

МАЯТНИК ФУКО КАК ДЕМОНСТРАЦИЯ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

Саевич Матвей Игоревич, Скурко Тимофей Олегович,

Лоза Максим Геннадьевич, студенты 2-го курса

кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Хотомцева М.А., старший преподаватель)

Маятник Фуко — маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли. Жан Фуко в 1851 году продемонстрировал вращение Земли с помощью конструкции, сделанной из тяжелого железного шара, который прикреплен длинной проволокой к куполу Пантеона в Париже. Сила Кориолиса, вызванная вращением Земли, заставляет плоскость качания маятника Фуко вращаться с течением времени со скоростью, зависящей от широты, на которой находится маятник. В настоящее время в мире имеются действующие маятники Фуко, используемые в демонстрационных целях.

Один из самых крупных маятников на данный момент находится в Киевском политехническом институте. Открытие такой достопримечательности состоялось 24 февраля 2011 года. Длина нити составляет 22 метра, диаметр самого отвеса 28 сантиметров, весом целых 43 кг. Однако количество разнообразных моделей маятника Фуко растет. Так, в вестибюле помещения Генеральной Ассамблеи ООН демонстрируется маятник – подарок Нидерландов. В базилике Святого Петрония (Болонья, Италия), в планетарии города Солт Лейк Сити (штат Юта, США).

В Беларуси маятники Фуко установлен в мемориальной часовне на Буйничском поле в 1995 году, а также в виде застекленной пирамиды в фойе главного корпуса Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка в 2002 году.

При движении маятника плоскость его колебания медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения земли. Это смещение можно объяснить действием силы Кориолиса.

Сила Кориолиса — одна из сил инерции, существующая в неинерциальной системе отсчёта из-за вращения и законов инерции, проявляющаяся при движении в направлении под углом к оси вращения. Названа в честь французского учёного Гаспара-Гюстава де Кориолиса, впервые описавшего её в статье, опубликованной в 1835 году. Однако существует мнение, что первым

математическое выражение для силы получил Пьер-Симон Лаплас в 1775 году, а эффект отклонения движущихся объектов во вращающихся системах отсчёта был описан Джованни Баттиста Риччоли и Франческо Мария Гримальди в 1651 году. Приведем некоторые примеры. Во время исследования глобальных процессов, происходящих с океанами и атмосферой, необходимо учитывать влияние этой силы.

При колебании маятника его плоскость медленно поворачивается в сторону, обратную стороне направления вращения земли. Этот эффект можно объяснить действие силы Кориолиса. Сила также зависит от положения маятника на земном шаре (уменьшается от полюса к экватору), а также, чем меньше широта, тем меньше скорость отклонения.

При математическом описании движения маятника Фуко мы рассмотрим случай, при котором маятник начал свое движение без начального ускорения.

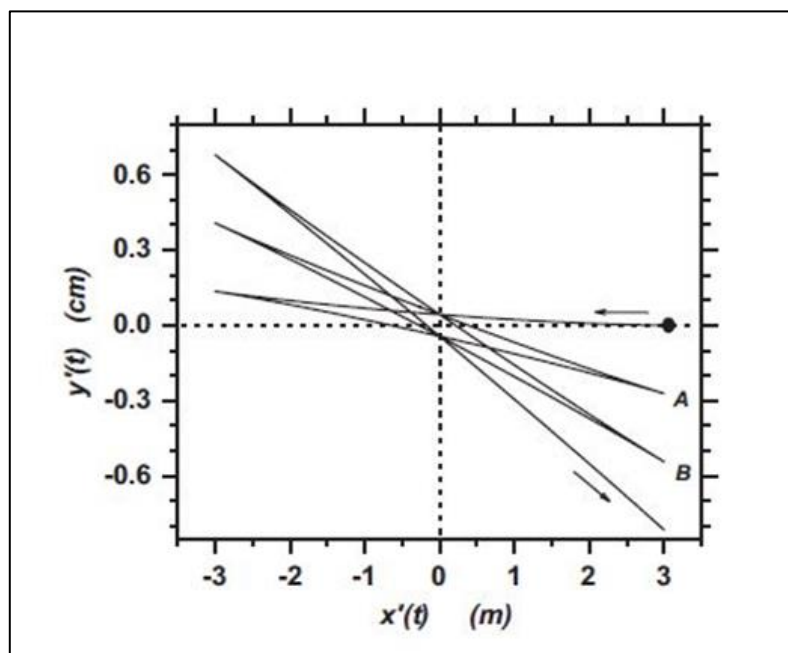


Рисунок 1 - Траектория движения маятника Фуко в системе отсчета Земли

На рисунке 1 показана траектория движения маятника Фуко в системе отсчета Земли, рассчитанная по $x'(t)$ и $y'(t)$ по уравнению (Рис.2).

$$x'(t) = \frac{1}{\alpha + \beta} [(\beta x_0 + v_{0y}) \cos \alpha t + (\alpha x_0 - v_{0y}) \cos \beta t]$$

$$y'(t) = \frac{1}{\alpha + \beta} [(\beta x_0 + v_{0y}) \sin \alpha t - (\alpha x_0 - v_{0y}) \sin \beta t]$$

Рисунок 2 – Уравнение для расчёта траектории движения маятника

В уравнении, изображенном на рисунке 2 примем $v_{0y} = 0$. Учтём, что масштаб оси $(x'(t))$ на рисунке указан в метрах, а масштаб оси $(y'(t))$ - в сантиметрах. Время колебаний на данном рисунке равно примерно трём периодам (50 с).

На рисунке 1 видно, что груз маятника движется по часовой стрелке, а в точках разворота маятник покоится, поэтому его траектория имеет форму звезды. Движение маятника Фуко, изображенное на рисунке 1, характерно для нулевой поперечной скорости в системе отсчета Земли. Движение начинается в отрицательном направлении оси x' , но немного смещается вправо из-за силы Кориолиса. При достижении точки возврата, где скорость уравнивается, маятник начинает движение назад, снова отклоняясь вправо. Также видно, что груз маятника не проходит через начало системы координат, являющееся центром сил.

Литература:

1. Kristopher T. Geodesics. Differential Geometry of Curves and Surfaces, Philadelphia, 2018. DOI 10.1007/978-3-319-39799-3