

Новый учебный прибор для демонстрации характеристик эллипса**Научный руководитель – Скворцова Елена Владимировна*****Мерзликін Тимофей Алексеевич****E-mail: t.merzlikin@bk.ru*

Тема работы появилась из практики. В школьном курсе физики эллипс не изучается. Получается, что на первом курсе технического ВУЗа появляется большой объём абстрактного материала, не подкреплённый наглядными учебными пособиями. Ситуацию пытался исправить профессор Физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета Е.И.Бутиков. Он разработал комплекс компьютерных программ по механике орбитального движения [1]. Но реальная лабораторная установка всегда более наглядна, чем компьютерная программа.

Идея создания новой лабораторной установки появилась при ознакомлении с компьютерной учебной моделью «Косые колёса», разработанной Н.Н.Андреевым в Математическом институте им. В.А.Стеклова Российской академии наук [2]. Для наглядного представления характеристик эллипса создана специальная лабораторная установка, на которую подана авторская заявка на полезную модель [3]. Лабораторная установка состоит из электродвигателя, штанги и прикреплённой к ней лазерной указки, формирующей узкий луч света, который проецируется на наклонную пластину. Эта установка представляет собой наклонную плоскость, но угол удобно отсчитывать от вертикального положения, а не горизонтального, как это обычно принято в школьных задачах. Если изменять угол наклона экрана, то изменяется удлинение эллипса. При быстром вращении, достаточно частоты 10 Гц, проекция светового пятна зрительно воспринимается как непрерывная линия эллипса.

Проще всего показать малую полуось b эллипса, потому что она равна радиусу r кругового цилиндра: $b=r$; $2b=2*r$.

Большая полуось эллипса демонстрируется максимальным удалением точки эллипса от его геометрического центра O и вычисляется по формуле $a=r/\cos\alpha$.

Половина межфокусного расстояния вычисляется по формуле: $c=r*\operatorname{tg}\alpha$.

Самый необычный новый результат получился для демонстрации эксцентриситета e эллипса. Эту характеристику эллипса важно знать, например, для выполнения манёвра Гомана при переходе космического аппарата с одной круговой орбиты на другую [4]. Для вычисления эксцентриситета e эллипса надо воспользоваться формулой: $e=\sin\alpha$. Такая зависимость позволяет не вычислять эту характеристику, а показать её с помощью ватерпаса. Достаточно около основания наклонной плоскости длиной ровно 1000 мм положить линейку с отсчётом от шарнира, чтобы вертикальный отвес показал на ней значение эксцентриситета в тысячных долях. Схема установки показана на рисунке.

Ещё одной характеристикой эллипса, которую может наглядно представить предлагаемая учебная установка, является параметр p эллипса. Параметр p эллипса определяется и вычисляется с учётом ранее определённых характеристик по следующей формуле: $p=r*\cos\alpha$. Для перигейного расстояния тоже получена формула: $L=a-c$.

Таким образом, цель создания нового учебного прибора для демонстрации характеристик эллипса достигнута. Первая модель нового прибора апробирована во время учебных занятий в школе и в ВУЗе. Подана авторская заявка на патент на полезную модель [3].

Источники и литература

- 1) Бутиков Е.И. Движение космических тел в компьютерных моделях / Санкт-Петербургский государственный университет. Физический факультет. СПб, 2007. Электронный ресурс: <https://butikov.itmo.ru/Lectures/Motion.pdf>

- 2) Андреев Н.Н. и др. Косые колёса / Математические этюды. Модели. Электронный ресурс: <https://etudes.ru/models/skewed-wheels/>
- 3) Мерзликин Т.А. Учебный прибор для демонстрации характеристик эллипса. Заявка на патент на полезную модель № 2025123875, заявочный приоритет 29.08.2025.
- 4) Екимовская А.А. Проектно-баллистический анализ вращающейся треугольной системы малых космических аппаратов для выполнения манёвра Гомана / В сборнике: XXXVII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения (посвящена 135-летию Е.А. Чудакова). Сборник трудов конференции. Москва, 2025. С. 231-234. – Электронный ресурс (ссылка на eLibrary): https://elibrary.ru/download/elibrary_87278113_71216866.pdf

Иллюстрации

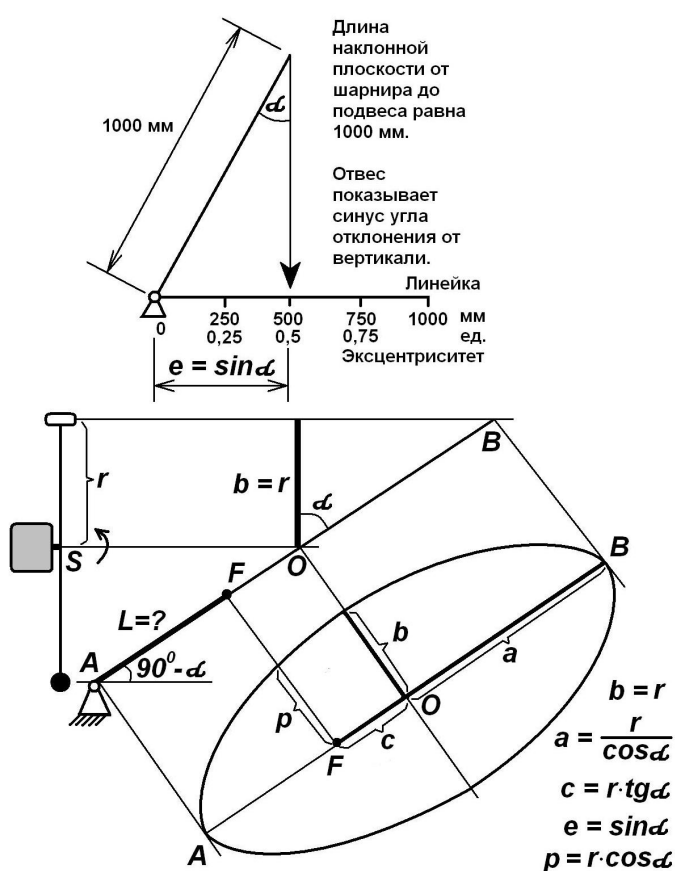


Рис. : Схема и принцип действия прибора