



Министерство образования Республики Беларусь

*Учреждение образования*  
«Белорусский государственный педагогический  
университет имени Максима Танка»

## **Физико-математические науки и информатика, методика преподавания**

*Материалы Международной студенческой  
научно-практической конференции  
г. Минск, 19 апреля 2017 г.*

Минск 2017

# ИЗУЧЕНИЕ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ВОССОЗДАНИЕ ЭФФЕКТА ДЖАНИБЕКОВА В ЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

*В.М. Филиппович, Ю.В. Лобачева, А.А. Кулаковский,  
ГУО «Лицей № 1 г. Минска»*

*науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доцент О.Н. Белая*

В работе изучается движение свободных и несвободных гироскопов. В качестве отдельной задачи рассматривается проблема разработки методики воссоздания в земных условиях эффекта Джанибекова – то есть эффекта периодического «переворота» оси вращения свободного гироскопа в невесомости. Речь идет о твёрдом теле, запущенном во вращение вокруг главной оси инерции, отвечающей «среднему» из трёх главных моментов инерции.

Космонавт Джанибеков наблюдал этот эффект на примере гайки. Интерес к эффекту обусловлен тем, что в средствах информации и даже в некоторых научных и технических изданиях встречаются статьи о «необъяснимости» этого эффекта и даже о связи его с прошлыми и будущими глобальными катастрофами.

В проекте построена и подробно анализируется теоретическая модель явления, основанная на уравнениях динамики вращательного движения твёрдого тела в связанной с телом системе координат (уравнениях Эйлера). Показано, что описание эффекта может быть получено на основании этих уравнений и следующих из них законов сохранения энергии и момента импульса. В рамках предлагаемой модели вычислены периоды переворота оси вращения для ряда тел, используемых в последующих экспериментах. Следует отметить, что эти вычисления (как, впрочем, и сама теоретическая модель) задействуют методы, существенно выходящие за рамки школьной программы по математике (необходим численный расчёт неэлементарных интегралов).

Для проверки теоретической модели и более детального исследования явления выполнены эксперименты по наблюдению подобных движений. Изучено вращение подбрасываемого тела (для моделирования вращательного движения в невесомости). Хорошее согласие теории и эксперимента позволяет утверждать, что модель корректно описывает явление, и таким образом полностью опровергается тезис о «необъяснимой космической природе» эффекта.

Цель работы: изучить теоретическую модель данного явления, качественно понять изучаемый эффект, сделать выводы о возможности воспроизведения данного эффекта в земных условиях и выявить условия, критические для эксперимента, придумать экспериментальную установку для наблюдения эффекта на Земле, проанализировать результаты эксперимента.

Этапы эксперимента: изучение основ кинематики твёрдого тела, построение первой экспериментальной установки, анализ ошибок и построение новой (второй) установки, полный анализ работы и перспективы исследования.

**Первая экспериментальная установка (рис. 1).** Первоначально в качестве подвеса был использован спичечный коробок. При вращении подвеса меньшего радиуса было заметно, что коробок поворачивается в пространстве. Однако его параметрические

данные (масса, физические размеры) были недостаточны для преодоления сил трения в местах закрепления подвесов и вращения оси.



Рис. 1



Рис. 2

**Вторая экспериментальная установка (рис. 2).** Во второй установке спичечный коробок был заменён на более массивный деревянный брусок. В результате эффект Джанибекова был воспроизведён в земных условиях.

Дальнейшей целью работы является создание конструкции, с помощью которой сам эффект можно было бы видеть стационарно.

#### **Перспективы использования:**

1. Построение установки, стабильно имитирующей эффект с управляемыми параметрами. Это позволит исследовать влияние различных внешних сил на движение асимметричных волчков.
2. Поскольку почти все реальные тела являются асимметричными волчками, то моделирование движений таких волчков может быть достаточно широко использовано при разработке, конструировании и эксплуатационной наладке технических устройств, содержащих элементы с несколькими вращательными степенями свободы.
3. Наиболее важные применения могут быть связаны с отраслью, в которой эффект был обнаружен, – с космонавтикой. Все спутники и межпланетные станции при выключенных двигателях являются свободными асимметричными волчками и при разных внешних механических воздействиях могут приходить во вращение. Нестабильность этих вращений может угрожать управлению ориентацией аппарата и в результате привести к негативным последствиям (например, потере связи).