

Эффекта Джанибекова, "кувырок" Земли и глобальные катастрофы.

*В статье рассматривается вопрос о возможности для Земли совершать «кувырки» в силу «эффекта Джанибекова». Показано, что Эффект Джанибекова **ПОЛНОСТЬЮ** объясняется классической механикой. Этот эффект является одним из допустимых режимов вращения свободного ассиметричного волчка вокруг средней по величине из трёх главных осей инерции.*

Представлены аргументы в пользу того, что такие кувырки не могли происходить в исторический период, т.е. в последние 500 – 1000 лет и, тем более, неоднократно.

.....

A.Antipin

a1_mail@inbox.ru

Janibekov effect, " somersault " of the Earth and global catastrophes.

The article discusses the possibility for the Earth to make " somersaults "because of the" Janibekov effect". It is shown that the Janibekov Effect is fully explained by classical mechanics. This effect is one of the permissible modes of rotation of the free asymmetric gyroscope around the average of the three main axes of inertia

Arguments are presented in favor of the fact that such somersaults could not occur in the historical period, i.e. in the last 500 – 1000 years and, especially, repeatedly.

.....

1.

В последние годы на разных ресурсах Интернета, довольно активно обсуждается вопрос гипотетической **глобальной** катастрофы. Привлекая факты и материальные свидетельства разной степени убедительности, утверждается, что до указанной катастрофы на Земле существовала высокоразвитая цивилизация. Эта цивилизация была уничтожена катастрофой как физически – т.е. смыта катастрофическими цунами, засыпана мощными наносами песка, глины и проч., так и опосредованно: в силу разрушения технологических цепочек, обрыва внутренних социальных, торговых и прочих связей в обществе, а также потери управляемости этим (или этими) обществами.

Более того, предполагается, что катастрофы происходили на Земле неоднократно и, даже, циклически, случившись в крайний раз в историческое время, т.е. в последние 500 - 1000 лет.

Для ознакомления с гипотезой можно указать видео ролик [1], или массив статей-наблюдений [8], в которых, в достаточно понятном и завершённом виде, представлены близкие варианты гипотезы.

Характер катаклизма, в основном, предполагается в виде «выплёскивания» морей и океанов на сушу с затоплением глобальных территорий. В качестве причины «выплёскивания» предлагается глобальный, или близкий к глобальному, сдвиг литосферы, как целого, за такие промежутки времени, что становится возможным образование «инерционного» цунами и последующее затопление.

В качестве причин сдвига литосферы, чаще всего называется следующее:

1. Скольжение литосферы, как целого, по нижележащим слоям Земли в силу эффекта «центробежного регулятора».

Действительно, все массы на поверхности Земли, в силу вращения Земли, стремятся занять позицию на экваторе, и, т.о., достаточно большая локальная концентрация масс в средних широтах, в принципе, может преодолеть силы сцепления литосферы с нижележащими слоями и сдвинуть или повернуть её, как целое.

В частности, в качестве кандидата на роль такого сосредоточения масс в наше время, предлагалась Гренландия [2], т.к. был период, когда намерзание льда на эту территорию носило весьма интенсивный характер, а расположение Гренландии – достаточно далеко как от полюса, так и от экватора, создаёт большую «сдвигающую» силу.
2. Другой причиной сдвига литосферы называется падение достаточно крупного небесного тела по «неудачной» траектории – вскользь к поверхности Земли

Такое падение, в принципе, помимо катастрофических землетрясений и начала вулканической деятельности, также может вызвать сдвиг литосферы, если и не глобально, то на огромных территориях и привести к изменению направления оси вращения Земли и периода её вращения, что вызовет эффект «выплёскивания».
3. И, наконец, «эффект Джанибекова» (*далее: ЭД*) [3].

ЭД заключается в том, что НЕ симметричное тело (в случае Джанибекова: гайка-барашек), вращаясь вокруг одной из осей, внезапно, совершает «кувырок» на 180 градусов – далее вращается в новом положении – совершает обратный кувырок – и так далее бесконечно... Совершенно очевидно, что за подобным поведением вращающейся гайки отчётливо просматривалась вращающаяся Земля и нет сомнений, что если бы такой «кувырок» произошёл – он бы БЕЗУСЛОВНО привёл к катастрофическому «выплёскиванию» океанов на сушу.

Если о первых двух причинах глобальной катастрофы можно однозначно сказать, что, хотя они и не противоречат физическим законам, но их вероятность крайне мала, то с эффектом Джанибекова ситуация более прозрачна.

Забегая вперёд, можно с уверенностью утверждать, что **эффект Джанибекова НЕ мог быть причиной гипотетической глобальной катастрофы в исторический период**, для объяснения которого его пытаются привлечь.

Это объясняется тем, что для перевода Земли из текущего режима вращения вокруг одной оси в режим «кувырков», требуется внешнее воздействие такой силы (по п.2), которое уничтожило бы не только цивилизацию, но и саму земную кору вместе со всем на ней находящимся. А т.к. вы читаете эти строки, то можно быть уверенным, что такого события за последний миллиард лет не происходило.

2.

