

ВПРОВАДЖЕННЯ ДИДАКТИЧНОГО МЕТОДУ МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС З ФІЗИКИ: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ

Вступ

В результаті науково-технічних досліджень, розвитку технологій відбувається природний процес вдосконалення фахових знань, умінь, навичок, компетентностей спеціаліста певної галузі знань. Фізичні знання (поняття, явища, закони, закономірності, теорії) – це каркас в умовах підготовки майбутніх інженерів. Освітня діяльність майбутніх інженерних кадрів і в профільній школі, і в ЗВО підпорядковується свідомому опануванню цим каркасом, який виступає базою для засвоєння технічних та спеціальних дисциплін інженерної спеціальності. Однією із фахових компетентностей [12], якою оволодівають майбутні інженери в процесі освітньої діяльності – це здатність щодо аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки. Для встановлення закономірностей, законів будь-яка наука для пізнання застосовує різні методи. А для формування компетентностей необхідних майбутнім фахівцям щодо здійснення своєї професійної діяльності викладачі, зокрема, з дисципліни «фізика» застосовують різноманітні дидактичні методи в умовах здійснення освітнього процесу. Ні в кого не викликає сумнівів в тому, що практичне спрямування навчання фізики сприяє поглибленню теоретичних знань майбутніх інженерів та реалізується в результаті інтеграції фізичних і фахових знань. Реалізувати це досить важливе завдання доцільно, на наш погляд, шляхом впровадження такого дидактичного методу, як дидактичний метод моделювання реальних фахових об'єктів в освітньому процесі з фізики.

Аналіз досліджень та публікацій

Відомо, що для встановлення закономірностей, законів будь-яка наука для пізнання застосовує метод моделювання. Свого часу були розроблені різні фізичні моделі, а саме: математичний маятник, фізичний маятник, гармонічний осцилятор, матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, абсолютно пружне тіло, абсолютно чорне тіло, ідеальний газ тощо. Завдяки зазначеним вище моделям вивчались існуючі та не існуючі об'єкти, явища, процеси, будувались теорії. Моделювання фізичних процесів розглядають як один із компонентів методології фізики. Методологічну основу моделювання фізичних процесів складають праці видатних вчених, а саме:

- в галузі фізики Н. Бора, Луї де Бройля, П. Дірака, А. Ф. Іоффе, М. О. Маркова, Р. Фейнмана, Я. І. Френкеля, А. Ейнштейна та інших;
- в галузі фахових знань 13 «Механічна інженерія» П. М. Аксьонова., А. І. Горського, В. Ю. Ольшанецького; Сосненко М.М. та інших;
- в галузі дидактики фізики А. М. Андрєєва, О. І. Бугайова, С. У. Гончаренка, О. І. Іваницького, Е. В. Коршака, С. Є. Каменецького, О. І. Ляшенка, А. І. Павленка, В. Г. Разумовського, О. В. Сергєєва, Є. П. Соколова та інших;
- в працях психологів К. Н. Волкова, Л. С. Виготського, Л. М. Фридмана та інших.

Отже, аналіз наукових джерел, аналіз нормативно-правової документації в сфері освіти, порівняння, узагальнення теоретико-прикладних аспектів відповідно даної теми статті свідчить про те, що проблемі моделювання присвячено велика кількість різноманітних досліджень в різних галузях знань і дидактика в цьому не є винятком. Необхідно також відмітити, що для підготовки майбутніх інженерів певної галузі знань питання інтеграції фахових знань і, зокрема, моделювання реальних фахових об'єктів в освітньому процесі з дисципліни «фізика» в дидактиці фізики вимагає ще подальшого дослідження. І даний аспект дидактики ми пов'язуємо, насамперед, із удосконаленням дидактичного методу - методу моделювання в контексті фахового спрямування освітнього процесу майбутніх інженерів з дисципліни «фізика».

Мета роботи

Розглянути практичний аспект впровадження дидактичного методу – методу моделювання для забезпечення практичної спрямованості освітнього процесу з дисципліни «фізика», поглиблення теоретичних знань майбутніх інженерів в контексті їх фахової підготовки для галузі знань 13 «Механічна інженерія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження та аналіз отриманих результатів

В методиці фізики метод моделювання – один із загальноприйнятих дидактичних методів. Згідно визначеної мети дослідження з'ясуємо місце дидактичного методу моделювання в освітньому процесі з дисципліни «фізика», можливі певні шляхи та деякі аспекти методики його впровадження в систему навчання майбутніх інженерів.

