

Danish scientific journal
DSJ 

№33/2020

ISSN 3375-2389

Vol.1

The journal publishes materials on the most significant issues of our time. Articles sent for publication can be written in any language, as independent experts in different scientific and linguistic areas are involved.

The international scientific journal “Danish Scientific Journal” is focused on the international audience. Authors living in different countries have an opportunity to exchange knowledge and experience.

The main objective of the journal is the connection between science and society. Scientists in different areas of activity have an opportunity to publish their materials. Publishing a scientific article in the journal is your chance to contribute invaluable to the development of science.

Editor in chief – Lene Larsen, Københavns Universitet
Secretary – Sofie Atting

- Charlotte Casparsen – Syddansk Erhvervsakademi, Denmark
- Rasmus Jørgensen – University of Southern Denmark, Denmark
- Claus Jensen – Københavns Universitet, Denmark
- Benjamin Hove – Uddannelsescenter Holstebro, Denmark
- William Witten – Iowa State University, USA
- Samuel Taylor – Florida State University, USA
- Anie Ludwig – Universität Mannheim, Germany
- Javier Neziraj – Universidade da Coruña, Spain
- Andreas Bøhler – Harstad University College, Norway
- Line Haslum – Sodertorns University College, Sweden
- Daehoy Park – Chung Ang University, South Korea
- Mohit Gupta – University of Calcutta, India
- Vojtech Hanus – Polytechnic College in Jihlava, Czech Republic
- Agnieszka Wyszynska – Szczecin University, Poland

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

Danish Scientific Journal (DSJ)
Istedgade 104 1650 København V Denmark
email: publishing@danish-journal.com
site: <http://www.danish-journal.com>

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

**Galstyan M., Sargsyan K.,
Paronyan A., Hakobjanyan I.**

THE APPLICATION EFFECT OF PEAT- HUMUS
SUBSTANCE "NATURE'S WONDER" ON THE YIELD
CAPACITY OF WINTER WHEAT VARIETY "NAIRI 68"3

CHEMICAL SCIENCES

Aliyeva M., Abasova U., Baghiyev V.
DEPENDENCE OF THE ACTIVITY OF BINARY MOLYBEN-
VANADIUM OXIDE CATALYSTS IN PROPYLENE
OXIDATION REACTION ON THEIR SPECIFIC SURFACE .6

Ibadova S., Dadashova C.
DETERMINATION OF HEAVY METALS IN WATER
SAMPLES TAKEN FROM THE SHIKH AREA OF THE
CASPIAN SEA USING ICP-MS (7500CX) DEVICE.....8

MEDICAL SCIENCES

Yusubova Sh., Demirchieva M., Karimli N.
THE EFFECT OF PSYCHOTROPIC MEDICATIONS ON
THE FUNCTIONAL STATE OF THE ORAL CAVITY..... 12

Yusubova Sh., Demirchieva M., Karimli N.
ANXIETY INDICATORS OF THE PSYCHICAL PATIENTS
IN DENTAL INTERVENTION..... 15

**Avakimyan S., Popandopulo K.,
Avakimyan V., Didigov M., Marinochkin A.**
OPTIONS FOR DRAINAGE OF THE PURULENT-
NECROTIC PROCESS IN DESTRUCTIVE
PANCREATITIS18

TECHNICAL SCIENCES

**Margaryan S., Hakobyan H.,
Harutyunyan T., Hakobyan L.**
SUBSTANTIATION OF THE MIXER PARAMETERS FOR
PREPARATION OF THE SOLUTION OF LIQUID
CONSERVANTS24

Kutsenko L., Shevschenko S., Vasiliev S.
PERIODIC TRAJECTORIES OF MOVEMENT OF LOAD
SWINGING SPRINGS DEPENDING ON ITS
PARAMETERS 28

**Murashov I., Dzhabakova A.,
Mirzoyan D., Pakhareva P.**
CUTTING MEAT RAW MATERIALS WITH A HIGH-
ENERGY JET OF WATER WITH ADDITION OF
POLYMER-GUAR GUM..... 35

Novhorodska N.
DAIRY PRODUCTS BASED ON APICULTURE
PRODUCTS41

**Karimova A., Shugaepov N.,
Zholdasov E., Serik A., Nazar I.**
JUSTIFICATION FOR THE SELECTION OF
RECOMMENDED METHODS FOR OPERATING WELLS
IN A FIELD IN WESTERN KAZAKHSTAN49

PERIODIC TRAJECTORIES OF MOVEMENT OF LOAD SWINGING SPRINGS DEPENDING ON ITS PARAMETERS

Kutsenko L.,

National University of Civil Defense of Ukraine

Shevschenko S.,

National University of Civil Defense of Ukraine

Vasiliev S.

National University of Civil Defense of Ukraine

ПЕРІОДИЧНІ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ВАНТАЖУ ХИТНОЇ ПРУЖИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

Куценко Л.М.,

Національний університет цивільного захисту України

Шевченко С.М.,

Національний університет цивільного захисту України

Васильєв С.В.

