



(19) **KG** (11) **413** (46) **30.04.2026**

(51) **G09B 19/00** (2026.01)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

к патенту Кыргызской Республики

(21) 20250012.2

(22) 31.07.2025

(46) 30.04.2026. Бюл. № 4

(76) Панков Павел Сергеевич

Тагаева Сабина Базарбаевна (KG)

(56) https://ru.wikipedia.org/wiki/Двойной_маятник

(54) **Демонстрационный механический странный аттрактор**

(57) Полезная модель относится к оборудованию для учебного процесса, а именно — к наглядному интерактивному жёсткому устройству, поведение которого при одинаковом начальном положении непредсказуемо, для преподавателей и студентов естественно-научных специальностей.

Технической задачей изобретения является изготовление механического устройства, которое при одинаковом начальном состоя-

нии без внешнего вмешательства действовало бы случайным образом по-разному, такое, чтобы наблюдатель видел и понимал причину возможных различных действий.

Задача решается в демонстрационном механическом странном аттракторе, который представляет собой симметричную чашу на подставке, составленную из шести правильных треугольников со сторонами 300–500 мм и толщиной 1–2 мм, из твёрдого вещества с гладкой поверхностью, и шарика диаметром 5–10 мм из тяжёлого твёрдого вещества, где три ребра чаши имеют одинаковый крутой наклон вниз к центральной точке чаши, а три других ребра чаши имеют одинаковый пологий наклон вниз к центральной точке чаши.

1 н. п. ф., 1 фиг., 1 фото

(19) **KG** (11) **413** (13) **U** (46) **30.04.2026**

3

Полезная модель относится к оборудованию для учебного процесса, а именно — к наглядному интерактивному жёсткому устройству, поведение которого при одинаковом начальном положении непредсказуемо, для преподавателей и студентов естественно-научных специальностей.

Полезная модель представляет собой симметричную жёсткую чашу на подставке, составленную из шести правильных треугольников, и стальной шарик, три ребра чаши имеют одинаковый крутой наклон вниз, и три других ребра чаши имеют одинаковый пологий наклон вниз к центральной точке чаши.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является наглядное представление понятия странный аттрактор. Он достигается тем, что движение шарика под действием силы тяжести по каждому из трёх направлений, имеющих в полезной модели, является сначала устойчивым, а потом — неустойчивым и, соответственно, непредсказуемым.

Сущность полезной модели состоит в том, что студенты могут убедиться в реальном существовании непредсказуемых процессов с пониманием причин этого, что является важным для формирования картины мира.

После ознакомления с устройством преподаватель может дать студентам задание: смоделировать движение шарика на компьютере, что будет углублённым повторением и закреплением на практике некоторых разделов математики и информатики. Наглядное, в особенности интерактивное, представление изучаемых процессов необходимо для обеспечения эффективности преподавания. На курсах, связанных с динамическими системами, теорией хаоса, фрактальной геометрией и математическим моделированием, на факультетах математики, физики, информатики и инженерии изучают странные аттракторы.

Обзор литературы, изобретений и полезных моделей показывает, что известны различные типы электрических, химических, физических, магнитных, механических устройств со свойствами странных аттракторов, но нет таких устройств, чтобы студент сразу видел причины непредсказуемого, хаотического движения в ограниченной области и мог экспериментировать с устройством. Очевидно, что для демонстрации необходимы

4

механические устройства, поскольку только в них движение наблюдается непосредственно.

Известен только один чисто механический аттрактор — двойной маятник (<https://ru.wikipedia.org/wiki/>). В нём студент видит сложное движение, но не видит его причин.

Технической задачей изобретения является изготовление механического устройства, которое при одинаковом начальном состоянии без внешнего вмешательства действовало бы случайным образом по-разному, такое, чтобы наблюдатель видел и понимал причину возможных различных действий.

Задача решается в демонстрационном механическом странном аттракторе, представляющем собой симметричную чашу на подставке, составленную из шести правильных треугольников со сторонами 300–500 мм и толщиной 1–2 мм, из твёрдого вещества с гладкой поверхностью, и шарика диаметром 5–10 мм из тяжёлого твёрдого вещества, где три ребра чаши имеют одинаковый крутой наклон вниз к центральной точке чаши, а три других имеют одинаковый пологий наклон вниз к центральной точке чаши.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлен шестиугольник с разметкой.

Полезная модель состоит из правильного шестиугольника (ниже — чашки) со стороной 300 мм, на подставке, вырезанного из жести, расположенного горизонтально на подставке; его вершины 1–2–3–4–5–6, центр — 0, согнутого так, чтобы отрезки 1–0, 3–0, 5–0 имели одинаковый большой наклон вниз к точке 0, а отрезки 2–0, 4–0, 6–0 имели одинаковый небольшой наклон вниз к точке 0, и стального шарика диаметром 5 мм.

