

УДК 004.942

Горда Ірина Михайлівна

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри вищої математики, логіки та фізики
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
ira.gorda@rambler.ru

Флегантов Леонід Олексійович

доцент, кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри вищої математики, логіки та фізики
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
leonid.flegantov@g.mail.com

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОГО РУХУ ТІЛА ЗАСОБАМИ MS EXCEL

Анотація. Розглядається методика побудови і дослідження математичної моделі руху тіла, кинутого під кутом до горизонту в полі сили тяжіння та її комп'ютерна реалізація засобами MS Excel. Ця методика дозволяє на лабораторних заняттях аналізувати процес механічного руху тіла, проводити обчислювальні експерименти, змінюючи вхідні параметри моделі: початкове і кінцеве положення тіла, геометричні розміри тіла й цілі, початкова швидкість і кут, а також прискорення сили тяжіння; досліджувати механічний рух у гіпотетичних умовах. Використання методики сприяє розвитку у студентів логічного мислення, мотивації до вивчення дисципліни, зацікавленості, кращому засвоєнню основних теоретичних положень з основ математичного моделювання і споріднених дисциплін, формуванню навичок дослідницької діяльності.

Ключові слова: механічний рух тіла; математична модель; методика; комп'ютерне моделювання; імітаційне моделювання; використання MS Excel.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Моделювання як метод наукового пізнання має широке застосування у вивченні закономірностей функціонування різноманітних природних і технічних об'єктів, явищ і процесів. Зокрема, під час вивчення механічного руху тіл, зазвичай, використовуються різноманітні фізичні моделі, які дозволяють в лабораторних умовах спостерігати, вивчати, аналізувати та встановлювати закономірності їх поведінки залежно від інтенсивності дії зовнішніх факторів.

Останнім часом такий традиційний підхід поступається новітнім методам, що ґрунтуються на використанні математичних моделей з їх наступною реалізацією засобами сучасних комп'ютерних технологій. Це забезпечує можливість здійснювати імітаційне моделювання й обчислювальний експеримент з метою вивчення закономірностей у широкому діапазоні зміни вхідних параметрів, проводити дослідження з мінімальними затратами часу і матеріальних ресурсів.

Навчання студентів інженерних напрямів підготовки вищих аграрних навчальних закладів основам математичного моделювання є невід'ємною складовою їх професійної підготовки. Тому актуальною проблемою є розробка методичних аспектів вивчення сучасних методів моделювання, що ґрунтуються на використанні комп'ютерної техніки і їх упровадження в навчальний процес вищих аграрних навчальних закладів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна методологія математичного і комп'ютерного моделювання ґрунтується на роботах В. Глушкова, Б. Гнеденка, А. Колмогорова, О. Самарського, А. Тихонова та інших. У дослідженнях Ю. Коварського, В. Паламарчука, В. Попковича, М. Солодухіна, Я. Пановка визначена

специфіка моделювання як теоретичного методу і прийому навчання, розкрито функції, роль та місце моделювання в навчальному процесі. У сучасній науці більшість досліджень пов'язана з використанням комп'ютерних технологій. У зв'язку з цим набуває особливої актуальності вивчення практичних аспектів навчання основ математичного моделювання.

Мета статті полягає у розкритті особливостей методики комп'ютерної реалізації математичних моделей з використанням програмного засобу MS Excel.

2. МЕТОДИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети нами було використано такі методи дослідження: вивчення науково-методичної літератури з основ математичного моделювання, комп'ютерної техніки і використання програми MS Excel; математичні методи побудови моделі процесу механічного руху тіла у полі сили тяжіння і відшукання її теоретичного розв'язку; метод побудови розрахункової схеми, проведення обчислювального експерименту, аналізу та інтерпретації отриманих результатів експерименту.

Розглянемо задачу про механічний рух тіла, кинутого під кутом до горизонту у полі сили тяжіння. Змістова постановка цієї задачі може бути такою: баскетболіст кидає м'яч у кошик; необхідно створити математичну модель руху баскетбольного м'яча, за допомогою якої шляхом обчислювального експерименту визначити параметри кидання, при яких м'яч гарантовано влучає в кошик.

Ця задача відрізняється від відомої класичної задачі про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту [1; 2] тим, що в ситуації реальної гри баскетбольний м'яч не можна розглядати як матеріальну точку. Необхідне обов'язкове урахування таких параметрів, як розміри м'яча і кошика, що суттєво впливають на практичний результат.