Національний університет цивільного захисту України

Abstract

In the literature, a swinging spring is a kind of mathematical pendulum consisting of a point load attached to a weightless spring. The second end of the spring is fixed motionless. Pendulum oscillations of a spring in a vertical plane are considered, provided that its axis are straightforward. The desired load path of the swing spring is modeled using the second-order Lagrange equations. The relevance of the topic is determined by the need to study the conditions of separation from chaotic vibrations of the elements of mechanical structures, which include springs, namely the determination of rational values.

Анотація

В літературі хитною пружиною (swinging spring) називають різновид математичного маятника, який складається з точкового вантажу, приєднаного до невагомої пружини. Другий кінець пружини фіксується нерухомо. Розглядаються маятникові коливання пружини у вертикальній площині за умови збереження прямолінійності її осі. Шукана траєкторія вантажу хитної пружини моделюється з використанням рівнянь Лагранжа другого роду. Актуальність теми визначається необхідністю дослідження умов відмежування від хаотичних коливань елементів механічних конструкцій, до складу яких входять пружини, а саме визначення раціональних значень параметрів для забезпечення періодичних траєкторій їх коливань.

Keywords: pendulum oscillations, trajectory, swinging spring, Lagrange equation of the second kind.

Ключові слова: маятникові коливання, траєкторія руху, хитна пружина, рівняння Лагранжа другого роду.

Для пояснення складних процесів, що відбуваються в природі, часто застосовують наочні механічні інтерпретації. Зокрема, для коливальних процесів у якості моделей використовують маятникові аналоги. Класичним прикладом вважається модель оберненого маятника з віброуючою точкою кріплення (маятник Капиці). Фізичну модель цього маятника покладено в основу теорії динамічної стабілізації. Не менш вражаючі механічні інтерпретації пов'язані з іншим видом маятника. У ідеалізованому вигляді маятник має вигляд вертикально підвішеної невагомої пружини, до кінця якої прикріплено точковий вантаж. Пружина крім подовжніх коливань здійснює коливання подібно маятнику у вертикальній площині, зберігаючи при цьому прямолінійність своєї осі. Помічено, що якщо вантаж одночасно здійснює коливання вздовж осі пружини і маятникові коливання, то зазначена дія відкриває феномен коливань пружини із зовсім несподіваної сторони. У поведженні такої коливальної системи були виявлені цікаві й глибокі фізичні закономірності [1]. Тому модель пружини, що коливається подібно маятнику, – в літературі її називають хитною

пружиною (swinging spring) – знаходить широке застосування у якості механічної моделі більш складних процесів у природі й техніці. Для інженерної практики необхідні способи побудови реальних нехаотичних *періодичних траєкторій* вантажів хитних пружин. Деякі з них описані в роботі [2], де наведено приклади періодичних траєкторій, а також в [3], де досліджені умови побудови періодичних траєкторій. У роботах [4] - [6] наведено приклади траєкторій руху вантажу хитної пружини.

Але в більшості побудов не надається оцінка геометричної форми слідів руху вантажу хитної пружини залежно від її параметрів та початкових умов ініціювання руху пружини. Тому в даній роботі ставилася мета – побудувати фазові траєкторії функцій узагальнених координат хитної пружини та надати оцінки діапазону змін їх величин та швидкостей руху вантажу. А також скласти таблицю зображень слідів руху вантажу пружини залежно від параметрів.

В процесі побудови періодичних траєкторій спиратимемося на роботи [7–10]. Проміжні резуль-

тати будемо опускати, і наводитимемо головні результати.

Нехай виконуються умови ідеалізації руху вантажу:

- параметри і початкові умови задаються в умовних числових одиницях;
- маятникові коливання пружини відносно нерухомого підвісу здійснюється у вертикальній площині Oxy ;
- вісь невагомої пружини в процесі коливань залишається прямолінійною;
- маса вантажу зосереджена точці, розташованій на осі пружини з незакріпленого кінця;
- опори у вузлах і опір повітря під час коливань відсутні;
- процес розсіювання енергії відбувається повільно в порівнянні з характерними масштабами часу (коливальна система є консервативною).

Визначимо траєкторії переміщення по вертикальній площині вантажу хитної пружини залежно від маси вантажу, початкової довжини пружини у ненавантаженому стані, жорсткості пружини і початкових умов для виникнення коливань.

Схему хитної пружини, відповідно до [8, 9], зображено на рис. 1.

У якості першої узагальненої координатної функції $v(t)$ оберемо значення кута, який вісь пружини утворює з вертикальною віссю Oy . Другу узагальнену координатну функцію $u(t)$ пов'яжемо з подовженням пружини в часі; через h позначимо довжину пружини в ненавантаженому стані. Тоді віртуальні координати рухомого точкового вантажу можна обчислити за формулами:

$$x = (h + u) \sin v; \quad y = -(h + u) \cos v. \quad (1)$$

Лагранжіан задамо як різницю кінетичної і потенціальної енергій:

$$L = 0.5m \left(\left(\frac{du}{dt} \right)^2 + (h + u) \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 \right) - 0.5ku^2 - 9.81m(h + u)(1 - \cos v) - 9.81mu. \quad (2)$$

Для складання системи диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду використаємо співвідношення (точка означає похідну по часу):