Эффект Джанибекова впервые наблюдался космонавтом СССР Джанибековым 25 июня 1985 года при разгрузке грузового корабля на станции «Салют-7». Как уже отмечалось, ЭД заключается в периодических кувырках вращающегося объекта, т.е. в таком его движении, которое, казалось бы, ничем не вызвано [3].

Дальнейшее изучение вопроса показало, что эффект Джанибекова **ПОЛНОСТЬЮ** объясняется классической механикой и, фактически, был предсказан, задолго до наблюдения «кувыркающейся» гайки-барашка. Объяснение ЭД не столь уж сложно и в достаточном для его понимания объёме, приведено, например, в курсе теоретической физики Ландау и Лифшица [4]. Мы, в основном, будем опираться именно на этот источник.

Помимо [4], вопрос, надо полагать, рассматривается, фактически в каждом более-менее полном курсе Механики. Например, на уровне курса общей физики он затронут в [5]. Также существуют и работы полностью посвящённые указанной теме, в частности она подробно рассмотрена в англоязычной статье [6] (в англоязычной литературе эффект Джанибекова носит название «эффект теннисной ракетки»).

Однако, во всех указанных работах совершенно не рассматривается приложение этого эффекта к Земле. Отсутствие понимания механизма ЭД и условий, необходимых для его возникновения и прекращения, вызвало необоснованное, с нашей точки зрения, включение этого эффекта в список причин возможных катастрофических событий сторонниками гипотезы о глобальном катаклизме.

Данная статья написана для закрытия, по возможности, этого пробела, т.е. для обсуждения возможности «кувырков» **именно** Земли и **именно (и только)** вследствие эффекта Джанибекова.

Рассмотрение такого чувствительного вопроса, как возможная глобальная катастрофа Земли и её причины, безусловно, должно происходить как можно тщательнее и использовать наиболее проработанные теоретические подходы и наиболее «свежие» экспериментальные данные. Именно в этом ключе мы и старались провести наше обсуждение.

Вращение тел подробно изучено в классической механике, поэтому, чтобы понять: может ли механика объяснить этот эффект, следует рассмотреть исходные условия, т.е. современные данные о Земле.

Как известно, в первом приближении, Земля - это шар. Во втором – эллипсоид. Дальнейшие, в т.ч. и новейшие исследования фигуры Земли различными методами, позволили выяснить, что её форма не является регулярной, т.е. не описывается каким-либо уравнением (аналогичным уравнениям для шара, эллипсоида и т.д.).

На рис. 1, с разных ракурсов и, естественно, в ОЧЕНЬ большом масштабе, показано отклонение геоида (EGM96 - «гладкой», локально усреднённой, без учёта гор и морских впадин, реальной фигуры Земли) от идеализированной фигуры Земли (эллипсоида WGS 84).

На рис. 2 видно, что диапазон этих отклонений находится в пределах +/- 100 м [7].

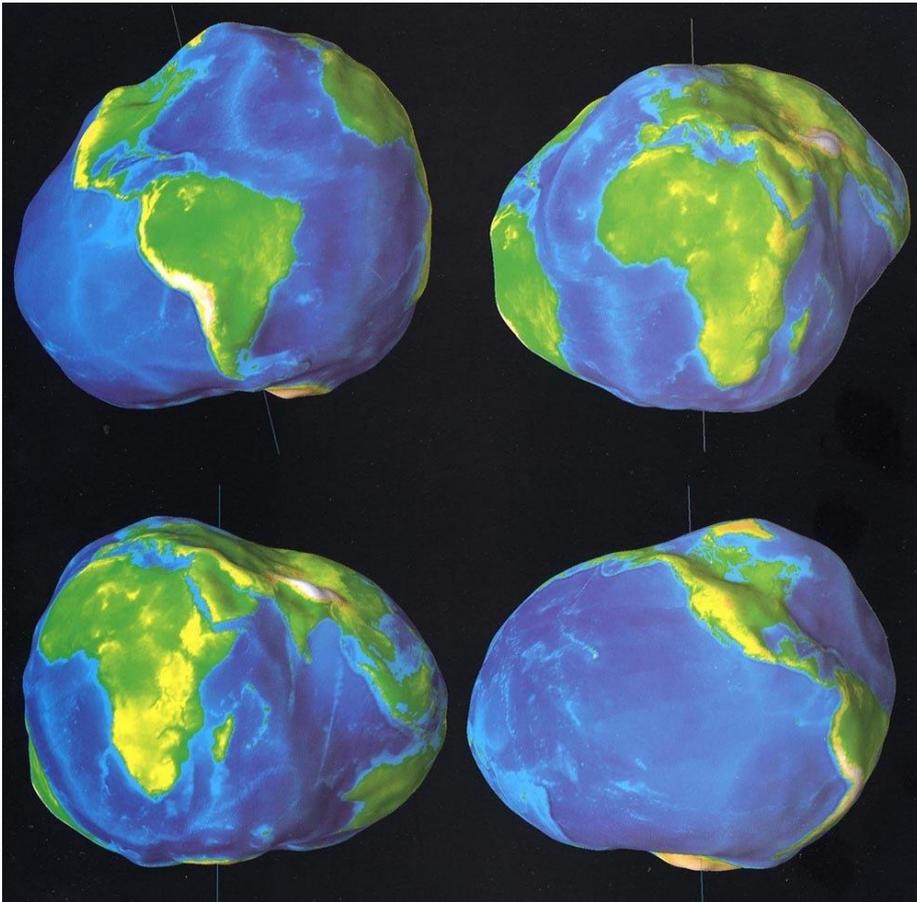


Рис. 1 Форма Земли с разных ракурсов. Отклонения геоида (EGM96) от идеализированной фигуры Земли (эллипсоида WGS 84)