Зауважимо, що подібні задачі в різних аспектах вже неодноразово розглядалися в навчальних і наукових публікаціях [3; 4; 5; 6; 7; 8]. Наша мета – запропонувати цілісний підхід на основі наскрізного прикладу, що поєднує побудову математичної моделі з її прозорою реалізацією засобами комп'ютерних технологій (у середовищі MS Excel) і надає можливість виконання імітаційного моделювання процесу механічного руху тіла у полі сили тяжіння (без урахування опору повітря), а також проведення активного обчислювального експерименту.

Ця модель обрана як приклад, оскільки постановка і розв'язання цієї задачі не вимагає залучення додаткових спеціальних знань, вона спирається на знання з фізики, вищої математики та комп'ютерної техніки в обсязі, передбаченому навчальними планами підготовки студентів перших курсів вищих технічних навчальних закладів. Модель є доступною для розуміння і разом з тим дозволяє поширення на цілий клас подібних задач: залежно від зміни змістовної постановки задачі, щоб одержати відповідь, достатньо лише змінити початкові параметри кидання, а також розміри м'яча і кошика.

Цю задачу, що включає її постановку, побудову математичної моделі, комп'ютерну реалізацію і проведення обчислювального експерименту з формулюванням змістовних висновків доцільно розглядати як вступ до вивчення навчальної дисципліни «Основи математичного моделювання».

Розглянемо рух баскетбольного м'яча у прямокутній декартовій системі координат XOY. Будемо вважати, що на м'яч діє лише сила тяжіння, дією інших сил знехтуємо.

Завдання полягає в тому, щоб знайти траєкторію руху м'яча (координати центру м'яча у довільний момент часу) і визначити початкові умови, за яких м'яч гарантовано влучає у кошик.

На схемі (рис. 1) подана траєкторія руху баскетбольного м'яча у полі сили тяжіння, де показано розміщення м'яча у чотирьох послідовних позиціях:

- позиція А – ілюструє початкове положення м'яча;
- позиція В – положення м'яча у фазі підйому (рух вгору);
- позиція С – показує сили, що діють на м'яч;
- позиція D – м'яч у фазі падіння (рух униз).

Формалізуємо умову задачі.

Дано:

v_0 – початкова швидкість руху м'яча, м/с;

v_{x_0}, v_{y_0} – горизонтальна і вертикальна проекції початкової швидкості м'яча на осі координат, м/с;

α_0 – початковий кут, під яким кинута м'яч, градуси;

x_0, y_0 – початкові координати м'яча, м;

x_k, y_k – координати центра кошика, м;

D – діаметр кошика, м;

d – діаметр м'яча, м.

Знайти: v – швидкість руху м'яча у довільний момент часу, м/с; v_x, v_y – горизонтальна і вертикальна проекції швидкості руху м'яча у довільний момент часу на осі координат, м/с.

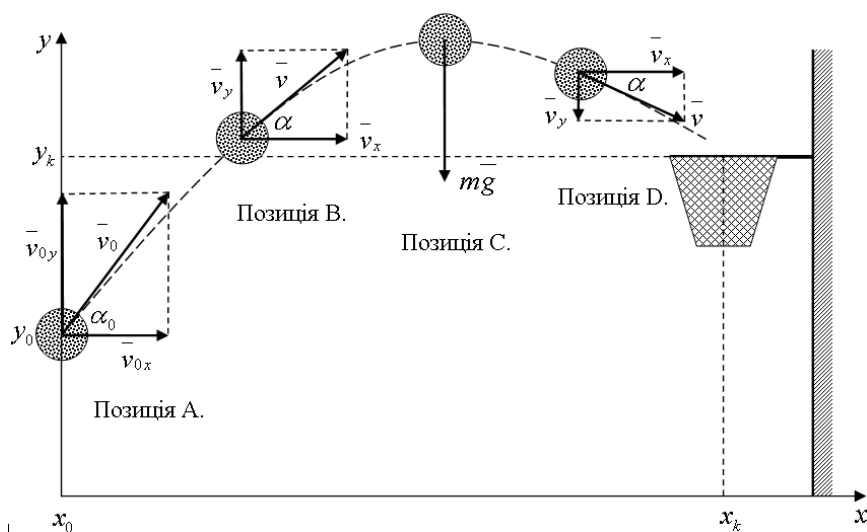


Рис. 1. Траєкторія руху баскетбольного м'яча

Математичну модель руху тіла, кинутого під кутом до горизонту, побудуємо на основі механічного змісту похідної.