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{u}} \right) - \frac{\partial L}{\partial u} = 0;$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{v}} \right) - \frac{\partial L}{\partial v} = 0. \quad (3)$$

В результаті систему рівнянь Лагранжа другого роду одержуємо у вигляді:

$$(u + h) \frac{d^2 v}{dt^2} + 2 \frac{dv}{dt} \frac{du}{dt} + 9.81 \sin v = 0; \quad (4)$$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} - (u + h) \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \frac{ku}{m} - 9.81 \cos v = 0.$$

Постановка задачі. Визначити значення жорсткості k пружини, яка б забезпечила періодичну траєкторію переміщення вантажу маси m хитної пружини довжиною h у ненавантаженому стані. У початковому положенні хитна пружина розташована вертикально, тобто $v(0)=0$. Ініціювання коливань здійснюється за допомогою імпульсу, наданого вантажу пружини у напрямку осі Ox : $dv(0)=0.5$. Величину 0.5 можна характеризувати як початкову швидкість зміни в часі величини кута $v(t)$.

Застосовуючи алгоритми і програми, описані в роботах [7–10] розв'яжемо систему рівнянь (4) зі значеннями параметрів і з початковими умовами $v(0)=0$; $dv(0)=0.5$; $u(0)=1$; $du(0)=0$. В результаті розв'язання одержуємо інтегральні криві і фазові траєкторії. Фазові траєкторії характеризуються кількістю пікселів на їх зображеннях. На рис. 2 наведено графіки зміни кількості пікселів Np залежно від значення жорсткості k для «одичних» значень $m=1$ і $h=1$. Одержано екстремальні локально мінімальні значення. Це дозволило (після уточнення) визначити шість головних критичних значень коефіцієнтів жорсткості k : 7.99; 9.55; 12.67; 18.12; 22.96; 28.84.

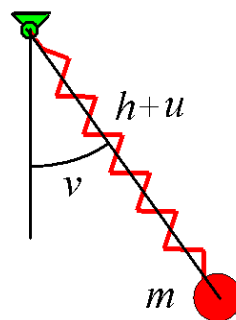


Рис. 1. Схема хитної пружини

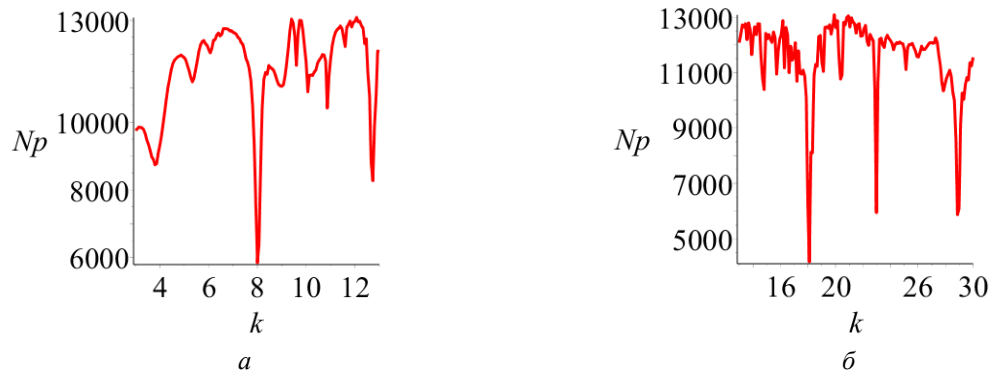


Рис. 2. Графіки зміни кількості пікселів залежно від k для $m=1$:
 а – у межах $3 < k < 13$; б – у межах $13 < k < 30$

На рис. 3 наведені миттєві положення хитної пружини і періодичні траєкторії руху вантажу масою $m=1$ залежно від значень коефіцієнта жорсткості k . Звернемо увагу, що зображення одержаних геометричних форм траєкторій руху вантажу відповідають локальним мінімумам кількостям пікселів на рис. 2. На сайті [11, 12] наведено анімації відповідних коливань.

