейства функцій із загальним виглядом:

$$\begin{cases} x_1(t) = C_1 \cos(\omega t + \varphi_0) + a + f(t), \\ x_2(t) = C_2 \cos(\omega t + \varphi_0) + b - f(t). \end{cases} \quad (7)$$

де  $C_1 + C_2 = C$ ;  $a + b = 3l$ .

При цьому, виходячи з геометричних та механічних обмежень задачі, функція АО повинна мати область значень:

$$f(t) \in \left[ \frac{C}{2} - a; 3l - \left( \frac{C}{2} + a \right) \right].$$

Обмеженість значень  $f(t)$  дозволяє обрати одним з варіантів її вигляду гармонійну функцію з амплітудою:

$$f_m = \frac{3l - \left( \frac{C}{2} - a \right)}{2} = \frac{3l - \frac{C}{2} - a - \frac{C}{2} + a}{2} = \frac{3l - C}{2}.$$

Така функція може мати вигляд:

$$f(t) = \frac{3l - C}{2} \cos(\omega t + \alpha) + \frac{3l - 2a}{2}, \quad (8)$$

Отримуємо сімейство функцій, до якого належать розв'язки поставленої задачі:

$$\begin{cases} x_1(t) = \frac{C}{2} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) + \frac{3l - C}{2} \cos(\omega t + \alpha) + \frac{3l}{2}; \\ x_2(t) = \frac{C}{2} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) - \frac{3l - C}{2} \cos(\omega t + \alpha) + \frac{3l}{2}. \end{cases} \quad (9)$$

Підставимо розв'язки (9) у вираз (2) для повної механічної енергії:

$$E = \frac{1}{4}(C^2 k + 3l^2) + \frac{(3l - C)^2}{4} m \left( 3\omega_0^2 \cos^2(\omega t + \alpha) + \omega^2 \sin^2(\omega t + \alpha) \right).$$

Умова консервативності системи у даному випадку може виконуватися лише для випадку:

$$\omega^2 = 3\omega_0^2; \quad \omega = \sqrt{3}\omega_0.$$

В цьому випадку:

$$E = \frac{3}{4} m \omega_0^2 (9l^2 - 4lC) + \frac{3l^2}{4}. \quad (10)$$

Проведемо моделювання поведінки зв'язаних коливань двох матеріальних точок (рис. 1) в MatLab Simscape.

Вихідними (заданими) параметрами для моделювання будуть:

параметри самого маятника (рис. 2);

початкові умови руху маятника:

початкове відхилення від вертикалі;

початкова безрозмірна швидкість системи.



Рис. 2. Вихідні параметри для моделювання представленої системи

Сформуємо блок-схему, здійснюючи моделювання поведінки системи сполучених маятників, наступним чином:

в основу блок-схеми покладемо дві маси (mass), які з'єднанні трьома пружинами (spring) із демпферами (damper) між собою послідовно і джерелом сили (Force Source) для завдання початкового коливання. З обох боків розташовані опорні точки (Mechanical Translational Reference);

для зняття переміщення маси та швидкості коливання маси використаємо сенсор руху (Motion Sensor). Оскільки блок-схема була побудована із блоків Simscape, а Data inspector використовується з бібліотекою Simulink, то використаємо перетворювач вхідного фізичного сигналу в сигнал Simulink (Simulink-PS Converter).

На рис. 3 наведено блок-схему, яка реалізує вказані ідеї.