Одержимо систему диференціальних рівнянь, яка має вигляд:

$$\frac{dx}{dt} = v_x, \quad \frac{dy}{dt} = v_y, \quad (1)$$

$$\frac{dv_x}{dt} = 0, \quad \frac{dv_y}{dt} = -g \quad (2)$$

де v_x, v_y – горизонтальна і вертикальна проекції швидкості руху м'яча у довільний момент часу на вісі координат;

g – прискорення сили тяжіння.

Рівняння (1) одержимо, розглянувши компоненти миттєвої швидкості руху тіла в позиції В (рис. 1). Рівняння (2) записані, виходячи з розгляду сил, що діють на тіло в позиції С (рис. 1).

Знайдемо частинний розв'язок системи рівнянь (1), (2) при початкових умовах:

$$x(0) = x_0, y(0) = y_0, \quad (3)$$

$$v_x(0) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0, v_y(0) = v_{0y} = v_0 \sin \alpha_0 \quad (4)$$

Із (2) з урахуванням (4) одержимо:

$$v_x = v_{0x}, v_y = v_{0y} - gt \quad (5)$$

Із (1), враховуючи (3), (5), знайдемо:

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t, y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (6)$$

Система рівнянь (5), (6) є розв'язком математичної моделі (1), (2).

Використовуючи одержані формули, побудуємо розрахунково-обчислювальну схему в середовищі MS Excel.

Вихідні дані для розрахунку подано на рис. 2. Варто зазначити, що під час уведення вихідних даних необхідно дотримуватися системи вимірювання фізичних величин СИ, але наразі кути зручно вводити у градусах, з їх наступним перетворенням у радіани.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Лабораторна робота № 1						
2	Моделювання руху м'яча у полі сили тяжіння						
3							
4	g=	9,81	м/с ²				
5	x0=	0	м				
6	y0=	1,75	м				
7	xk=	6,25	м				
8	yk=	3,05	м				
9	alpha0=	45	градуси	0,785398	радіани		
10	v0=	8,8	м/с	v0x=	6,22254	v0y=	6,22253967
11	d=	24	см	0,24	м		
12	D=	45	см	0,45	м		

Рис. 2. Вихідні дані

Важливою складовою розрахункової схеми є визначення часу моделювання. У цій задачі – це час, за який м'яч від початкового положення долітає до дальнього краю кошика.

Спочатку, посилаючись на вихідні дані (рис. 2), необхідно розрахувати координати розташування кошика (ближній і дальній краї кільця). Тоді час моделювання визначиться як відношення відстані від дальнього краю кошика до горизонтальної складової швидкості руху м'яча.

Для визначення траєкторії польоту м'яча необхідно розрахувати його координати у послідовні моменти часу з кроком Δt (рис. 3).

14	Розташування кошика	Час моделювання	Відлік часу	
15	x, м	1,040572 с	початок	0 с
16	6,025 ближній край кільця		кінець	1,1 с
17	6,475 дальній край кільця		deltaT=	0,011 с

Рис. 3. Розрахунок часу моделювання

Побудуємо розрахункову таблицю (рис. 4). Для розрахунку складових швидкості і координат центру м'яча використовуємо формули (5), (6).

Результати розрахунку при цих початкових параметрах (рис. 1) подано на рис. 5.

За результатами розрахунку побудуємо точковий графік, що схематично зображує траєкторію польоту м'яча.

Попри це, для наочності введемо додатковий елемент таблиці, що дозволить за графіком наближено визначати результати випробувань, тобто недоліт, переліт або потрапляння м'яча у кошик. Для цього у розрахункову таблицю додамо ще один стовпець, за даними якого будується схематичне зображення кошика.