1. Місце дидактичного методу моделювання в освітньому процесі з фізики варто розглядати в аспекті практичної спрямованості освітнього процесу з фізики з метою поглиблення теоретичних фахових та фізичних знань майбутніх інженерів.

2. Шляхи впровадження дидактичного методу моделювання в освітній процес з фізики.

Дидактичний метод моделювання в освітній процес з фізики в умовах підготовки майбутніх інженерів доцільно впровадити шляхом інтеграції фахових та фізичних знань.

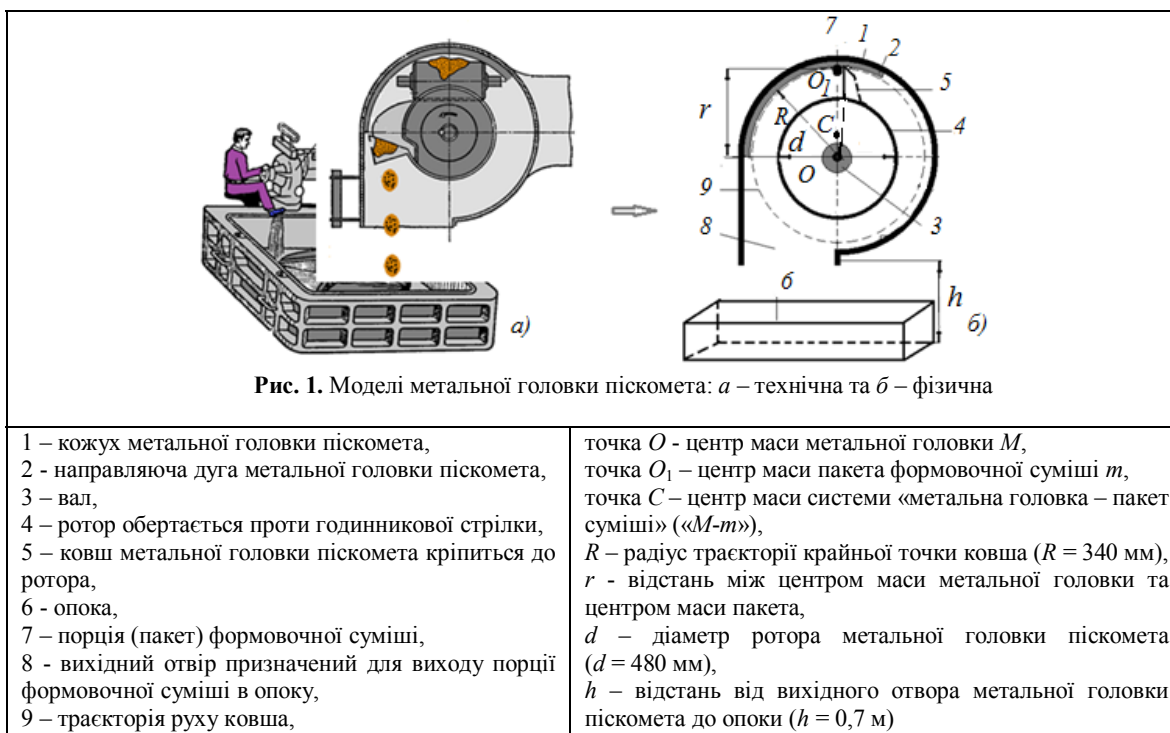
3. Методика впровадження дидактичного методу моделювання в освітній процес з фізики розглядає декілька етапів: визначення мети створення моделі, аналіз існуючих моделей, створення відповідної фізичної моделі, вивчення моделі шляхом розв'язання компетентісно-орієнтованих задач, інтерпретація результату розв'язаних компетентісно-орієнтованих задач, висновок щодо адекватності запропонованої фізичної моделі.

Термін «моделювання» [2, 6, 10, 13] походить від французького слова «modele», тобто зразок. Для створення фізичної моделі між фаховими та фізичними знаннями визначають певні подібності, спільні якості між об'єктами, один з яких називають оригіналом, а інший спеціально створений – моделлю. В процесі логічних операцій роботи мозку відбувається співставлення таких понять, як «абстракція», «оригінал», «модель», «моделювання».