Устройство работает следующим образом.

Стальной шарик пускают из точки 2 на чашке, он скатывается к точке 0, поднимается немного по направлению к точке 5, скатывается (случайно) на отрезок 6–0 или на отрезок 4–0, по этому отрезку скатывается к точке 0 и т. д., пока шарик не останавливается в точке 0.

Данную полезную модель также приближённо описывают системой дифференциальных уравнений второго порядка в векторной форме:

$$\{x(t), y(t)\}' = \{Zx'(x(t), y(t)), Zy'(x(t), y(t))\} / ((Zx'(x(t), y(t)))^2 + (Zy'(x(t), y(t)))^2 + 1), \\ 0 \leq t < \infty,$$

$$G(j) = 2\pi j/3 - \pi/3;$$

$$Z(x, y) = \sum_j^3 ((x - \cos G(j))^2 + (y - G(j))^2 + 0.01)^{-1} + x^2 + y^2,$$

с начальным условием:

$$\{x(0), y(0)\} = \{-1/2, \sqrt{3}/2\}.$$

Здесь:

$x(t), y(t)$ — проекции положения шарика на горизонтальную плоскость Oxy в момент времени t ;

$z = Z(x, y)$ — уравнение поверхности чашки над плоскостью (окружность с проекцией $x^2 + y^2 = 1$ — соответствует краю чашки);

$\{x(t), y(t), Z(x(t), y(t))\}$ — координаты точки соприкосновения шарика с чашкой в момент времени t ;

$G(j)$ — известная функция аргумента $j = 1, 2, 3$, введённая для сокращения записи; все остальные обозначения — общематематические.

Также данную полезную модель приближённо описывают системой разностных уравнений, получаемых аппроксимацией данной системы дифференциальных уравнений, и компьютерной моделью на основе системы разностных уравнений. Невозможно доказать логически, что все четыре версии модели в чём-то «эквивалентны» или «близки». Это проверяют только косвенно: система дифференциальных уравнений не решается в виде формулы, о ней можно судить только по системе разностных уравнений; система разностных уравнений решается приближённо из-за погрешностей округления, в зависимости от компьютера; оценки погрешностей округления и их влияние на решение не существует.

Полезная модель может быть использована следующим образом:

1. Преподаватель на практическом занятии показывает студентам полезную модель и даёт возможность экспериментировать.

2. Преподаватель предлагает каждому студенту изложить увиденное своими словами (не советуясь с другими студентами) и послать ему текст.

3. Преподаватель зачитывает или посылает в группу лучшие работы с учётом того, что разные студенты могут выразить свою мысль по-разному, и не существует «самого

6

лучшего, самого точного изложения», и другим студентам (только лично) сообщает об их ошибках и неточностях.

4. Преподаватель предлагает каждому студенту записать математическую функцию $z = Z(x, y)$, приближённо показывающую полезную модель, и изобразить её наглядно, используя программное средство Excel или другое. Студенты из построенных изображений (не все смогли построить) отмечают те, которые адекватно показывают полезную модель, и выбирают лучшую из них.

5. Преподаватель предлагает каждому студенту написать систему дифференциальных уравнений с использованием предыдущего пункта или систему разностных уравнений или другой способ моделирования движения шарика на компьютере и произвести моделирование.

6. Преподаватель отмечает работы, которые доведены до компьютерной реализации, и те из них, которые изображают хаотическое движение.

7. Преподаватель даёт творческое задание: разработать свой странный аттрактор и представить его в любой форме по усмотрению студента.

Изготовление полезной модели производят по правилам проведения с соблюдением техники безопасности жестяных работ. Необходимо заготовить лист тонкой жести толщиной от 0,14 до 0,36 мм, линейку, ножницы для резки металла, киянку или резиновый молоток, рукавицы, разметчик, наждак, приготовить верстак. На верстаке закрепить металлический уголок горизонтально. На листе делают разметку, а потом вырезают правильный шестиугольник 60 см в поперечнике. Заглаживают края шестиугольника наждаком. На листе проводят шесть прямых линий согласно фиг. 1 с обеих сторон листа. Сгибают шестиугольник так, чтобы отрезки 1–0, 3–0, 5–0 имели большой наклон вниз к точке 0, а отрезки 2–0, 4–0, 6–0 имели небольшой наклон вниз к точке 0. Расстояние между плоскостями 1–3–5 и 2–4–6 должно стать 3–4 см. Шесть треугольников должны быть по возможности плоскими. Сгибания производят на уголке многократными лёгкими ударами киянки или резинового молотка. Также при прохождении одного отрезка увеличивают двугранный угол на нём ненамного,