У цей стовпець, починаючи з комірки G21, введемо формулу:

$$=ЕСЛИ(И(E21>=A16;E21<=A17);B8;0).$$

i	ti, c	vxi, m/c	vyi, m/c	xi, m	yi, m
21	0	=C\$15+A21*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B21	=E\$10*B21+\$B\$5
22	1	=C\$15+A22*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B22	=E\$10*B22+\$B\$5
23	2	=C\$15+A23*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B23	=E\$10*B23+\$B\$5
24	3	=C\$15+A24*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B24	=E\$10*B24+\$B\$5
25	4	=C\$15+A25*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B25	=E\$10*B25+\$B\$5
26	5	=C\$15+A26*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B26	=E\$10*B26+\$B\$5
27	6	=C\$15+A27*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B27	=E\$10*B27+\$B\$5
28	7	=C\$15+A28*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B28	=E\$10*B28+\$B\$5
29	8	=C\$15+A29*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B29	=E\$10*B29+\$B\$5
30	9	=C\$15+A30*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B30	=E\$10*B30+\$B\$5
31	10	=C\$15+A31*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B31	=E\$10*B31+\$B\$5
32	11	=C\$15+A32*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B32	=E\$10*B32+\$B\$5
33	12	=C\$15+A33*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B33	=E\$10*B33+\$B\$5
34	13	=C\$15+A34*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B34	=E\$10*B34+\$B\$5
35	14	=C\$15+A35*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B35	=E\$10*B35+\$B\$5
36	15	=C\$15+A36*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B36	=E\$10*B36+\$B\$5
37	16	=C\$15+A37*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B37	=E\$10*B37+\$B\$5
38	17	=C\$15+A38*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B38	=E\$10*B38+\$B\$5
39	18	=C\$15+A39*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B39	=E\$10*B39+\$B\$5
40	19	=C\$15+A40*C\$17	=E\$10	=C\$10-\$B\$4*B40	=E\$10*B40+\$B\$5

Рис. 4. Розрахункова таблиця для визначення координат центра м'яча

20	i	ti, c	vxi, m/c	vyi, m/c	xi, m	yi, m
21	0	0	6,222539674	6,222539674	0	1,75
22	1	0,011	6,222539674	6,114629674	0,068447936	1,817854431
23	2	0,022	6,222539674	6,006719674	0,136895873	1,884521853
24	3	0,033	6,222539674	5,898809674	0,205343809	1,950002264
25	4	0,044	6,222539674	5,790899674	0,273791746	2,014295666
26	5	0,055	6,222539674	5,682989674	0,342239682	2,077402057
27	6	0,066	6,222539674	5,575079674	0,410687619	2,139321439
28	7	0,077	6,222539674	5,467169674	0,479135555	2,20005381
29	8	0,088	6,222539674	5,359259674	0,547583491	2,259599171
30	9	0,099	6,222539674	5,251349674	0,616031428	2,317957523
31	10	0,11	6,222539674	5,143439674	0,684479364	2,375128864
32	11	0,121	6,222539674	5,035529674	0,752927301	2,431113196
33	12	0,132	6,222539674	4,927619674	0,821375237	2,485910517
34	13	0,143	6,222539674	4,819709674	0,889823173	2,539520828
35	14	0,154	6,222539674	4,711799674	0,95827111	2,591944413
36	15	0,165	6,222539674	4,603889674	1,026719046	2,643180421
37	16	0,176	6,222539674	4,495979674	1,095166983	2,693229703
38	17	0,187	6,222539674	4,388069674	1,163614919	2,742091974
39	18	0,198	6,222539674	4,280159674	1,232062856	2,789767236
40	19	0,209	6,222539674	4,172249674	1,300510792	2,836255487

Рис. 5. Результати розрахункової таблиці для визначення координат центра м'яча

Графік, що відображає траєкторію руху м'яча і схематичне зображення кошика, побудований за даними розрахункової таблиці (стовпці E–G), зображено на рис. 6.

Цей графік (рис. 6), надає можливість візуально оцінити результати кожного випробування, при зміні вихідних параметрів (рис. 1).

Зазначимо, що для одержання точного висновку щодо результатів досліді, такої візуальної оцінки не достатньо. Тому введемо математичні критерії, виконання (невиконання) яких дозволяє точно перевірити результат досліді.