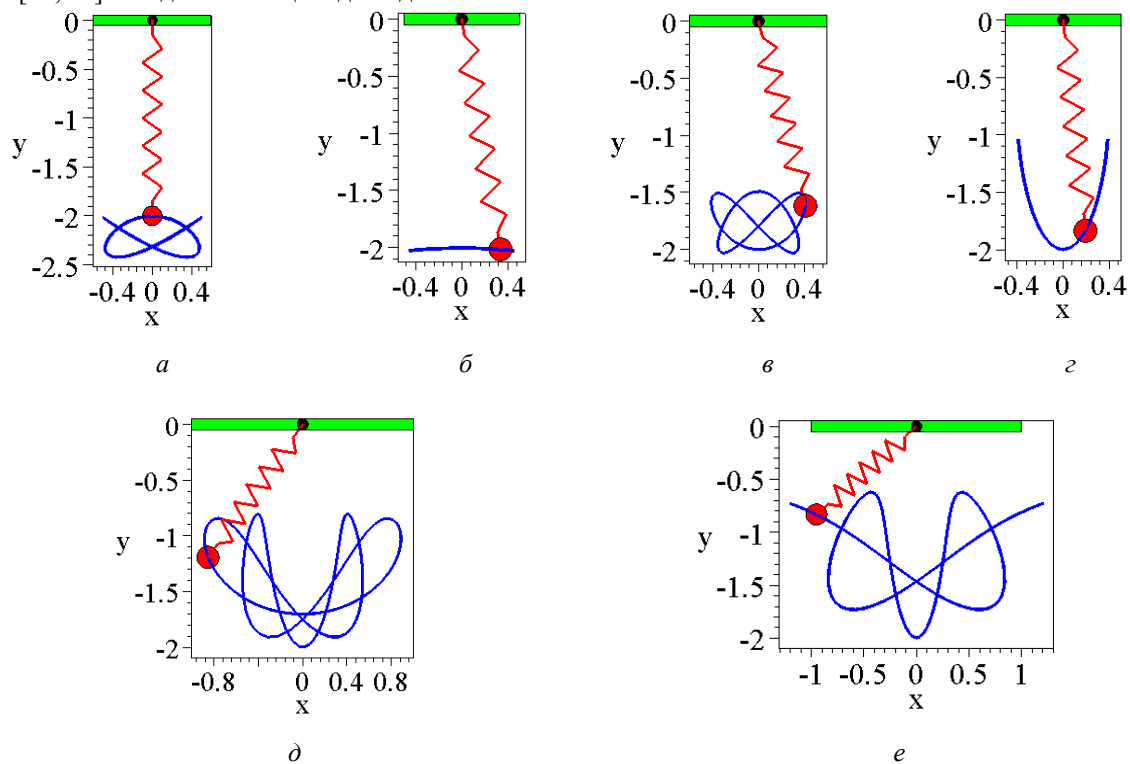


Рис. 3. Періодичні траєкторії вантажу на пружині для:
 а – $k=7.99$; б – $k=9.55$; в – $k=12.67$; г – $k=18.12$; д – $k=22.96$; е – $k=28.84$

На рис. 4 наведено зображення фазових траєкторій функцій узагальнених координат, відповідних періодичним траєкторіям рис. 3. Побудовані на координатних фазових площинах $\{u, Du\}$ і $\{v, Dv\}$, які на рисунку зображено сумісно. Червоним кольором позначено фазову траєкторію функції $u(t)$, а блакитним – фазову траєкторію функції $v(t)$. Нагадаємо, що функція $u(t)$ описує довжину пружини, а функція $v(t)$ – кут відхилення пружини від вертикалі.