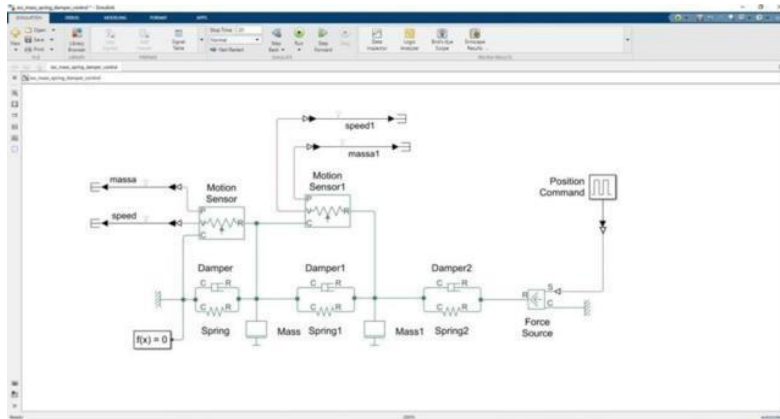
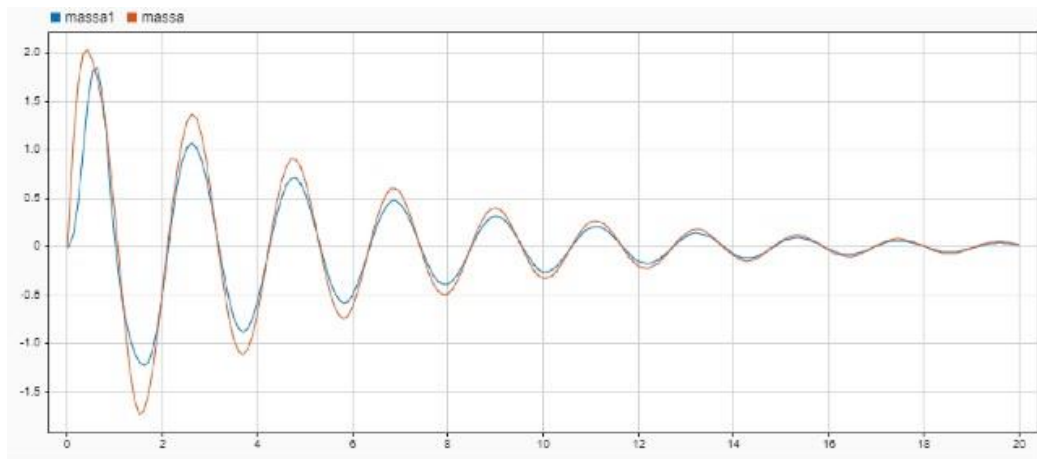
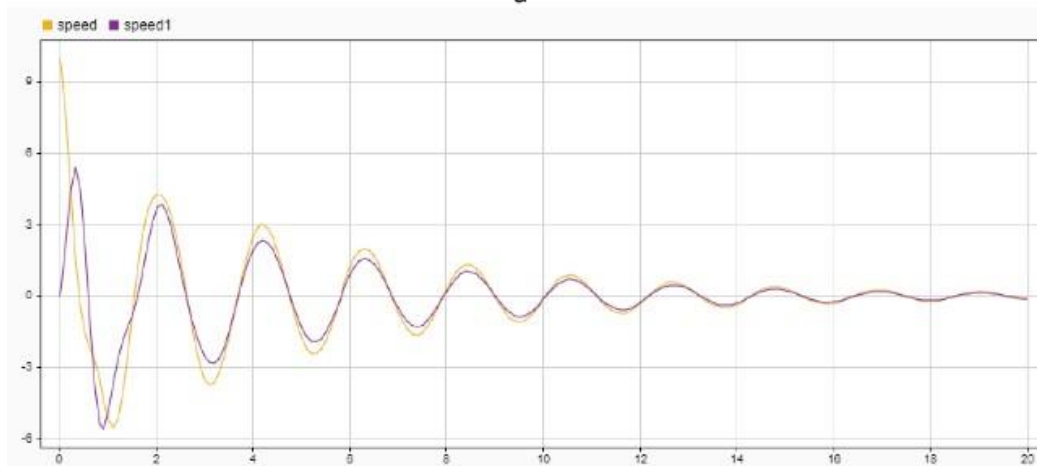


Рис. 3. Блок схема системи зв'язаних маятників



а



б

Рис. 4. Графіки залежності: а) положення маси від часу; б) швидкість маси від часу

Використовуючи меню Simulation вікна головної блок-схеми, а в підрозділі Simulate, яка з'являється при цьому, - команду Run, запускаємо процес моделювання створеної S-моделі маятника. По закінченні часу моделювання (Stop Time=20 s) викликаємо команду Data inspector, обираємо потрібний графік та період (рис. 4, а). У Data inspector можливо обирати декілька графіків одночасно для детального, наглядного аналізу. Наприклад, обираємо speed, speed1 (рис. 4.б) та отримуємо графік залежності швидкості коливання маси відносно часу.