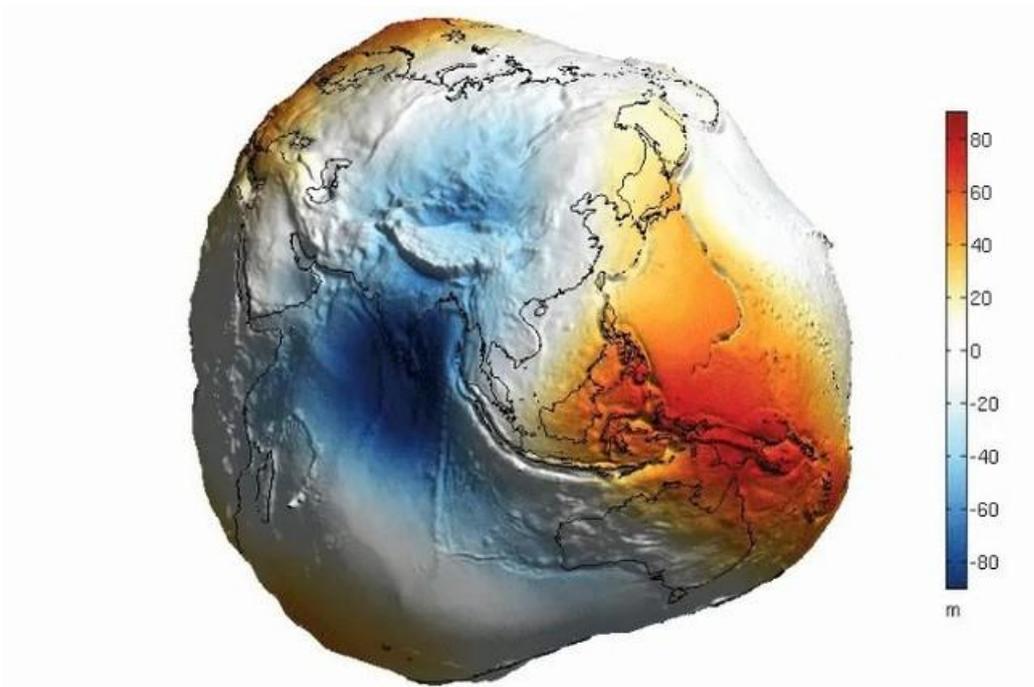


Рис. 2 Отклонения геоида (EGM96) (в метрах) от идеализированной фигуры Земли (эллипсоида WGS 84)

Чтобы оценить степень нерегулярности формы, достаточно вспомнить, что средний радиус Земли равен 6371.1 км (для приближённых расчётов, допускающих ошибки не более 0.5%). Эллипсоиды с полярной и экваториальной осями равными 6 356.9 км и 6 378.3 км соответственно, позволяют проводить вычисления с гораздо большей точностью. В частности системы GPS и Глонасс, высокая точность которых хорошо известна, работают именно с эллипсоидами (хотя параметры этих эллипсоидов несколько различаются для каждой из систем, в силу исторических причин).

На таком фоне нерегулярность в 0.1 ... 0.2 км выглядит, вроде бы незначительно, но следует помнить, как о массе Земли и, следовательно о величине моментов инерции, создаваемых такими отклонениями, так и о требовании максимально точного изучения вопроса.

Итак, неправильная форма Земли сразу говорит нам, что все её главные моменты инерции различаются и, т.о., для понимания эффектов, связанных с вращением Земли, нам требуется раздел классической механики под названием «Свободный асимметричный волчок».

Как известно, любое твёрдое тело (в целях изучения его вращательного движения), **исчерпывающе** описывается уравнениями Эйлера. В нашем случае это уравнения Эйлера для свободного вращения. Решение их в аналитическом виде достаточно сложно, однако, для наших целей, оказывается, вообще нет необходимости решать эти уравнения и, тем более - аналитически.

Действительно, с любым твёрдым телом можно связать декартову координатную систему с произвольно направленными осями, начало которой удобно разместить в центре инерции тела.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ! Используемая далее система координат связана с телом, т.е. вращается вместе с ним.

Если затем, по обычным правилам вычислить тензор момента инерции тела относительно осей этой системы координат и привести этот тензор к диагональному виду (т.е. оставить составляющие момента инерции только на его главной диагонали), то мы автоматически получим как значения главных моментов инерции, так и ориентацию наиболее удобной системы координат, оси которой будут направлены по этим главным осям инерции.