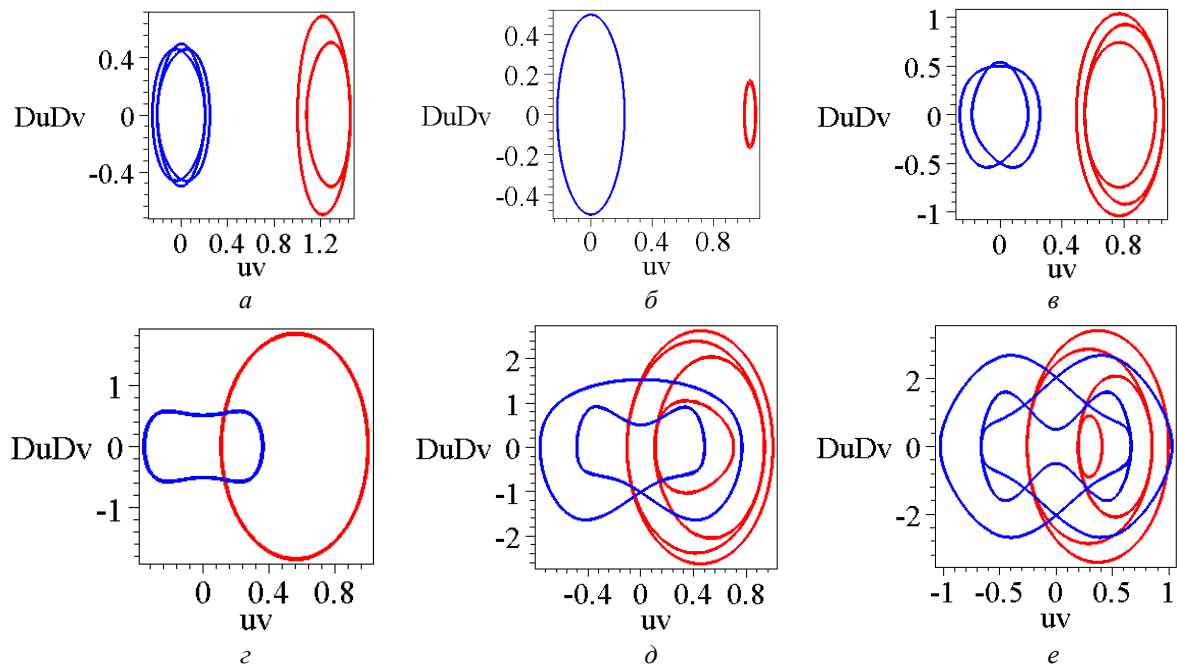


Рис. 4. Фазові траєкторії на фазових площинах $\{u, Du\}$ і $\{v, Dv\}$, для:
 а – $k=7.99$; $1 < u(t) < 1.4$; $-0.6 < Du(t) < 0.6$; $-0.3 < v(t) < 0.3$; $-0.45 < Dv(t) < 0.45$;
 б – $k=9.55$; $0.9 < u(t) < 1$; $-0.2 < Du(t) < 0.2$; $-0.3 < v(t) < 0.3$; $-0.44 < Dv(t) < 0.44$;
 в – $k=12.67$; $0.6 < u(t) < 0.9$; $-1.1 < Du(t) < 1.1$; $-0.35 < v(t) < 3.5$; $-0.6 < Dv(t) < 0.6$;
 г – $k=18.12$; $0.2 < u(t) < 1$; $-1.8 < Du(t) < 1.8$; $-0.4 < v(t) < 0.4$; $-0.5 < Dv(t) < 0.5$;
 д – $k=22.96$; $0 < u(t) < 1$; $-2.5 < Du(t) < 2.5$; $-0.8 < v(t) < 0.8$; $-1.5 < Dv(t) < 1.5$;
 е – $k=28.84$; $0 < u(t) < 1$; $-3 < Du(t) < 3$; $-1 < v(t) < 1$; $-2.5 < Dv(t) < 2.5$.

Отже, за допомогою фазових траєкторій (рис. 4) можна визначити діапазони зміни функцій узагальнених координат, а також швидкості їх зміни.

На наступному етапі виявимо пропорції між коефіцієнтом жорсткості пружини k і масою вантажу m , які б забезпечили *однакові* за геометричною формою траєкторії руху вантажів (довжина $h=1$ пружини у ненавантаженому стані є відомою). Для цього необхідно виразити величину маси вантажу m як функцію коефіцієнта жорсткості k . Початковими умовами ініціювання коливань задамо вертикальне положення підвищеної пружини $v(0)=0$, якій надано початкову кутову швидкість $Dv(0)=0.5$. Нехай $u(0)=1$; $du(0)=0$.

Періодичну траєкторію визначимо для змінної маси m , зафіксувавши значення жорсткості пружини. Використовуючи методичку, наведену в роботах [7–10], побудуємо графік зміни кількості пікселів на зображенні фазових траєкторій залежно від маси m , наприклад, для значення $k=18.12$ (рис. 5). Локально мінімальні екстремальні значення графіка дозволяють визначити критичні значення маси m : 0.627; 0.788; 1; 1.43; 1.88; 2.24.

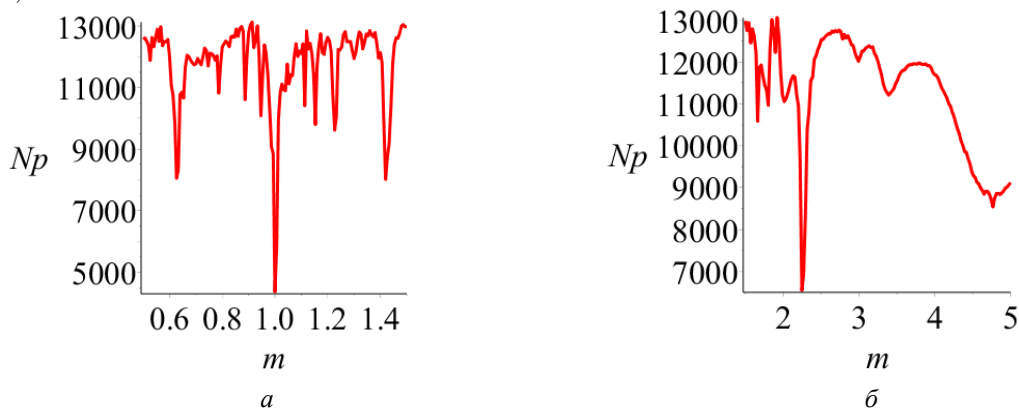


Рис. 5. Графіки зміни кількості пікселів залежно від m для $k=18.12$:
 а – у межах $0.5 < m < 1.5$; б – у межах $1.5 < m < 5$

На рис. 6 зображено миттєві положення хитної пружини жорсткості $k=18.12$, а також періодичні траєкторії руху вантажу для обчислених величин мас вантажів. Бачимо, що періодичні траєкторії на рис. 6 подібні за геометричними формами траєкторіям з рис. 3. Це вказує на існування певної закономірності «генерування» періодичних траєкторій.