### Обговорення

Структурований підхід до викладення матеріалу, що включає основні теоретичні відомості і детально розібраний приклад розв'язування задачі, дозволяє студентам не лише оволодіти математичним апаратом, але й навчитися застосовувати його при розв'язуванні прикладних задач. Запропонована модель формування інформаційно-математичних компетентностей дозволяє застосовувати студентам у повній мірі раціональні роздуми: осмислення фізичних властивостей досліджуваного об'єкта; висунення гіпотез при аналітичному чи числовому розв'язуванні задач; розумні аналогії, уточнення, контроль збіжності і похибки обчислювального алгоритму розв'язування задач тощо. Із досвіду використання в загальному курсі фізики моделювання динамічних систем за допомогою пакету Simscape можна стверджувати, що заміна тексту процедури блок-схемами рівнянь руху є більш наочною і дозволяє контролювати правильність набору шляхом розуміння фізичного змісту окремих блоків та їх взаємозв'язків.

Крім того, що застосування запропонованого підходу сприяє розумінню числових методів розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь, воно також сприяє встановленню міжпредметних зв'язків між математикою, фізикою, інформатикою та підвищує інтерес до вказаних дисциплін. У процесі такого навчання у здобувачів вищої освіти розвивається

науковий світогляд, логічне й алгоритмічне мислення, творча активність та самостійність. Студенти набувають умінь та навичок застосовувати знання як в наступному вивченні інших дисциплін, так і майбутній професійній діяльності.

Процес формування інформаційно-математичної компетентності майбутніх інженерів в загальному курсі фізики включає кілька компонентів, які в сукупності утворюють систему, яка є невід'ємною складовою професійної підготовки конкурентоздатного, готового до адаптації і саморозвитку спеціаліста. Дана система включає:

підвищення мотивації, пробудження інтересу до вивчення фізики, математики, інформатики та бажанні самореалізуватися - мотиваційний компонент;

уміння проявляти креативність, готовність до критичного мислення та творчого осмислення використання отриманих знань, умінь та навичок - творчий компонент;

уміння розв'язувати фізичні задачі, вибір прийомів і способів розв'язування нестандартних задач, застосування математичного та інформаційного інструментаріїв під час розв'язування задач, знання інтеграційних зв'язків предметів загальнотеоретичної підготовки - операційно-технологічний компонент;

розв'язування професійних задач із застосуванням математичних та інформаційних технологій - діяльнісний компонент.

Таким чином, в процесі формування інформаційно-математичної компетентності під час вивчення загального курсу фізики основні завдання полягають у формуванні:

позитивного ставлення до вивчення фізико-математичних дисциплін та застосування отриманих знань у майбутній професійній діяльності;

уміння правильно обирати інформаційні та математичні інструментарії до розв'язування прикладних задач;

уміння у відповідності до поставленого завдання інтерпретувати та

використовувати отриману інформацію;

вміння та навички із організації самоосвіти та саморозвитку, з метою поповнення власних знань.

## Висновки

У дослідженні проведено теоретичне узагальнення і запропоновано підхід до формування інформаційно-математичної компетентності здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей у загальному курсі фізики із застосуванням пакета візуального програмування Simscape.