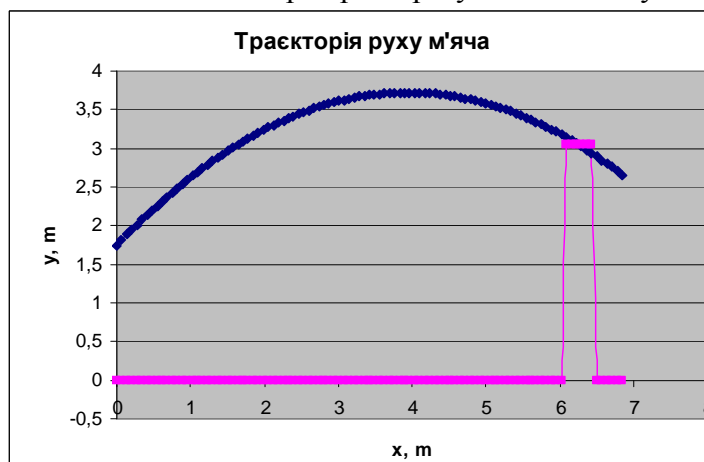


Рис. 6. Траєкторія руху м'яча

Перший критерій K_1 впливає з того, що м'яч потрапляє у кошик згори, тому у момент попадання м'яча до кошика його ордината y повинна бути більшою або рівною висоті, на якій розташований кошик. Для перевірки виконання цього критерію у стовпець Н, починаючи з комірки Н21, введемо формулу: $=\text{ЕСЛИ}(\text{F21}>\text{\$B\$8};1;0)$. Згідно цієї формули, якщо вимога критерію K_1 виконується, тоді результатом буде значення «1», а якщо не виконується, то – «0».

Другий критерій K_2 означає, що м'яч потрапляє у кошик у фазі падіння, тобто вертикальна складова його швидкості є від'ємною. Для перевірки цього критерію у наступний стовпець введемо формулу: $=\text{ЕСЛИ}(\text{D21}<0;1;0)$. Результати перевірки критерію аналогічні.

Третій критерій K_3 полягає у вимозі, щоб м'яч знаходився достатньо близько до центру кошика по горизонталі, а саме: відстань між центром кошика і центром м'яча не повинна перевищувати половини різниці діаметра кошика і м'яча. Інакше, м'яч може не потрапити у кошик, наприклад, відбившись від його краю. Для перевірки цього критерію скористаємося формулою: $=\text{ЕСЛИ}(\text{ABS}(\text{\$B\$7}-\text{E21})<(\text{\$D\$12}-\text{\$D\$11})/2;1;0)$.

Четвертий критерій K_4 полягає у вимозі, щоб м'яч знаходився достатньо низько над кошиком, а саме: відстань між центром кошика і центром м'яча не повинна перевищувати радіуса м'яча. Цей критерій перевіряється за такою формулою: $=\text{ЕСЛИ}(\text{ABS}(\text{F21}-\text{\$B\$8})<\text{\$D\$11}/2;1;0)$.

Одночасне виконання всіх зазначених вище критеріїв означатиме, що м'яч потрапив у кошик. У цьому випадку, сума значень у відповідному рядку розрахункової таблиці по стовпцях, де введені формули для перевірки виконання критеріїв, має дорівнювати «4». Тому у стовпці, що контролює одночасне виконання всіх чотирьох критеріїв введемо формулу: $=\text{ЕСЛИ}(\text{СУММ}(\text{H21}:\text{K21})=4;1;0)$. Така формула дозволяє створити «індикатор», який наочно сигналізує про результат випробування. Для цього використаємо послугу «умовне форматування», що доступна у головному меню Excel, встановивши таку умову: якщо значення у контрольній комірці дорівнює «1», то колір комірки, наприклад, набуває яскраво зеленого кольору.

Побудована розрахункова схема, надає можливість провести обчислювальний експеримент, мета якого полягає в тому, щоб встановити значення початкових параметрів руху, при яких м'яч гарантовано потрапляє у кошик.

Зафіксувавши початковий кут та інші параметри (рис. 1), будемо послідовно змінювати початкову швидкість руху м'яча з певним кроком. Отже, ми зможемо визначити, у якому діапазоні лежать значення початкової швидкості, що забезпечують потрібний результат. Аналогічно, зафіксувавши початкову швидкість, можна визначити діапазон значень початкового кута.

Результати обчислювального експерименту при початкових значеннях параметрів $v_0 = 7 \text{ м/с}$; $8,8 \text{ м/с}$; $9,2 \text{ м/с}$; $\alpha_0 = 45^\circ$ подано на рис. 7–9.