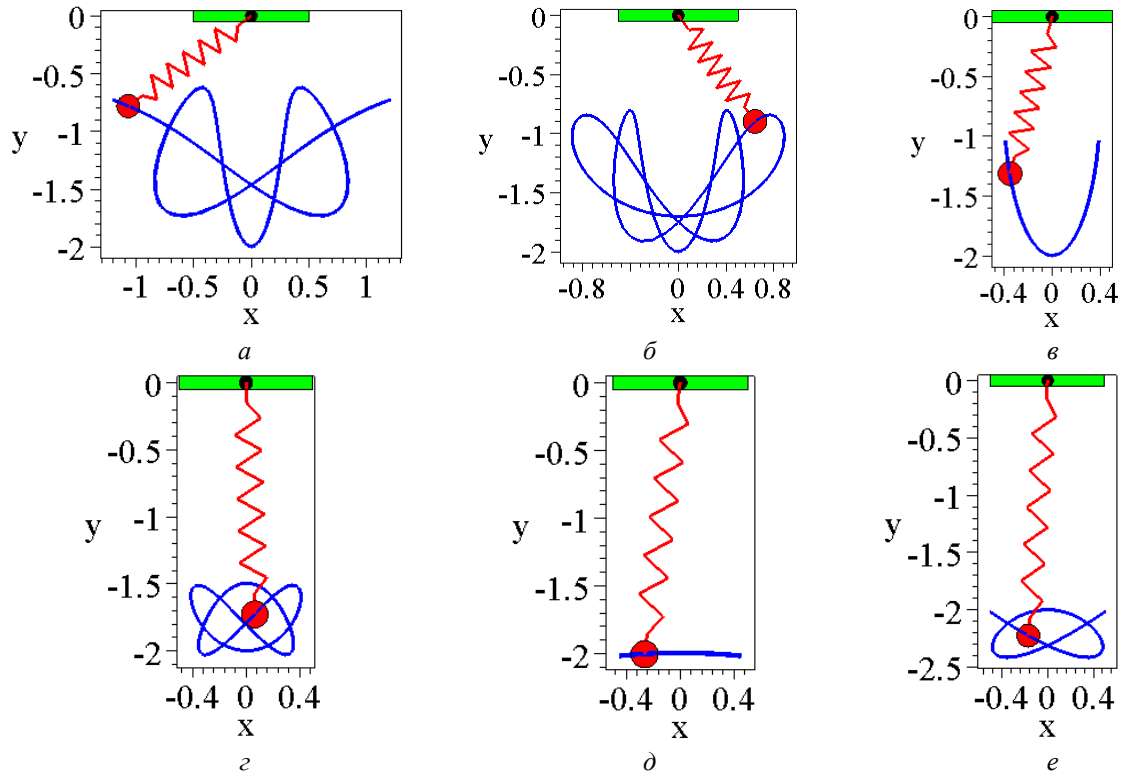


Рис. 6. Періодичні траєкторії вантажу на пружині для:
 $a - m=0.627$; $b - m=0.788$; $c - m=1$; $d - m=1.43$; $e - m=1.88$; $f - m=2.26$

Зміст рис. 3 і рис. 6 переконує у тому, що ряд геометричних форм періодичних траєкторій повторюються у певній послідовності. Для перевірки цього спостереження і для узагальнення методики розглянемо інший варіант коливання пружини, наприклад, при жорсткості $k=28.84$.

На рис. 7 наведено графік зміни кількості пікселів на зображенні фазових траєкторій залежно від маси m для значення $k=28.84$. Локально мінімальні екстремальні значення графіка дозволяють визначити критичні значення маси m : 1; 1.26; 1.59; 2.28; 3; 3.6.

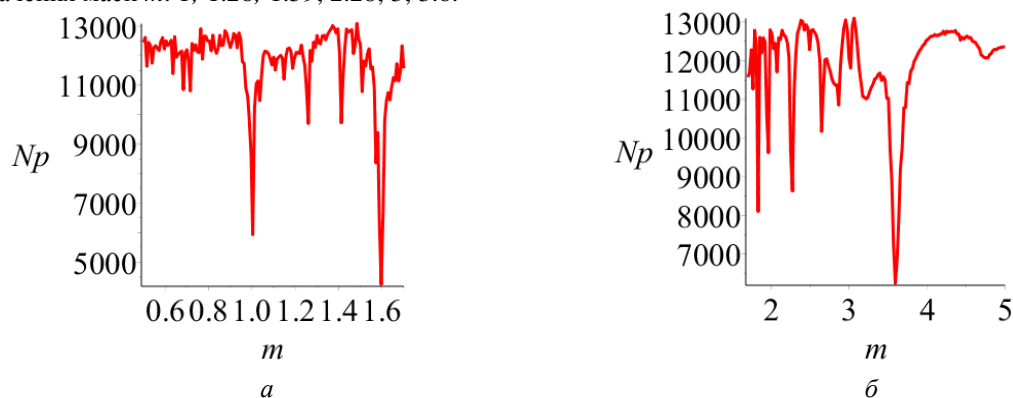


Рис. 7. Графіки зміни кількості пікселів залежно від m для $k=28.84$:
 $a -$ у межах $0.5 < m < 1.6$; $b -$ у межах $1.6 < m < 5$

Виявляється, що побудовані періодичні траєкторії руху вантажу матимуть вигляд однакових за формою, зображеним на рис. 6. Але при інших значеннях маси: $m=1$ (а); $m=1.26$ (б); $m=1.59$ (в); $m=2.28$ (г); $m=3$ (д); $m=3.6$ (е). Це цікаве с позиції геометрії спостереження сприяло побудові таблиці для класифікації величин параметрів m і k , які б забезпечили існування періодичної траєкторії руху вантажу хитної пружини ($h=1$).