Інформаційно-математична компетентність майбутнього інженера є важливою якістю фахівця, яка забезпечує здатність усвідомлено і самостійно застосовувати інформаційний та математичний інструментарій відповідно до поставлених завдань. Структурні компоненти інформаційно-математичної компетентності (мотиваційний, творчий, операційно-технологічний, діяльнісний) представлені різними характеристиками (знання, вміння, навички, мотиви, здібності, досвід тощо), а їхнє поєднання призводить до оволодіння фізичними, математичними та інформаційними знаннями й уміннями в процесі навчальної діяльності; інтеграції змісту дисциплін; сприяє прискоренню отримання знань та вмінь студентів, а також їх навичок самостійної роботи та подальшої професійної діяльності.

Інтеграція математичного та комп'ютерного моделювання в курс фізики сприяє розвитку критичного й алгоритмічного мислення та творчого осмислення використання здобувачами вищої освіти отриманих знань, умінь та навичок у процесі розв'язування задач. У результаті інтерес студентів до предмету зростає, а швидкість освітнього процесу зростає, що призводить до підвищення якості викладання дисципліни.

## Бібліографічні посилання

1. Гельфанова Д. Д. Формування професійно-математичної компетентності майбутніх інженерів-педагогів у процесі фахової підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04 - теорія і методика професійної освіти. Київ, 2013. 22 с.
2. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2005. 503 с.
3. Коршак Є., Коршак Н. Математичне моделювання під час розв'язування фізичних задач. Фізика та астрономія в школі: науково-методичний журнал. 2010. № 3. С. 10-11.
4. Podoprygora N. Organization and realization of the experimental cycle of scientific cognition at Physics study. Last-American Journal of Physics Education. 2014. V. 8. 1. Pp. 13-21.
5. Ісичко Л. В. Математичне моделювання як один з етапів процесу розв'язування фізичних задач. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. 2013. Вип. 109. С. 176-180.
6. Кузьменко О. С., Дембіцька С. В. Формування STEM-компетентностей студентів під час розв'язування фізичних задач з поєднанням принципу симетрії в вищих технічних навчальних закладах. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. 2017. Вип. 23. С. 20-22.
7. Костюченко Н. Ю. Проектна діяльність як спосіб формування математичної компетентності майбутніх учителів фізики і математики. Педагогічний альманах. 2017. Вип. 33. С. 165-172.
8. Муравський С. А. Формування предметної компетентності студентів у процесі вивчення фізики у вищих навчальних закладах. Фізико-математична освіта. 2016. Вип. 4. С. 95-99.

9. Величко С. П., Ткаченко В. М. Поєднання навчального експерименту із сучасними засобами інформаційно-комунікаційних технологій на прикладі аналізу коливального руху тягарця на пружині. Фізико-математична освіта. 2018. Вип. 1. С. 158162.
10. Атаманчук П. С., Сосницька Н. Л. Основи впровадження інноваційних технологій навчання фізиці: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2007. 200 с.
11. Sosnickaya N., Morozov M., Khalanchuk L., Onyshchenko H. Modelling the Electromagnetic Processes and Phenomena in Quantum-Sized Systems in the Course of Physical and Mathematical Support of Master's Programs for the "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics Specialty. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). 2019. Pp. 402-405.
12. Заболотний В. Ф. Використання демонстраційних комп'ютерних моделей при навчанні методики вивчення хвильової оптики. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. 2006. Вип. 12. С. 110-113.
13. Сальник І. В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні фізики студентів нефізичних спеціальностей педагогічних ВНЗ. Інформаційні технології в освіті. 2013. Вип. 15. С. 204-209.
14. Дяденчук А. Ф., Халанчук Л. В. Застосування середовища Mathcad у загальному курсі фізики при підготовці фахівців інженерних спеціальностей. Інженерні та освітні технології. 2020. Т. 8. № 4. С. 40-50.
15. Дяденчук А.Ф., Халанчук Л.В. Формування професійної компетентності майбутніх інженерів при розв'язуванні прикладних задач у пакеті SCILAB. Моделювання компетентнісної професійної освіти в контексті євроінтеграції : монографія / кол. авт; за заг. ред. проф. Н.П. Волкової. Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2021. С. 289-309.
16. Дяденчук А. Підвищення ефективності навчання за допомогою MS Excel при розв'язуванні фізичних задач. Освіта і суспільство VI. 2021. С. 240-244.

