



Проблема инерции в физике и её экспериментальные следствия

Шипов Геннадий Иванович

Проблема инерции в физике возникла во времена Ньютона, который в работе [1] задал вопрос - «почему искривляется поверхность воды во вращаемся ведре»? Современная классическая механика дает ответ, что причиной искривления являются силы инерции, действующие на частицы воды при её вращении. Спустя некоторое время Даламбер вводит принцип Даламбера и называет силы инерции фиктивными силами. Это название сил, наблюдаемых экспериментально во вращающихся системах отсчета, привел к тому, что только часть физиков (примерно 10%) считает силы инерции реальными и продолжают их исследование.

Если пробная масса движется ускоренно в гравитационном поле с потенциальной энергией, то её уравнение движения относительно инерциальной системы отсчета имеет вид [2]

Здесь справа стоит гравитационная сила и четыре силы инерции. Три силы инерции – центробежная сила, сила Кориолиса и сила инерции, порожденная ускоренным вращением, зависят от угловой скорости вращения системы отсчета от начала которой масса находится на расстоянии. Поступательная сила инерции тоже вызвана вращением, но не в углах Эйлера, а в псевдоевклидовых углах [3].

Уравнение (1) вызывает у теоретиков много вопросов. 1922 году французский математик Эли Картан в работе [4] неожиданно высказал гипотезу, что вращение материи меняет геометрию пространства событий, что уравнение (1) не учитывает, поскольку для уравнения (1) пространство остается Евклидовым. На самом деле в описываемых уравнением (1) событиях участвуют не только координаты, но и углы Эйлера, поэтому ускоренная система отсчета имеет 6 степеней свободы, в отличие от системы отсчета, имеющей три степени свободы.

Пространство событий ускоренных систем отсчета образует геометрию, которая предсказывает следствия, наблюдаемые в эксперименте. Например, уравнения типа уравнения (1), которые используют геометрию, предсказывают зависимость массы объекта от угловой частоты вращения. Управляя частотой вращения и используя силу инерции, можно заставить объект менять свою массу или двигаться в заданном направлении в соответствии с обобщенным уравнением Циолковского. В правой части уравнения (2) сила представляет собой силу инерции, искусственно созданную внутри механической системы. Модель такой системы была предложена В.Н. Толчиным [5] и, затем, исследована группой российских ученых на академическом уровне в 2000 г. в Таиланде (Бангкок) [6]. Результаты представлены в докладе.

Теоретическое исследование подобного рода движения было опубликовано английским физиком Мигелем Алькубьерре в 1994 году [7], а в НАСА существует лаборатория для создания двигателя, управляющего локальной кривизной пространства, что позволяет двигаться в космосе без реактивного двигателя как это и происходит в случае использования уравнения (2).

Литература

1. Ньютон И. // Математические начала натуральной философии. Перевод с латинского и примечания А. Н. Крылова. М.: Наука, 1989. 688 стр.
2. Ольховский И.И. // Курс теоретической механики для физиков. М.: Наука, 1970.
3. Шипов Г.И. // Ускоренная 3D система отсчета и геометризация сил и полей

Проблема инерции в физике возникла во времена Ньютона, который в работе [1] задал вопрос - «почему искривляется поверхность воды во вращаемся ведре»? Современная классическая механика дает ответ, что причиной искривления являются силы инерции, действующие на частицы воды при её вращении. Спустя некоторое время Даламбер вводит принцип Даламбера и называет силы инерции фиктивными силами. Это название сил, наблюдаемых экспериментально во вращающихся системах отсчета, привел к тому, что только часть физиков (примерно 10%) считает силы инерции реальными и продолжают их исследование.

Если пробная масса m движется ускоренно в гравитационном поле с потенциальной энергией U , то её уравнение движения относительно инерциальной системы отсчета S имеет вид [2]

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial \vec{r}} - m\vec{A}_O - m[\vec{\omega}[\vec{\omega}\vec{r}]] - 2m[\vec{\omega}\vec{v}] - m\left[\frac{d\vec{\omega}}{dt}\vec{r}\right]. \quad (1)$$

Здесь справа стоит гравитационная сила $-\partial U/\partial \vec{r}$ и четыре силы инерции. Три силы инерции – центробежная сила $-m[\vec{\omega}\vec{v}]$, сила Кориолиса $-2m[\vec{\omega}\vec{v}]$ и сила инерции, порожденная ускоренным вращением, $-m\left[\frac{d\vec{\omega}}{dt}\vec{r}\right]$

зависят от угловой скорости $\vec{\omega}$ вращения системы отсчета S' , от начала которой O' масса m находится на расстоянии $\vec{r}'$. Поступательная сила инерции $-m\vec{A}_O$ тоже вызвана вращением, но не в углах Эйлера $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, а в псевдоевклидовых углах [3].

Уравнение (1) вызывает у теоретиков много вопросов. 1922 году французский математик Эли Картан в работе [4] неожиданно высказал гипотезу, что вращение материи меняет геометрию пространства событий, что уравнение (1) не учитывает, поскольку для уравнения (1) пространство остается Евклидовым. На самом дела в описываемых уравнением (1) событиях участвуют не только координаты x, y, z , но и углы Эйлера $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, поэтому

ускоренная система отсчета имеет 6 степеней свободы $x, y, z, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, в отличие от системы отсчета S , имеющей три степени свободы x, y, z .

Пространство событий ускоренных систем отсчета S' образует геометрию $A_3(3)$, которая предсказывает следствия, наблюдаемые в эксперименте. Например, уравнения типа уравнения (1), которые используют геометрию $A_3(3)$, предсказывают зависимость массы объекта от угловой частоты вращения. Управляя частотой

вращения и используя силу инерции $-m\left[\frac{d\vec{\omega}}{dt}\vec{r}\right]$ можно заставить объект менять свою массу или двигаться в заданном направлении в соответствии с обобщенным уравнением Циолковского

$$\frac{d}{dt}(m(t)v) = m(t)\frac{d}{dt}v + v\frac{d}{dt}m(t) = 0. \quad (2)$$

В правой части уравнения (2) сила $-v\frac{d}{dt}m(t)$ представляет собой силу инерции, искусственно созданную внутри механической системы. Модель такой системы была предложена В.Н. Толчиным [5] и, затем, исследована группой российских ученых на академическом уровне в 2000 г. в Таиланде (Бангкок) [6]. Результаты представлены в докладе.

Теоретическое исследования подобного рода движения было опубликовано английским физиком Мигелем Алькубьерре в 1994 году [7], а в НАСА существует лаборатория для создания двигателя, управляющего локальной кривизной пространства, что позволяет двигаться в космосе без реактивного двигателя как это и происходит в случае использования уравнения (2).