Момент инерции $I(j)$ относительно оси (j) вычисляется стандартным образом, как:

$$I(j) = \sum [\Delta m(k) * r(j,k)^2],$$

где суммирование проводится по всему телу (т.е. по (k)), а $r(j,k)$ есть расстояние от $\Delta m(k)$ до соответствующей оси (j) .

После вычисления проекций моментов инерции на координатные оси, для решения нашей задачи нам остаётся зафиксировать проекции Ω_1 , Ω_2 и Ω_3 МГНОВЕННОГО положения вектора угловой скорости на эти же оси.

В результате проведения этих действий, мы получим:

- систему координат, связанную с телом (т.е. вращающуюся вместе с ним), с началом в центре инерции тела, с осями x_1 , x_2 , x_3 , направленными по главным осям инерции тела I_1 , I_2 , I_3 ,

- значения главных моментов инерции I_1 , I_2 , I_3 относительно указанных осей,

- и проекции МГНОВЕННОГО положения вектора угловой скорости тела, на эти же оси Ω_1 , Ω_2 и Ω_3 в момент t_0

Никаких других данных и не требуется.

Проекции момента импульса вращающегося тела на главные оси x_1, x_2, x_3 равны:

$$M_1 = I_1 * \Omega_1, \quad M_2 = I_2 * \Omega_2, \quad M_3 = I_3 * \Omega_3.$$

Закон сохранения энергии для вращающегося тела записывается как:

$$E = (I * \Omega^2) / 2, \quad \text{или, иначе, как : } E = M^2 / (2 * I).$$

Теперь, используя роспись проекций $M(j)$ и закон сохранения энергии, получим следующую систему уравнений:

$$M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 = M^2$$

$$(M_1^2 / I_1) + (M_2^2 / I_2) + (M_3^2 / I_3) = 2E \quad (1)$$

Легко видеть, что перед нами уравнения для сферы с $R = M$ и для эллипсоида с полуосями: $(2E * I_1)^{1/2}$, $(2E * I_2)^{1/2}$ и $(2E * I_3)^{1/2}$ в пространстве момента импульса.

Т.к. решение системы уравнений должно одновременно удовлетворять всем уравнениям системы, понятно, что решением задачи о траектории движения конца вектора момента импульса \mathbf{M} для конкретного тела, являются общие точки указанных поверхностей. Такими общими точками эллипсоида и сферы, являются замкнутые линии на поверхности эллипсоида, по которым эллипсоид пересекается со сферой. Фиксация величин M и E в начальный момент времени задаёт «начальные условия» из которых вытекает совершенно определённое решение системы (1) (т.е. одна из траекторий на эллипсоиде).

Сразу же стоит отметить, что замкнутость траектории говорит о том, что вектор \mathbf{M} циклически движется по ней, а не находится в статичном положении (т.к. для любой траектории все её точки равнозначны, это и говорит о движении). Что касается статичных положений, то на эллипсоиде есть только четыре таких - это точки пересечения осей x_1 и x_3 с эллипсоидом.

$$\text{Без всяких потерь общности, можно принять, что } I_1 < I_2 < I_3 \quad (2)$$

и отрисовать, для примера, несколько характерных траекторий – т.е. несколько разных решений системы (1), каждая для конкретных значений M и E .

На рис. 3 показаны некоторые из траекторий движения конца вектора момента импульса \mathbf{M} относительно главных осей инерции тела, причём начало вектора \mathbf{M} находится в центре эллипсоида. Также, следует постоянно иметь в виду, что движение вектора \mathbf{M} , наблюдается в системе координат, жёстко связанной с вращающимся телом, т.е., можно сказать, с поверхности этого тела, или из центра системы координат.