17. Schweizer W. Simulation physikalischer Systeme: computational physics mit MATLAB. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2016. p.
18. Capetillo G. M. Matlab and Maple animation with physics-mathematical partial differential equations. Revista Mexicana de Fisica E. 2007. V. 53 (1). Pp. 56-66.
19. Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB : Учебное пособие. Киев : НТУУ «КПИ», 2003. 424 с.
20. Анісімов І. О. Коливання та хвилі : навчальний посібник. Київ : Академпрес, 2003. 280 с.

### References

1. Gelfanova, D. D. Formation of professionally-mathematical competence of future engineers-teachers in the progress of training. (2013). [Formuvania profesiino-matematichnoi kompetentnosti maibutnich inzheneriv-pedahohiv u protstesi fachovoi pidhotovky]. Pedagogic science candidate author's abstract, 13.00.04 - the theory and methodology of vocational education, Kyiv, 22. [in Ukrainian]
2. Rakov, S. A. (2005). Formation of mathematical competencies of mathematics teachers on the basis of research approach in teaching with the use of information technologies [Formuvania matematichnykh kompetentnostei uchytelia matematyky na osnovi doslidnytskoho pidkhodu u navchanni z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii]. Pedagogic science doctoral theses, 13.00.02, M. P. Drahomanov National Pedagogical University. Kyiv, 503. [in Ukrainian]
3. Korschak, Ye., Korschak, N. (2010). Mathematical modeling during the solution of physical problems [Matematychni modeliuvannia pid chas rozv'iazuvannia fizychnykh zadach]. Physics and astronomy at school [Fizyka ta astronomiia v shkoli]. 3. 10-11. [in Ukrainian]
4. Podoprygora, N. (2014). Organization and realization of the experimental cycle of scientific cognition at Physics study. Last- American Journal of Physics



Education. 2014. 8 (1), 13-21.

5. Isychko, L. V. (2013). Mathematical modeling as one of the stages of the process of solving physical problems [Matematychni modeliuvannia iak ody z etapiv protstesu rozv'iazuvannia fizychnykh zadach]. Bulletin of the Chernihiv national pedagogical university. Pedagogical science [Visnyk Chernihivs'koho natstionalnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky]. 109. 176-180. [in Ukrainian]

6. Kuzmenko, O. S., Dembitska, S. V. (2017). Forming STEM-competencies of students at the time of development of physical problems with combination of the principle of symmetry in higher educational students [Formuvania STEM-kompetentnosti studentiv pid chas rozv'iazuvannia fizychnykh zadach z poiednanniam pryntstypu symetrii v vyzchych tekhnichnykh navchal'nykh zakladakh]. Collection of scientific works of Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ogiienko. The series is pedagogical [Zbirnyk naukovykh pratst Kamianetst-Podilskoho natstionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna]. 23, 20-22. [in Ukrainian]

7. Kostyuchenko, N. I. (2017). Project activity as a way of forming mathematical competence of future teachers of physics and mathematics [Proektna diialnist' iak sposib formuvania matematychnoi kompetentnosti majbutnich uchytelev fizyky i matematyky]. Pedagogical almanac [Pedahohichni al'manach]. 33. 165-172. [in Ukrainian]

8. Muravskii, S. A. (2016). Formation of subject competence of students in the process of studying physics in higher educational I higher educational institutions [Formuvania predmetnoii kompetentnosti studentiv u protstesi vyvchennia fizyky u vyzchych navchalnykh zakladakh]. Physical and mathematical education [Fizyko-matematychna osvita]. 4. 95-99. [in Ukrainian]