На прикладі технічного об'єкта (метальної головки піскомета) можна усвідомити, наприклад, фізичні знання щодо центру маси системи, енергії, моменту інерції під час обертального руху в контексті інтеграції фахових знань щодо обладнання для виготовлення формувальних та стрижньових сумішей. В процесі моделювання відбувається відтворення технічних характеристик оригінала – реального технічного об'єкта щодо метальної головки піскомета на іншому об'єкті – моделі метальної головки піскомета.

Оригінал метальної головки піскомета в навчальній технічній літературі [1, 2, 6, 9, 11] подають у вигляді функціональної матеріальної моделі (див. рис. 1а), а на рисунку 1б на підставі абстракції для усвідомлення фізичних знань використовуємо образну функціонально-геометричну матеріальну модель. Обидві моделі дають можливість зрозуміти призначення, принцип роботи, процес роботи реального технічного об'єкта - головки піскометної машини, наприклад, з'ясувати закони обертального руху, знайти положення центру маси системи «метальна головка – пакет суміші» («М-т»), швидкість виходу порції суміші з отвору в опоку тощо.

Таблиця 1 – Характеристики щодо технічної та фізичної моделей метальної головки піскомета



В навчальній технічній літературі [3] для визначення сили тертя, що виникає між пакетом формувальної суміші та направляючою дугою, дослідження вимушених, згасаючих механічних коливань метальної головки піскомета на підставі абстракції, визначення положення центра маси C системи «метальна головка - пакет формувальної суміші» здійснюють наступне:

- оригінал (реальний технічний об'єкт - ковш метальної головки піскомета) подають у вигляді моделі «радіальний ковш»;
- оригінал (реальний технічний об'єкт - порцію формувальної суміші) розглядають у вигляді моделі під назвою «матеріальна точка», що рухається вздовж направляючої дуги.

Ми теж скористаємось даними моделями та на підставі абстракції розглянемо більш складні моделі, в яких пакет подамо, як кулю та куб. Покажемо, що в деяких випадках таке ускладнення моделі обгрунтоване, тому що дозволяє виявити нові ефекти. В інших випадках ускладнення моделі приведе лише до незначного

уточнення певних характеристик. Вивчення варіативних моделей «матеріальна точка», «куля» та «куб» та інтерпретацію результату здійснено в процесі розв’язання компетентнісно-орієнтованих задач [4, 5, 7, 8].

Зауваження!!! Більш складний рух порції суміші, який пов’язаний з її формою, з нахилом ковша, положенням точки виходу пакета суміші, напрямком його швидкості тощо не є предметом нашого дослідження. Означені питання будуть з’ясовані, як відомо, [1, 3, 9, 11] у подальшому навчанні майбутніх інженерів в процесі вивчення фахових дисциплін.

Задача 1. Визначити положення центру маси C системи «метальна головка - пакет формовочної суміші» (« $M - m$ ») відносно осі обертання, якщо розглядати пакет, як а) матеріальну точку, б) кулю, в) куб. Маса метальної головки – $M = 223$ кг, маса пакета формовочної суміші – $m = 0,222$ кг, густина суміші – 1600 кг/м³. Ковш метальної головки піскомета за хвилину повертається 1500 раз.

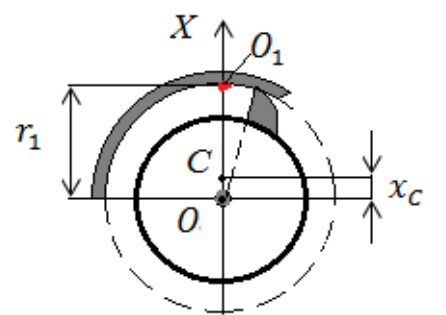
Зауваження!!! Моделі «куля» та «куб» будемо розглядати, як абсолютно тверді тіла.

Розв’язання. Проведемо пояснення щодо розрахунку положення центру маси C системи «метальна головка - пакет формовочної суміші», якщо розглядати пакет, як а) матеріальну точку, б) кулю, в) куб.

Порція формовочної суміші – модель «матеріальна точка»

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «матеріальна точка» (див. рис. 2). Спрямуємо ось OX таким чином, як це прийнято в технічній фаховій літературі [2] - вздовж вертикального діаметра ротора метальної головки піскомета. І тоді характеристики моделі «матеріальна точка» подамо в таблиці 2.