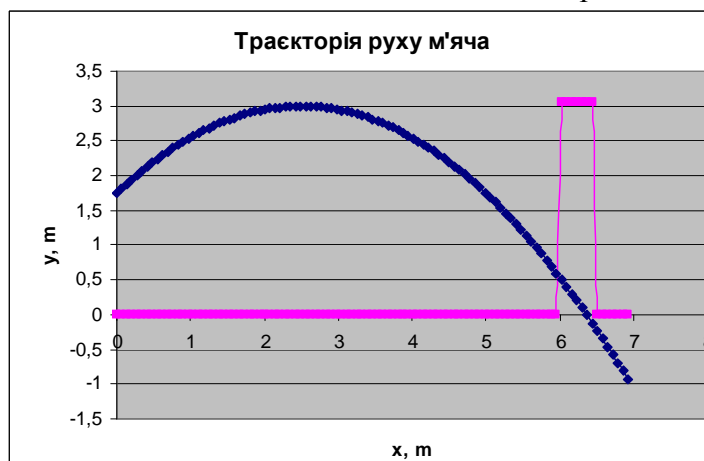


Рис. 7. Траєкторія руху м'яча при $v_0 = 7 \text{ м/с}$, $\alpha_0 = 45^\circ$

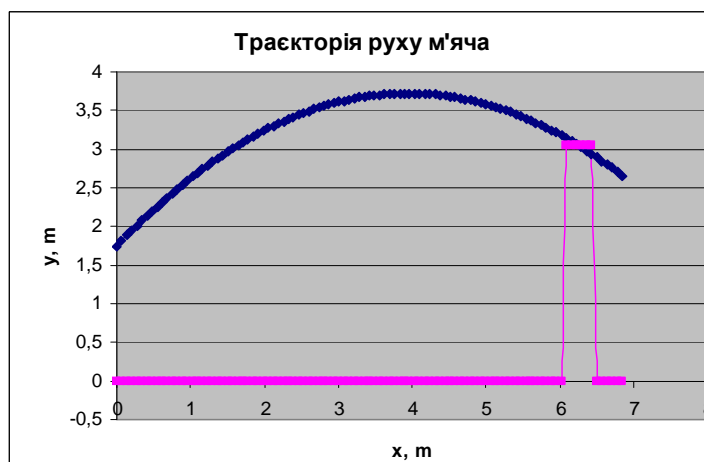


Рис. 8. Траєкторія руху м'яча при $v_0 = 8,8 \text{ м/с}$, $\alpha_0 = 45^\circ$

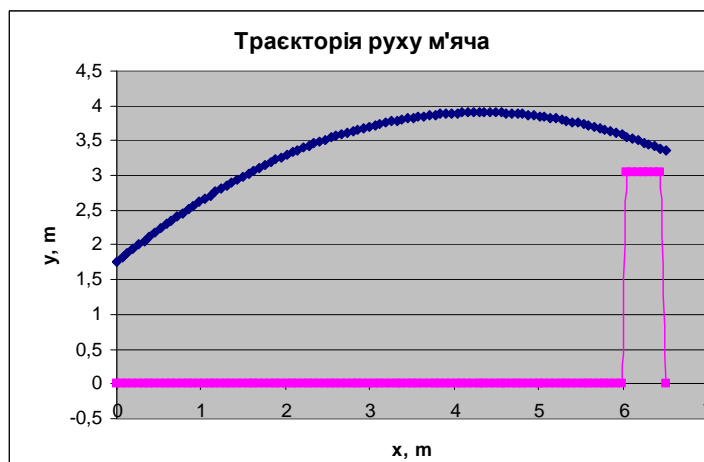


Рис. 9. Траєкторія руху м'яча при $v_0 = 9,2 \text{ м/с}$, $\alpha_0 = 45^\circ$

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Комп'ютерна модель процесу механічного руху тіла у полі сили тяжіння, розглянута у цій статті, може служити як змістовий приклад для вступу у вивчення основ математичного моделювання, оскільки вона поєднує в собі елементи математичного моделювання, комп'ютерного моделювання, імітаційного моделювання та обчислювального експерименту, що дозволяє наочно проілюструвати ці поняття, спирається на необхідний мінімальний рівень підготовки з дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Комп'ютерна техніка» тощо.

Запропонована методика побудови і реалізації математичної моделі механічного руху тіла з використанням програмного засобу MS Excel дозволяє на лабораторних заняттях аналізувати механічний рух тіла; проводити різноманітні експерименти, змінюючи вихідні параметри моделі, такі як: початкове положення тіла, розташування цілі, геометричні розміри м'яча та кошика, початкова швидкість і кут, а також прискорення тяжіння; досліджувати механічний рух у гіпотетичних умовах, які складно реалізувати на практиці. Це сприяє розвитку у студентів логічного мислення, мотивації до вивчення дисципліни, зацікавленості, кращому засвоєнню основних теоретичних положень, формуванню навичок дослідницької діяльності.