9. Velichko, S. P., Tkachenko, V. M. (2018). Association of educational experiment and of modern means of information and communication technologies at the example of the analysis of the oscillating motion of the spring with the load [Poiednannia navchal'noho eksperymentu iz suchasnymy zasobamy informatstino-

- komunikatstiiinykh tehnolohii na prykladni analizu kolyval'noho rukhu tiahartstia na pruzhyni]. Physical and mathematical education [Fizyko-matematychna osvita]. 1. 158-162. [in Ukrainian]
10. Atamanchuk, P. S., Sosnitskaya, N. L. (2007). Fundamentals of implementation of innovative technologies for teaching physics: a textbook [Osnovy vprovadzhennia innovatstiiinykh tehnolohii navchannia fizyysti: navchalnyi posibnyk]. Kamenets-Podolsky: Alphabet-NEW, 200. [in Ukrainian]
11. Sosnickaya, N., Morozov, M., Khalanchuk, L., Onyshchenko, H. (2019). Modelling the Electromagnetic Processes and Phenomena in Quantum-Sized Systems in the Course of Physical and Mathematical Support of Master's Programs for the "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics Specialty. IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). 402-405.
12. Zabolotny, V. F. (2006). The use of demonstration computer models in teaching methods for studying wave optics [Vykorystannia demonstratstiiinykh kompiuternykh modelei pry navchanni metodyky vyvchennia hvyliovoi optyky]. Collection of scientific works of Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ogienko. The series is pedagogical [Zbirnyk naukovykh prats Kamianetst-Podilskoho natstionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna]. 12, 110-113. [in Ukrainian]
13. Salnyk, I. V. (2013). Use of information and communication in teaching physics to students of non-physical specialties of pedagogical universities [Vykorystannia informatstiiino-komunikatstiiinykh tehnolohii u navchanni fizyky studentiv nefizychnykh special'nostei pedahohichnykh VNZ]. Journal of information technologies in education [Informatstiiini tehnolohii v osviti]. 15. 204209. [in Ukrainian]
14. Dydenchuk, A. F., Khalanchuk, L. V. (2020). Application of Mathcad environment in the general course of physics at preparation of experts of engineering specialties [Zastosuvannia seredovyzcha Mathcad u zahal'nomu kursi fizyky pry pidgotovtsti fachivtstiv inhenerykh spetsial'nostei]. Engineering and

Educational Technologies [Inzhenerni ta osvichni tehnolohii]. 8 (4), 40-50.

15. Dydenchuk, A. F., Khalanchuk, L. V. (2021). Formation of professional competence of future engineers for solving applied problems in package Scilab [Formuvania profesiinoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv pry rozv'iazuvannia prykladnykh zadach u paketi Scilab]. Modeling of competence professional education in the context of European integration [Modeliuvannia kompetentnisnoi profesiinoi osvity v konteksti ievrointegratsii]: monograph [Electronic edition] / team of authors under the general edition prof. N. P. Volkovoi. Dnipro : Alfred Nobel University. 289-309. [in Ukrainian]
16. Dyadenchuk, A. (2021). Improving efficiency through training in MS Excel solving physical problems [Pidvyzchennia efektyvnosti navchannia za dopomogoiu MS Excel pry rozv'iazuvannia fizychnykh zadach]. Education and society VI [Osvita i suspil'stvo VI]. 240-244. [in Ukrainian]
17. Schweizer, W. (2016). Simulation physikalischer Systeme: computational physics mit MatLab. Walter de Gruyter GmbH & Co KG. [in German]
18. Capetillo, G. M. (2007). Matlab and Maple animation with physics-mathematical partial differential equations. Revista Mexicana de Fisica E. 53 (1). 56-66.
19. Lazarev, Yu. F. (2003). Start programming in the MatLab environment [Nachala prohramirovaniia v srede MatLab]: a textbook. Kiev : NTUU «KPI», 424. [in Russian]
20. Anisimov, I. O. (2003). Vibrations and waves [Kolyvannia ta khvyli]: a textbook. Kiev : Akadempres, 280. [in Ukrainian]