Таблиця 2 – Оригінал - «пакет формовочної суміші», а модель - «матеріальна точка»

 <p>Рис. 2. Визначення положення центру маси системи «$M-m$» (пакет формовочної суміші - модель «матеріальна точка»)</p>	<p>Точка O – центр маси метальної головки масою M; точка O_1 – центр маси пакета формовочної суміші моделі «матеріальна точка» масою m; точка C – центр маси системи «метальна головка - пакет суміші»; $x_1 = 0$ – координата центру маси метальної головки піскомета, $r_1 = 340$ мм - відстань між центром маси метальної головки та центром маси пакета формовочної суміші, r_1 і є координатою центру маси моделі «матеріальна точка»; x_c дорівнює відстані між центром маси метальної головки та центром маси системи «$M-m$», x_c і є координатою центру маси системи «$M-m$»</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для розрахунку координати центру маси C системи «метальна головка - пакет формовочної суміші» скористаємось відомою формулою щодо визначення положення центру маси системи (пакет формовочної суміші - модель «матеріальна точка»)

$$x_c = r_c = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N m_i} = \frac{x_1 \cdot M + r_1 \cdot m}{M + m} = \frac{m \cdot r_1}{M + m}.$$

Обчислимо положення центру маси означеної вище системи

$$x_c = r_c = \frac{0,222 \cdot 0,34}{223 + 0,222} = 0,000338(\text{м}) \approx 0,34(\text{мм}).$$

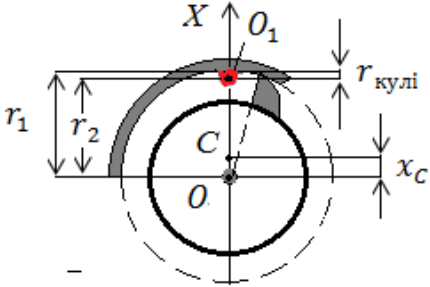
Порція формовочної суміші – модель «куля»

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «куля» (див. рис. 3). На рис. 3 введені наступні позначення системи «метальна головка - пакет формовочної суміші» (див. табл. 3).

Для розрахунку положення центру маси C системи «метальна головка - пакет формовочної суміші» моделі - «куля» спочатку визначимо радіус кулі. Пам’ятаємо, що модель «куля» розглядаємо, як абсолютно тверде тіло. Врахуємо, що об’єм порції формовочної суміші моделі «куля» визначають за наступними формулами

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3.$$

Таблиця 3 – Оригінал - «пакет формовочної суміші», а модель - «куля»

 <p>Рис. 3. Визначення положення центру мас системи «<i>M-m</i>» (пакет формовочної суміші - модель «куля»)</p>	<p>Точка <i>O</i> – центр маси металеві головки масою <i>M</i>; точка <i>O</i>₁ – центр маси пакета формовочної суміші моделі «куля» масою <i>m</i>; точка <i>C</i> – центр маси системи «<i>M-m</i>»; <i>x</i>₁ = 0 – координата центру маси металеві головки піскомета; <i>x</i>_с дорівнює відстані між центром маси металеві головки та центром маси системи «<i>M-m</i>», <i>x</i>_с і є координата центру маси моделі «куля»; <i>r</i>₁ = 340 мм - відстань між центром маси металеві головки та верхньої точки ковша; <i>r</i>₂ – відстань між центром маси металеві головки та центром маси пакета формовочної суміші моделі «куля»</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Тоді радіус кульки порції формовочної суміші дорівнює

$$r = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 0,222}{4 \cdot 3,14 \cdot 1,6 \cdot 10^3}} = 0,032 \text{ (м)} = 3,2 \text{ см} .$$

Тепер визначимо відстань від осі обертання (точки *O*) до центру маси моделі «куля»

$$r_2 = r_1 - r_{\text{кулі}} = 0,34 - 0,032 = 0,308 \text{ (м)}.$$

Скористаємось тим, що координату центру маси системи визначають за відомою формулою

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N m_i} .$$

Застосуємо цю формулу для розрахунку координати центру маси *C* системи «метальна головка – пакет формовочної суміші» моделі «куля»

$$x_c = r_c = \frac{x_1 \cdot M + r_2 \cdot m}{M + m} = \frac{m \cdot r_2}{M + m} .$$

А тепер обчислимо координату центру маси системи «метальна головка - пакет суміші» моделі «куля»

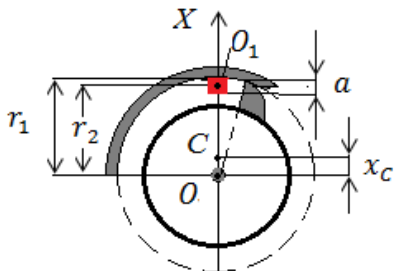
$$x_c = r_c = \frac{0,222 \cdot 0,308}{223 + 0,222} = 0,000306 \text{ (м)} \approx 0,306 \text{ (мм)}.$$

Порція формовочної суміші – модель «куб»

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «куб» (див. рис. 4).