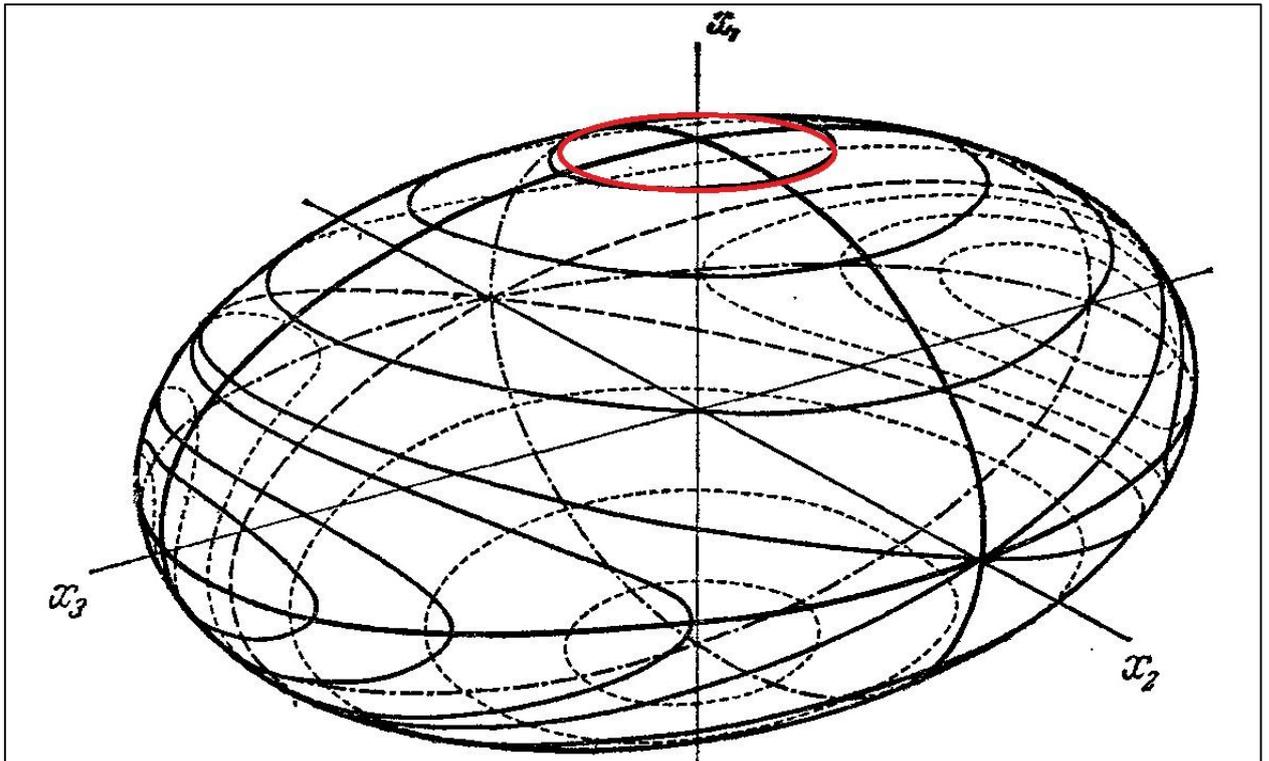


рис. 3. [4]

Примеры некоторых траекторий, по которым может двигаться конец вектора момента импульса M относительно главных осей инерции вращающегося асимметричного волчка. Траектории наблюдаются «с поверхности тела», или из центра системы координат.

Радиус сферы M лежит в диапазоне: $(2E * I_1)^{1/2} \leq M \leq (2E * I_3)^{1/2}$.

Действительно, умножив второе уравнение из системы (1) на I_1 , мы получим:

$$M_1^2 + M_2^2 * (I_1 / I_2) + M_3^2 * (I_1 / I_3) = 2E * I_1,$$

что при сравнении с первым уравнением из (1) и при учёте условия (2), даёт нам: $(2E * I_1)^{1/2} \leq M$.

Умножив то же (второе) уравнение на I_3 и рассуждая аналогично, получим $M \leq (2E * I_3)^{1/2}$.

Что же происходит при изменении величины M (т.е. R сферы) от минимального до максимального значений?

При МИНИМАЛЬНОМ значении радиуса: $M = (2E * I_1)^{1/2}$, решением системы (1) являются точки в местах пересечения оси x_1 с эллипсоидом (верхняя и нижняя точки эллипсоида на рис. 3). Это происходит потому, что радиус сферы тождественно равен величине полуоси эллипсоида, лежащей по оси x_1 .

По мере увеличения значения M (т.е. по мере роста радиуса сферы), эллипсоид и сфера начинают пересекаться по эллипсоподобным кривым окружающим ось x_1 . Т.е. возникает замкнутая кривая (на рис. 3 показана красным), которая, с ростом M , увеличивается в размерах и «опускается к «экватору».

Если начальные условия таковы, что вектор M вначале указывает в отрицательном направлении оси $X1$, происходит зеркальная ситуация – из точки $M = -(2E * I1)^{1/2}$, на отрицательной части оси $X1$, (внизу на рис. 3), растёт в размерах и ПОДНИМАЕТСЯ к экватору аналогичная замкнутая кривая.

При достижении значения $M = (2E * I2)^{1/2}$ замкнутая траектория вокруг $X1$ превращается в одну из замкнутых траекторий, под углом проходящих через точку пересечения эллипсоида и оси $X2$ на рис. 3.

По мере дальнейшего роста значения M (т.е. радиуса сферы), эти пересекающиеся траектории вновь превращаются в одну замкнутую траекторию. Однако, она окружает уже не ось $X1$, а ось $X3$ и, по мере дальнейшего увеличения M , «схлопывается» в точку пересечения оси $X3$ и эллипсоида, что происходит при значении $M = (2E * I3)^{1/2}$. (С теми же оговорками, относительно отрицательных областей $X3$, что и для $X1$).

Где же здесь эффект Джанибекова?

Ситуация, когда $M = (2E * I2)^{1/2}$ (3)

и является тем условием, когда возникает этот эффект, т.е. когда происходят «кувырки» тела.

Обратите внимание, что на оси $X2$, даже при выполнении условия (3), НЕТ «статичной траектории» в виде точки – как это происходит для осей $X1$ и $X3$ (т.е. при максимальном и минимальном M). Т.о. вектор M постоянно вращается в указанной системе координат.