Математична модель, представлена нами у цій статті, не враховує опір повітря та інші ефекти, пов'язані з рухом тіла у щільному середовищі, зокрема, ефект Магнуса [2], що виникає внаслідок обертання м'яча. Урахування цих ефектів суттєво впливає на результати випробування, тому дана модель потребує подальшого дослідження, удосконалення та розробки відповідної методики її вивчення.

Отже, головними особливостями представленої у статті методики комп'ютерної реалізації математичних моделей є:

1) постановка і розв'язання даної задачі спирається на базові знання з фізики, вищої математики та комп'ютерної техніки студентів перших курсів вищих навчальних закладів;

2) методика поєднує у собі елементи математичного моделювання, комп'ютерного моделювання, імітаційного моделювання та обчислювального експерименту, що дозволяє наочно проілюструвати ці поняття;

3) комп'ютерна реалізація математичної моделі і побудова середовища проведення обчислювального експерименту здійснюється без залучення спеціальних

програм, виключно з використанням стандартних можливостей табличного процесора Ms Excel, не вимагає додаткових навичок програмування;

4) запропонована комп'ютерна реалізація моделі механічного руху тіла в полі сили тяжіння дозволяє студентам на лабораторних заняттях експериментальним шляхом визначати параметри моделі, які забезпечують виконання встановлених критеріїв, змінюючи вихідні параметри в широкому діапазоні значень; відповідна зміна і введення інших критеріїв дозволяє поширити цю модель на цілий клас подібних задач;

5) за рахунок залучення стандартних можливостей табличного процесора Ms Excel результати обчислювального експерименту подаються в максимально наочному вигляді, що значно спрощує їх візуальний аналіз і сприйняття;

6) запропонована методика комп'ютерної реалізації математичних моделей з використанням програмного засобу MS Excel створює умови для кращого сприйняття і розуміння студентами ідей, методів, прийомів та результатів математичного моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савельев И. В. Курс общей физики, том I. Механика, колебания и волны, молекулярная физика / И. В. Савельев. – М. : Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1970. – 517 с.
2. Детлаф А. А. Курс физики. Том I. Механика. Основы молекулярной физики и термодинамики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, М. Б. Милковская. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
3. Могилев А. В. Информатика. 2-е из : учеб. пособие / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. – М. : Изд. центр Академия, 2003. – 816 с.
4. Теплицкий И. О. Комп'ютерне моделювання руху тіл під дією сили всесвітнього тяжіння / І. О. Теплицкий, С. О. Семеріков // Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 10: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський держ. ун-т, інформаційно-видавничий відділ, 2004. – С. 166–172.
5. Горбачёва А. И. Решение задач по моделированию в MICROSOFT EXCEL / А. И. Горбачёва, А. Н. Смирнова, Н. В. Потехин // Информатика и образование. – 2008. – № 3. – С. 34–40.
6. Пузанкова Л. М. Решение типовых математических задач средствами Microsoft Excel : учебно-методическое пособие / Л. М. Пузанкова, Г. А. Стеклова, Т. П. Грандафилова. – ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2009. – 41 с.
7. Хазіна С. А. Комп'ютерне моделювання фізичного процесу у різних програмних середовищах / С. А. Хазіна // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : збірник. Вип. 6 (13) / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова ; редкол. В. П. Андрущенко (голова) [та ін.]. – К. : НПУ, 2008. – С. 93–97.
8. Калапуша Л. Р. Комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів : [навч. посіб.] / Л. Р. Калапуша, В. П. Муляр, А. А. Федонюк ; Волинськ. нац. ун-т ім. Л. Українки. – Луцьк : Вежа, 2007. – 190 с.

Матеріал надійшов до редакції 03.05.2015 р.

КОМП'ЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА СРЕДСТВАМИ MS EXCEL

Горда Ирина Михайловна

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики, логики и физики
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина
ira.gorda@rambler.ru

Флегантов Леонид Алексеевич

доцент, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики, логики и физики, Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина
leonid.flegantov@g.mail.com

Аннотация. Рассматривается методика построения и исследования математической модели движения тела, брошенного под углом к горизонту в поле силы тяжести, и ее компьютерная реализация средствами MS Excel. Данная методика позволяет на лабораторных занятиях анализировать процесс механического движения тела, проводить вычислительные эксперименты, меняя входные параметры модели: начальное и конечное положение тела, геометрические размеры тела и цели, начальная скорость и угол, а также ускорение силы тяжести; исследовать механическое движение в гипотетических условиях. Использование методики способствует развитию у студентов логического мышления, мотивации к изучению дисциплины, заинтересованности, лучшему усвоению основных теоретических положений по основам математического моделирования и родственных дисциплин, формированию навыков исследовательской деятельности.