Спрямуємо ось *OX* вздовж вертикального діаметра ротора металеві головки піскомета і тоді будемо враховувати характеристики системи «метальна головка - пакет формовочної суміші», які подані в таблиці 4.

Таблиця 4 – Оригінал - «пакет формовочної суміші», а модель - «куб»

 <p>Рис. 4. Визначення положення центру мас системи «<i>M-m</i>» (пакет формовочної суміші - модель «куб»)</p>	<p>Точка <i>O</i> – центр маси металеві головки масою <i>M</i>; точка <i>O</i>₁ – центр маси пакета формовочної суміші моделі «куб» масою <i>m</i>; точка <i>C</i> – центр маси системи «метальна головка - пакет суміші»; <i>x</i>₁ = 0 – координата центру маси металеві головки піскомета; <i>x</i>_с дорівнює відстані між центром маси металеві головки та центром маси системи «<i>M-m</i>», <i>x</i>_с і є координатою центру маси моделі «<i>M-m</i>»; <i>r</i>₁ = 340 мм - відстань між центром маси металеві головки та верхньої точки ковша; <i>r</i>₂ - відстань між центром маси металеві головки та центром маси пакета формовочної суміші моделі «куб»</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для розрахунку положення центру маси C системи «метальна головка - пакет формовочної суміші» моделі «куля» спочатку розрахуємо довжину сторони куба моделі «куб». Пам'ятаємо, що модель «куб» розглядаємо, як абсолютно тверде тіло

$$a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{\frac{m}{\rho}} = \sqrt[3]{\frac{0,222}{1600}} \approx 0,052 \text{ (м)}$$

А тепер обчислимо відстань від осі обертання (точки O) до центру маси моделі «куб»

$$r_2 = r_1 - r_{кулі} = 0,34 - 0,052/2 = 0,314 \text{ (м)}$$

Скористаємось тим, що координату центру мас системи визначають за відомою формулою

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N m_i}$$

Обчислимо положення центру мас системи « $M - m$ » для нашого випадку

$$x_c = r_c = \frac{x_1 \cdot M + r_2 \cdot m}{M + m} = \frac{m \cdot r_2}{M + m} = \frac{0,222 \cdot 0,314}{223 + 0,222} \approx 0,312 \text{ (мм)}$$

Відповідь: x_C «матер. точка» = 0,34 мм, x_C «куля» = 0,306 мм, x_C «куб» = 0,31 мм.

Задача 2. Більш точний розрахунок є подання пакета формовочної суміші як кульки, куба тощо. Порівняти на скільки відрізняється наш основний параметр – кінетична енергія в моделях «матеріальна точка», «куля» та «куб».

Пам'ятаємо, що моделі «куля» та «куб» будемо розглядати, як абсолютно тверді тіла.

Розв'язання. Кінетичну енергію моделей «матеріальна точка», «куля», «куб» будемо розраховувати за наступною формулою

$$E_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

Момент інерції порції формовочної суміші будемо визначати за формулою

$$J = J_0 + mr_2^2$$

Порція формовочної суміші – модель «матеріальна точка»

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «матеріальна точка».

Момент інерції порції формовочної суміші моделі «матеріальна точка» (див. рис. 2) дорівнює

$$J \text{ «матер. точка»} = mr^2 = 0,222 \cdot 0,34^2 = 0,02566 \approx 2,57 \cdot 10^{-2} \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

Кутова швидкість обертання ротора метальної головки піскомета дорівнює

$$\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ (рад/с)}$$

Кінетична енергія моделі «матеріальна точка» дорівнює

$$E_k \text{ «матер. точка»} = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{2,57 \cdot 10^{-2} \cdot 157^2}{2} = 316,29 \approx 316 \text{ (Дж)}$$

Порція формовочної суміші – модель «куля».

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «куля». Кутова швидкість обертання ротора метальної головки піскомета дорівнює 157 рад/с.