Как известно, **направление** и **величина** вектора M во внешней инерциальной системе координат **ПОСТОЯННЫ** в силу закона сохранения момента импульса. Однако, наблюдая движение конца M (т.е. изменение направления этого вектора) в связанной с телом системе координат, «с поверхности этого тела», мы видим вращение M по «большому эллипсу» - по одной из указанных выше замкнутых траекторий, проходящих через точку пересечения эллипсоида и оси $X2$.

Именно это и означает, что с точки зрения внешнего наблюдателя, тело, с которого наблюдается эволюции вектора M , совершает «кувырок»!

Разъясним этот момент ещё раз, т.к. он принципиально важен.

Во внешней глобальной инерциальной системе координат, вращается именно тело, причём, в силу закона сохранения момента импульса, его вектор M постоянно сохраняет одну ориентацию. Если же мы, находясь на поверхности этого вращающегося тела, наблюдаем разные эволюции вектора M , то очевидно, что они являются **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО** следствием нашего вращения вместе с телом.

Т.о. становится понятно, что если находящийся на вращающемся теле наблюдатель видит, как M изменил ориентацию на 180 градусов относительно оси $X2$ (т.е. сначала указывал в положительном её направлении, а затем стал указывать в отрицательном), для внешнего наблюдателя это означает, что само тело повернулось на 180 градусов, т.к. ось $X2$, жёстко сцепленная с телом, сначала

совпадала по направлению с M , а затем стала указывать в противоположном направлении. И, т.о., тело совершило кувырок в соответствии с эффектом Джанибекова.

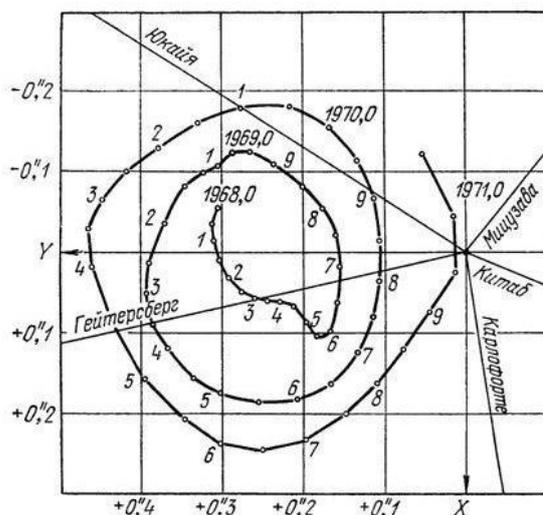
3.

Как уже упоминалось, гипотеза о возможности кувырков Земли вследствие эффекта Джанибекова, (например, но не исчерпываясь: [1] и [8]), одновременно подразумевает и определённую историческую периодичность возникновения режима «кувырков».

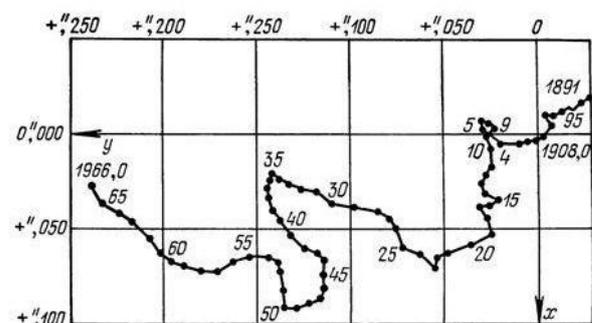
Предполагается, что сотни (или тысячи) лет Земля вращается вокруг полярной оси A . Затем, по какой-то причине, она переходит в режим «кувырков». Кувырки эти продолжаются весьма непродолжительный период (буквально несколько переворотов) и Земля вновь возвращается в режим вращения вокруг полярной оси B (с ориентацией, отличающейся от первоначальной).

В связи с этим предположением необходимо сразу и совершенно однозначно отметить, что тело, находящееся в любом из разрешённых для него режимов вращения, в т.ч. и вошедшее в режим кувырков, будет вращаться (или кувыркаться) так до тех пор, пока некое внешнее, достаточное для этого воздействие, не выведет его из этого режима. Данное замечание опирается на закон сохранения момента импульса тела со всеми вытекающими из этого следствиями.

В настоящий момент **можно однозначно утверждать**, что Земля не находится в режиме кувырков (см. рис 4). Её вектор M в течение года движется по неправильной, похожей на спираль траектории, напоминающей (в одном витке), траекторию вокруг оси $X1$ (рис. 3). Причём, размах этой траектории таков, что направление вектора M изменяется на доли угловых **секунд**, тогда как траектория, характерная для эффекта Джанибекова – это изменение направления вектора M на 360 градусов за кувырок.



Движение полюса Земли за три года



Траектория векового движения полюса

Рис. 4. Кратковременные и вековые движения полюса Земли. (По данным IERS.)

Т.о., если предполагать возможность эффекта Джанибекова в недалёком прошлом (в приложении к Земле), необходимо СРАЗУ дополнить это предположение гипотезой о повторном воздействии на Землю силы, соизмеримой с первой (которая до того уже перевела Землю в режим «кувырков»).