Ключевые слова: механическое движение тела; математическая модель; методика; компьютерное моделирование; имитационное моделирование; использование MS Excel.

COMPUTER MODELLING OF PROCESS OF THE MECHANICAL MOTION OF BODY WITH THE HELP OF MS EXCEL MEANS

Iryna M. Horda

PhD (pedagogical sciences), Assistant Professor of the Chair of Higher Mathematics, Logic and Physics
Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine
ira.gorda@rambler.ru

Leonid O. Flehantov

Associate professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Chair of Higher Mathematics, Logic and Physics
Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine
leonid.flegantov@g.mail.com

Abstract. The mathematical model of body motion is analyzed, thrown at the angle to the horizon in a gravitational field and its computer realization with the help of MS Excel means. The recommended technique allows during laboratory work analyze mechanical body motion, carry out calculable experiments, changing the outgoing model parameters such as initial posture, location purposes, geometric dimensions of ball and basket, initial velocity and angle, and also acceleration of gravity; explore the mechanical motion in hypothetical conditions that are difficult to implement in practice. Using this technique promotes logical thinking development of students, motivation to learn the subject, interest, better learning of basic theoretical positions, skills forming of research activity.

Keywords: mechanical motion of body; mathematical model; technique; computer modeling; imitation modeling; using MS Excel.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Savel'ev I. V. Course of General Physics, Volume I. Mechanics, Waves, molecular physics / I. V. Savel'ev. – Izdatel'stvo «Nauka», Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoy literatury, M., 1970 g. – 517 s. (in Russian).
2. Detlaf A. A. The course of physics. Volume I. Mechanics. Basics of molecular physics and thermodynamics / A. A. Detlaf, B. M. Javorskij, M. B. Milkovskaja. – M. : Vysshaja shkola, 1973. – 384 s. (in Russian).
3. Mogilev A. V. Informatics. 2nd ed. Proc. Manual / A. V. Mogilev, N.I . Pak, E. K. Hjonner. – M. : Izd. centr Akademija, 2003. – 816 s. (in Russian).

4. Teplytskyi I. O. Computer modeling of motion of bodies under the influence of gravity / I. O. Teplytskyi, S. O. Semerikov // Zb. nauk. pr. Kamianets-Podilskoho derzh. un-tu: Seriya pedahohichna. Vyp. 10: Dydaktyky dystsyplin fizyko-matematychnoi ta tekhnolohichnoi osvitytalnykh haluzei. – Kamianets-Podilskyyi: Kamianets-Podilskyyi derzh. un-t, informatsiino-vydavnychiy viddil, 2004. – S. 166–172 (in Ukrainian).
5. Gorbachjova A. I. The solution of problems of modeling in MICROSOFT EXCEL / A. I. Gorbachjova, A. N. Smirnova, N.V. Potehin // Informatika i obrazovanie. – 2008. – № 3. – S. 34–40 (in Russian).
6. Puzankova L. M. Solving typical mathematical problems by means of Microsoft Excel: a teaching aid / L. M. Puzankova, G. A. Steklova, T. P. Trandafilova. – GOUVPO SPBGTRP. – SPb., 2009. – 41 s. (in Russian).
7. Khazina S. A. Computer simulation of physical processes in various software environments / S. A. Khazina // Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Serija 2, Kompiuterno-orientovani systemy navchannia: zbirnyk. Vyp. 6 (13) / M-vo osvity i nauky Ukrainy, Nats. ped. un-t imeni M. P. Drahomanova ; redkol. V. P. Andrushchenko (holova) [ta in.]. – K. : NPU, 2008. – S. 93–97 (in Ukrainian).
8. Kalapusha L. R. Computer simulation of physical phenomena and processes: [teach. guidances.] / L. R. Kalapusha, V. P. Muliar, A. A. Fedoniuk ; Volynsk. nats. un-t im. L. Ukrainky. – Lutsk : Vezha, 2007. – 190 s. (in Ukrainian).