Момент інерції порції формовочної суміші моделі «куля» (див. рис. 3) дорівнює

$$J_{\text{«куля»}} = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r_{\text{куля}}^2 + m \cdot r_2^2 = m \left(\frac{2}{5} r_{\text{куля}}^2 + r_2^2 \right),$$

$$J_{\text{«куля»}} = 0,222 \left(\frac{2}{5} \cdot 0,032^2 + 0,308^2 \right) = 2,115 \cdot 10^{-2} \text{ (кг} \cdot \text{м}^2) \approx 2,12 \cdot 10^{-2} \text{ (кг} \cdot \text{м}^2).$$

Кінетична енергія моделі «куля» дорівнює

$$E_{\text{к«куля»}} = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{2,12 \cdot 10^{-2} \cdot 157^2}{2} = 261,13 \approx 261 \text{ (Дж)}.$$

Порція формовочної суміші – модель «куб».

Розглянемо пакет формовочної суміші, як модель «куб».

Момент інерції моделі «куб» (див. рис. 4) дорівнює

$$J_{\text{«куб»}} = m \left(\frac{1}{6} a^2 + r_2^2 \right) = 0,222 \left(\frac{1}{6} \cdot 0,052^2 + 0,314^2 \right) = 2,20 \cdot 10^{-2} \text{ (кг} \cdot \text{м}^2).$$

Кінетична енергія моделі «куб» дорівнює

$$E_{\text{к«куб»}} = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{2,20 \cdot 10^{-2} \cdot 157^2}{2} = 271,14 \approx 271 \text{ (Дж)}.$$

Порівняємо на скільки відрізняється наш основний параметр кінетична енергія від того, що було розраховано в моделях «матеріальна точка», моделі «куля», моделі «куб»

$$\frac{E_{\text{к«куля»}}}{E_{\text{к«матер.точка»}}} = \frac{261,13}{316,29} = 0,826 \approx 0,83 \quad \text{та} \quad \frac{E_{\text{к«куб»}}}{E_{\text{к«матер.точка»}}} = \frac{271,14}{316,29} = 0,857 \approx 0,86.$$

Результати співвідношення між кінетичними енергіями моделей «матеріальна точка» - «куля» та «матеріальна точка» - «куб» подані в таблиці 5.

Таблиця 5 – Співвідношення між кінетичними енергіями моделей «матеріальна точка» - «куля» та «матеріальна точка» - «куб»

$E_{\text{к}}$, Дж	Модель			Модель		
	«матеріальна точка»	«куля»	«куб»	$\frac{E}{E_{\text{к«матер.точка»}}}$	«куля»	«куб»
	316	261	271		83 %	86 %

Відповідь: $E_{\text{к«куля»}} = 0,83 E_{\text{к«матер.точка»}}$, $E_{\text{к«куб»}} = 0,86 E_{\text{к«матер.точка»}}$.

Задача 3. Порівняти швидкості моделей «матеріальна точка», «куля» та «куб» під час виходу порції формовочної суміші з ротора в опоку.

Зауваження!!! Значенням кінетичної енергії для вище зазначених моделей можна скористатись з попередньої задачі. Швидкість моделі «технічний об'єкт» згідно технічної документації [9] становить 47,4 м/с.

Розв'язання. 1) Розрахуємо швидкість виходу порції формовочної суміші з ротора в опоку для моделі «матеріальна точка»

$$v_{\text{«матер.точка»}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{к«матер.точка»}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 316}{0,222}} = 53,4 \text{ (м/с)},$$

швидкість виходу порції формовочної суміші з ротора в опоку для моделі «куля»

$$v_{\text{«куля»}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{к«куля»}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 261}{0,222}} = 48,5 \text{ (м/с)},$$

швидкість виходу порції формовочної суміші з ротора в опоку для моделі «куб»

$$v_{\text{«куб»}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{к«куб»}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 271}{0,222}} = 49,4 \text{ (м/с)}.$$

Таблиця 6 – Співвідношення між швидкостями моделей «технічний об’єкт» - «матеріальна точка», «технічний об’єкт» - «куля» та «технічний об’єкт» - «куб»

Технічна документація	Модель			Модель			
	«матеріальна точка»	«куля»	«куб»	Порівняння швидкостей	«матеріальна точка»	«куля»	«куб»
Швидкість «технічного об’єкта» 47,4 м/с	53,4 м/с	48,5 м/с	49,4 м/с	$\frac{v_{тех.об'єкт}}{v_{модель}}$	91 %	98 %	96 %

Отже, запропоновані варіативні фізичні моделі «матеріальна точка», «куля» та «куб» реального технічного об’єкта «порція формовочної суміші» є адекватними та створюють умови щодо забезпечення узгодженого поєднання фізичних та фахових знань майбутніх інженерів.