Причём, это повторное воздействие должно быть чрезвычайно точно приложено к кувыркающемуся (!) небесному телу (Земле), чтобы перевести её в режим вращения (практически) точно вокруг одной оси.

Нам кажется, что если о первом воздействии (опрокидывающем Землю в кувырки), ещё можно более – менее рационально дискуссировать, то точность приложения второго воздействия выходит за рамки допустимого для природного процесса и может именоваться только «чудом».

Что касается предположения о периодичности таких парных событий, то оно находится в области иррационального, так же, как и другие – допустимые, В ПРИНЦИПЕ, события, вероятности которых бесконечно близки к нулю. Как то: вода в чайнике, (стоящем на огне) и не закипающая, а замерзающая до состояния льда; камень, подпрыгивающий вверх в силу сложения колебаний атомов и молекул в нём нужным образом и проч.

4.

Рассмотрим, наконец, возможно ли вообще перевести Землю в режим «кувырков»?

Как мы видели, среди решений уравнений движения (вращения) для ассиметричного волчка (которым является Земля) такой режим вращения существуют и, т.о., теоретически, он возможен.

На сегодня используются модели Земли в виде эллипсоида с полярной и экваториальной осями, которые различаются крайне незначительно, примерно на $0.003 * R(\text{Земли, средний})$. В абсолютных величинах эта разница составляет около 20 км.

Определена и примерная ассиметрия фигуры Земли в плоскости экватора. Она оценивается величиной: $(a(\text{max}) - a(\text{min})) / a(\text{ср.}) = 1.6 * 10^{-5}$. В абсолютных величинах эта разница составляет порядка 100 м [9].

Различными методами рассчитаны моменты инерции Земли. Относительно полярной оси, момент составляет $C = 0.3306 * M(\text{Земли})$, а относительно средней экваториальной, момент составляет:

$$U = 0.3295 * M(\text{Земли}).$$

Исходя из этих цифр мы можем сделать следующие качественные выводы:

- Два главных экваториальных момента инерции заведомо различаются (в силу нерегулярной формы Земли. См. рис. 1 и 2) .
- Т.к. обе экваториальные полуоси друг от друга отличаются незначительно (100 м), по сравнению с отличием средней экваториальной полуоси от полярной (20 км), то **каждая** из двух экваториальных полуосей Земли, геометрически больше полярной полуоси примерно на одинаковую величину, близкую к 20 км.
- В силу этого и учитывая, что Земля, имеет практически сферическую форму, каждый из моментов инерции I_1, I_2 (относительно экваториальных осей), меньше полярного момента инерции I_3 .

Действительно, $I = m * r^2$, откуда: $dI = m * 2 * r * dr$. Разница геометрических размеров полуосей составляет: $(20 \text{ км} / 6371 \text{ км} \sim 3.1 * 10^{-3})$ и $(0.1 \text{ км} / 6371 \text{ км} \sim 1.6 * 10^{-5})$. Такая разница в 2 порядка гарантирует, что каждый из моментов инерции I_1 и I_2 (относительно экваториальных осей), меньше полярного момента инерции I_3 .

- Т.к. полярный момент инерции больше среднего экваториального, а экваториальные соизмеримы, моменты инерции для Земли располагаются в следующем порядке по убыванию:

- Момент инерции относительно полярной оси,
- Момент инерции относительно одной из экваториальных осей,
- Момент инерции относительно второй экваториальной оси.

- и, т.о., кувырки вследствие эффекта Джанибекова, если они возможны, могут происходить только вокруг одной из экваториальных осей.

Поэтому, если бы кувырки начались, то Северный и Южный полюса начали бы циклически меняться ориентацией в пространстве. Физически это выглядело бы следующим образом: Полярная звезда в зените над Северным полюсом – Земля опрокидывается и Полярная звезда находится теперь над точкой с широтой X северной широты. Далее, величина широты уменьшается (точка, над которой Полярная находится в зените «движется» к экватору) и значение это становится равно 0 (для экватора). Далее, широта становится Южной и увеличивается до тех пор, пока Полярная не окажется в зените над Южным полюсом. Затем всё зеркально повторяется: уменьшение южной широты – экватор – увеличение северной широты и Полярная опять в зените над Северным полюсом. Понятно, что процесс на этом не останавливается а продолжается беспрерывно.

Всё вышеизложенное, касательно эволюций вектора M и различных характеристик Земли, показывает непротиворечивость теоретического предположения о кувырках Земли, вследствие эффекта Джанибекова, как и для любого другого свободного асимметричного волчка.

Но возможны ли кувырки В РЕАЛЬНОСТИ, т.е. «энергетически»? И какие последствия для поверхности Земли и всего на ней находящегося последуют за приложением к Земле требующейся силы?

ВАЖНО! Далее мы по техническим причинам (удобство расположения иллюстраций), изменяем наименование осей и теперь ось $X3$ это вертикальная (полярная) ось, а оси $X1$, $X2$ лежат в горизонтальной плоскости.

Как следует из астрономических наблюдений, в целом Земля вращается вокруг одной – полярной – оси ($X3$) с угловой скоростью 360 град за сутки.