7

и после прохождения других отрезков возвращаются к этому отрезку. Для сгибания по отрезкам 2–0, 4–0, 6–0 накладывают лист на уголок в перевёрнутом виде. Для изготовления подставки вырезают прямоугольный железный лист $120\text{ см} \times 10\text{ см}$, сгибают его в кольцо (цилиндрическую поверхность) и соединяют края кольца любым способом. Подготавливают стальной шарик (шарикоподшипник) диаметром 5 мм.

Проверка и настройка. Необходимо поставить готовый изогнутый лист на подставку так, чтобы точки 1, 3, 5 были на одинаковой высоте, точки 2, 4, 6 — также на одинаковой высоте, ниже. Пускают стальной шарик из точки 2. Он должен покатиться к точке 0, потом подняться немного по направлению к точке 5, потом скатиться на отрезок 6–0 или на отрезок 4–0, по этому отрезку скатиться к

8

точке 0, подняться и т. д. Считают, сколько раз он будет подниматься, пока не остановится в точке 0. Повторяют несколько раз. Если шарик будет всё время подниматься к одной из точек 4 или 6, то нужно изменить немного наклон листа в противоположную сторону и повторить проверку.

Данная полезная модель имеет то преимущество, что она не имеет аналогов — только она даёт студентам наглядное понятие о непредсказуемых процессах с видимой причиной этого; одновременно она является творческим заданием на подбор формул, выражающих реальный объект, на написание системы дифференциальных уравнений, выражающих реальный процесс, и реализацию этой системы на компьютере.

9

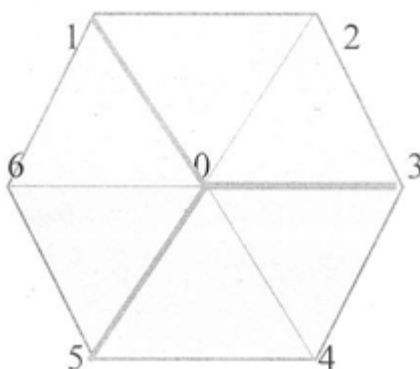
Формула полезной модели

Демонстрационный механический странный аттрактор, представляющий собой симметричную чашу на подставке, составленную из шести правильных треугольников со сторонами 300–500 мм и толщиной 1–2 мм, из твёрдого вещества с гладкой поверхно-

10

стью, и шарик диаметром 5–10 мм из тяжёлого твёрдого вещества, где три ребра чаши имеют одинаковый крутой наклон вниз к центральной точке чаши, а три других ребра имеют одинаковый пологий наклон вниз к центральной точке чаши.

Демонстрационный механический странный аттрактор



Фиг. 1

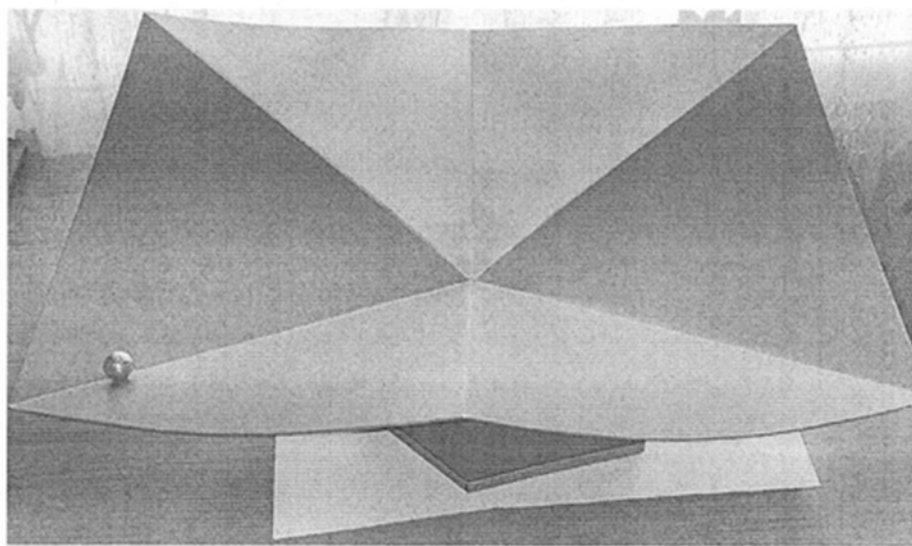


Фото. 1

Выпущено отделом подготовки официальных изданий