Висновки

1. В статті були розглянуті методичні засади щодо практичного впровадження дидактичного методу - методу моделювання в освітній процес з дисципліни «фізика» для фахової підготовки майбутніх інженерів галузі знань 13 «Механічна інженерія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на прикладі металевий головки піскомета. З’ясовано яким чином компетентісно-орієнтовані фізичні задачі, забезпечують практичне спрямування навчання з дисципліни «фізика», сприяють поглибленню теоретичних знань майбутніх інженерів.

2. Удосконалено дидактичний метод моделювання. Метод моделювання моделювання було запропоновано розглядати в контексті фахового спрямування освітнього процесу майбутніх інженерів з дисципліни «фізика».

3. Розроблено та впроваджено в освітній процес з дисципліни «фізика» методику застосування методу моделювання в умовах інтеграції фізичних і фахових знань на прикладі змістовних модулів «Центр маси. Момент інерції. Енергія» та «Обладнання для виготовлення формувальних та стрижньових сумішей» відповідно.

4. Проведене дослідження не вичерпує всі аспекти впровадження дидактичного методу - методу моделювання в контексті фахової підготовки майбутніх інженерів.

5. Отримані результати можуть бути використані для збагачення освітнього процесу з дисципліни «фізика» щодо підвищення практичного спрямування навчання фізики з метою поглиблення теоретичних знань майбутніх інженерів.

Список літератури

1. Аксенов П. Н. Расчеты основных видов литейного оборудования / П. Н. Аксенов. – М. : Машгиз, 1947. – 99 с.
2. Аюпов В. В. Математическое моделирование технических систем : учебное пособие / В. В. Аюпов ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. – 242 с.
3. Горский А. И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства / А. И. Горский. – М. : Машиностроение, 1978. – 551с.
4. Гуляева Л. В. Компетентно-орієнтовані задачі з фізики для підготовки майбутніх інженерів: практичний аспект / Л. В. Гуляева – Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020 – С. 56–63.
5. Гуляева Л. В. Роль фізики у фаховій підготовці майбутніх інженерів / Л. В. Гуляева, Т. В. Татарчук. – Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – № 2. – 2020. – С. 93–95.
6. Кубланов М. С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов. Часть I. Моделирование систем и процессов. Издание третье, переработанное и дополненное : учебное пособие.– М. : МГТУ ГА, 2004. – 108 с.
7. Ольшанецкий В. Ю. Фахове спрямування навчання з фізики майбутніх інженерів / В. Ю. Ольшанецкий, Л. В. Гуляева, Т. В. Татарчук // Integration of Education, Science and Business in the Modern Environment: Winter Debates: abstracts of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference, February 6–7, 2020. – Dnipro, 2020. – Р. 2. – С. 485–490.
8. Ольшанецкий В. Ю. Развитие критичности мышления майбутніх інженерів / В. Ю. Ольшанецкий, Л. В. Гуляева, Д. В. Рудницький. // Global science and education in the modern realities ‘2020 : conference proceedings. – Seattle : KindleDP, 2020 – С. 363–367.
9. Пескометы формовочные. – [Електроний ресурс] – Режим доступу. <http://siblitmash.com/katalog/formovochnoe-oborudovanie/peskometry-formovochnye/>
10. Соколов С. П. Экзаменаційна фізика. Лекції: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] : в 2-х т. / С. П. Соколов. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2009. – Т. 1. – 184 с.

11. Сосненко М. Н. Формовщик машинной формовки : учебник для техн. училищ. – 5-е изд., пераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1980. – 199 с.
12. Стандарт вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня галузі знань 13 – Механічна інженерія,– [Електроний ресурс] – Режим доступу. –<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/136-metalurgiya-bakalavr.pdf>
13. Филосовский словарь / Под ред. И. Т. Фролова. – 5-е изд.- М. : Политиздат, 1987. – 590 с.

Одержано 03.11.2021

© Гуляєва Л. В.

Канд. пед. наук, доцент кафедри фізики, Національний університет «Запорізька політехніка»

м. Запоріжжя, Україна

**Gulyaeva L. Introduction of didactic method of modeling in the educational process in physics:
practical aspect**