Розглянемо класифікацію періодичних траєкторій руху вантажу хитної пружини. Ідентифікувати геометричну форму періодичних траєкторій будемо за допомогою відношення періодів вертикальних

$$T_y = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}} \text{ і горизонтальних } T_x = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ коливань вантажу. Цікаво було б дослідити варіювання}$$

параметрів співвідношення $\frac{mg}{kh} = \frac{1}{4}$, де m – маса вантажу, k – жорсткість пружини, h – довжина пружини у ненавантаженому стані, $g=9,81$. Перевірити, за яких умов виконується це співвідношення з прийнятною точністю і як це впливає на зображення періодичних траєкторій переміщення вантажу хитної пружини.

В табл. 1 наведено значення відношення горизонтальних періодів коливань до вертикальних залежно від геометричної форми траєкторій руху, стосовно періодичних траєкторій на рис. 3, 6. Також наведено значення мас вантажів m для відповідних значень коефіцієнта жорсткості k . Всі величини в умовних одиницях.

Таблиця 1.

Значення мас вантажів для періодичних траєкторій, відповідних жорсткостям k






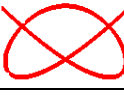
Значення коефіцієнтів жорсткості →	7.99	9.5	12.67	18.12	22.96	28.87	Значення відношень періодів ↓
Форма траєкторії ↓							
	0.276	0.33	0.44	0.63	0.8	1	1.71
	0.35	0.415	0.554	0.793	1	1.25	1.525
	0.44	0.23	0.7	1	1.26	1.58	1.36
	0.63	0.75	1	1.423	1.8	2.27	1.14
	0.83	1	1.32	1.9	2.4	3	0.986
	1	1.18	1.58	2.26	2.85	3.6	0.9

Табл. 1 дозволяє визначати значення мас вантажів і форм траєкторій лише для дискретних значень k . Для того, щоб визначити допустиме значення маси m для довільного $10 < k < 35$ з метою одержати певну траєкторію вантажу (наприклад, для перевірки – зображену на рис. 6, а) використаємо інтерполяційну формулу для двох точок з координатами (28.84, 1) і (18.12, 0.627). Після обчислень одержуємо функцію

$$m(k)=0.0348k-0.00348.$$

Аналогічно одержуємо інші функції:

$$\begin{aligned} m(k) &= 0.044k - 0.00923; \\ m(k) &= 0.055k + 0.00272; \\ m(k) &= 0.0792k - 0.00675; \\ m(k) &= 0.104k - 0.0131; \\ m(k) &= 0.127k - 0.0588, \end{aligned}$$

які відповідатимуть траєкторіям вантажу, зображених на рис. 6, б-е.

Отже, для обчислення величини маси m при її переміщенні вздовж періодичної траєкторії при заданій величині коефіцієнта жорсткості k , необхідно скористатись однією з формул (5). При цьому з'явилася можливість не лише побудувати періодичну траєкторію, але і наперед *обрати* одну з геометричних форм траєкторій, зображених на рис. 6.

Наприклад, для коефіцієнта жорсткості $k=22.96$, щоб одержати періодичні траєкторії, зображені на рис. 6, $a-e$, необхідно обрати величини мас, відповідно $m=0.8$; $m=1$; $m=1.27$; $m=1.8$; $m=2.38$; $m=2.85$.

Цим проілюстровано можливість не лише побудувати періодичну траєкторію руху вантажу хитної пружини, але і обрати одну з них, використовуючи як прототип зображену на рис. 6. Таким чином, було розв'язано, у певному розумінні, обернену задачу визначення періодичних траєкторій руху вантажу хитної пружини. Тобто розроблена класифікація та складена таблиця періодичних траєкторій дозволяють розв'язувати обернені задачі. А саме – долучити до переліку числових параметрів хитної пружини ще й періодичні криві як параметри в графічній формі. Величини відношення горизонтальних і вертикальних періодів коливань хитної пружини дозволяють визначити числові значення таких параметрів, які б забезпечили існування наперед заданої з шести вказаних форм періодичної траєкторії руху вантажу. Крім того, розроблений спосіб побудови періодичних траєкторій дозволяє оцінювання їх довжин шляхом підрахунку кількості пікселів, що складають зображення траєкторії. Тобто у випадку необхідності з'явилася можливість вказати періодичну траєкторію певної довжини, яку слід враховувати під час дослідження динамічних систем, між частинами яких відбувається «перекачка» енергії.

Результати роботи можна використати як парадигму для вивчення нелінійних зв'язаних систем, а також при розрахунках варіантів механічних пристроїв, де пружини впливають на коливання їх елементів. А також у випадках, коли в технологіях використання механічних пристроїв необхідно відмежуватися від хаотичних переміщень вантажів і забезпечити періодичні траєкторії їх руху [13, 14]. Наведені в роботі оцінки меж та швидкостей зміни маятникових кутів, а також відповідних подовжень та швидкостей подовжень пружини, дозволяють досліджувати модифікації хитної пружини, наприклад, у вигляді підвішеної до рухомого візка. Відсутність системного підходу до моделювання періодичних траєкторій переміщення вантажу хитної пружини та її різновидів затрудняло алгоритмічну реалізацію аналогічних впроваджень.

Висновки.

В роботі показано, що існує принаймні *шість* геометричних форм періодичних траєкторій руху вантажу хитної пружини, які відповідають заданим коефіцієнтам жорсткості k та значенням маси m . За допомогою відношення горизонтальних і вертикальних періодів коливань вантажу вдалося визначити шість чисел 1.71; 1.525; 1.36; 1.14; 0.986; 0.9, які відповідають одержаним геометричним формам періодичних траєкторій руху.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Булдакова Д. А., Кирюшин А. В. Модель качаючогося пружинного маятника в історії фізики і техніки. *Електронне наукове видання «Ученые заметки ТОГУ»* // 2015, Том 6, № 2, С. 238 – 243
2. Broucke R, Vaxa P.A. Periodic solutions of a spring-pendulum system. // *Celestial mechanics*. September 1973, Vol. 8, Issue 2, P. 261-267
3. Hitzl D.L. The swinging spring invariant curves formed by quasi-periodic solution. III. // *Astron and Astrophys.* 1975, Issue 41, P.187-198
4. Hitzl, D. L., The swinging spring – families of periodic solutions and their stability. I, *Astronautics & Astrophysics* **40**, 1975, 147–159.
5. Simulation of Nonlinear Spring Pendulum (2011) https://nl.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/33168-springpendulum?s_tid=srchtitle
6. Эластичный маятник (2018) URL: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/oscilaciones/pendulo_elastico/pendulo_elastico.html
7. Семків О.М. Метод визначення особливих траєкторій коливань вантажу 2d-пружинного маятника. *Вестник ХНАДУ*, вып. 71, 2015. С. 36-44
8. Development of Projection Technique for Determining the Non-Chaotic Oscillation Trajectories in the Conservative Pendulum Systems / O. Semkiv, O. Shoman, E. Sukharkova, A. Zhurilo, H. Fedchenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Mathematics and Cybernetics – Applied Aspects.* – № 2, Issue 4 (86). – 2017. – P. 48–57.
9. Geometric modeling of the unfolding of a rod structure in the form of a double spherical pendulum in weightlessness / Kutsenko L., Semkiv O., Asotskiy V., Zapolskiy L., Shoman O., Ismailova N., Danylenko V., Vinogradov S, Sivak E. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied mechanics*. 2018. Issue 4, No 7 (94) . P. 13-24
10. Development of a method for a computer model of a trajectory for the movement of a load of swinging spring / L. Kutsenko, O. Semkiv, A. Kalynovskiy, L. Zapolskiy, O. Shoman, G. Virchenko, V. Martynov, M. Zhuravskij, V. Danylenko, N. Ismailova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied mechanics*. 2019. Issue 1, No 7 (97) . P. 60-73
11. Куценко, Л. М. Піксов М. М., Запольський Л. Л. Ілюстрації до статті "Геометричне моделювання періодичної траєкторії вантажу хитної пружини" (2018) URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7637>
12. Куценко Л. М., Піксов М. М., Васильєв С. В. Ілюстрації до статті "Класифікація елементів сім'ї періодичних траєкторій руху вантажу хитної пружини" (2019) URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/8658>
13. De Sousa M.C., Marcus F.A., Caldas I.L., Viana R.L. Energy distribution in intrinsically coupled systems: The spring pendulum paradigm // *Physica A*. Vol. 509, 1 November, 2018. P.1110-1119
14. De Sousa M. C., Marcus F. A., Caldas I. L. Energy Distribution in Spring Pendulums. 6th International Conference on Nonlinear Science and Complexity. Brazil – May 16-20, 2016, 3 p

Vol.1

№33/2020

ISSN 3375-2389

The journal publishes materials on the most significant issues of our time. Articles sent for publication can be written in any language, as independent experts in different scientific and linguistic areas are involved.

The international scientific journal “Danish Scientific Journal” is focused on the international audience. Authors living in different countries have an opportunity to exchange knowledge and experience.

The main objective of the journal is the connection between science and society. Scientists in different areas of activity have an opportunity to publish their materials. Publishing a scientific article in the journal is your chance to contribute invaluablely to the development of science.

Editor in chief – Lene Larsen, Københavns Universitet

Secretary – Sofie Atting

- Charlotte Casparsen – Syddansk Erhvervsakademi, Denmark
- Rasmus Jørgensen – University of Southern Denmark, Denmark
- Claus Jensen – Københavns Universitet, Denmark
- Benjamin Hove – Uddannelsescenter Holstebro, Denmark
- William Witten – Iowa State University, USA
- Samuel Taylor – Florida State University, USA
- Anie Ludwig – Universität Mannheim, Germany
- Javier Neziraj – Universidade da Coruña, Spain
- Andreas Bøhler – Harstad University College, Norway
- Line Haslum – Sodertorns University College, Sweden
- Daehoy Park – Chung Ang University, South Korea
- Mohit Gupta – University of Calcutta, India
- Vojtech Hanus – Polytechnic College in Jihlava, Czech Republic
- Agnieszka Wyszynska – Szczecin University, Poland

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

Danish Scientific Journal (DSJ)

Istedgade 104 1650 København V Denmark

email: publishing@danish-journal.com

site: <http://www.danish-journal.com>