Периоды прецессии и нутаций для Земли чрезвычайно продолжительны, по сравнению с основным вращением и очень далеки по амплитуде от требующихся для кувырков 360 градусов. Период прецессии определён примерно в 26 тыс. лет с изменением направления оси вращения за половину указанного периода примерно на 47 градусов (см. рис. 5).

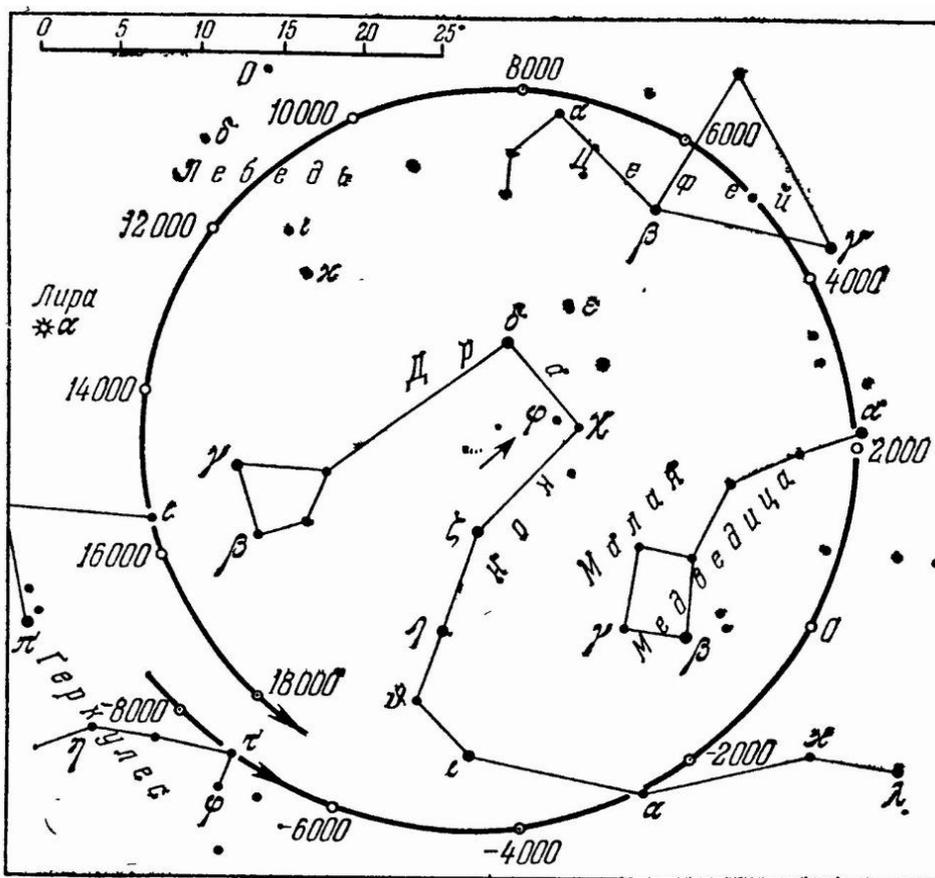


Рис. 5. Вековое движения оси вращения Земли вследствие прецессии.

(Цифры у точек на траектории - даты).

Период свободных нутаций составляет порядка 1.2 года с амплитудой отклонений оси вращения примерно в 0.4 угловые секунды (см. рис. 4). Понятно поэтому, что ни прецессия ни нутация не вносят значимого вклада в угловую скорость вращения Земли.

Т.о., если разложить **ПОЛНЫЙ** вектор угловой скорости Земли Ω , на составляющие, то Ω_3 (составляющая угловой скорости суточного вращения по полярной оси) оказывается **НЕСОИЗМЕРИМО** больше, чем Ω_1 и Ω_2 (составляющие угловых скоростей по экваториальным осям).

Несоизмеримость вытекает из следующих оценок. Т.к. $M = I * \Omega$, а M отклоняется от оси вращения в r -не полюса не более, чем на 5 м, то, при радиусе Земли 6371 км, это даёт $SIN()$ соответствующего угла порядка 10^{-6} . И, т.о., проекции M на оси x_1 и x_3 соотносятся, как $1: 10^6$, а проекции на оси x_1 и x_2 соотносятся как $1:1$.

Изображённый на рисунке 3 эллипсоид, построен для асимметричного волчка для случая соизмеримых M_1 , M_2 и M_3 . Для реальной Земли это означало бы вращение с почти одинаковыми угловыми скоростями вокруг КАЖДОЙ из осей инерции, т.е. беспорядочные кувырки, чего не наблюдается. Т.о., рис.3 удобно использовать для общих рассуждений о причинах ЭД (что мы и сделали), но для реальной Земли требуется существенно изменить его.

Для **реальной** Земли в пространстве момента импульса мы должны изобразить такой эллипсоид, у которого вертикальная полуось была бы **несоизмеримо**, в соотношении $1:10^6$, больше экваториальных (горизонтальных) полуосей (в силу вышеизложенного). А сами эти горизонтальные оси, фактически, одинаковы, т.е. они должны соотноситься как $1:1$.

На рис. 6 мы показываем несколько «кадров» превращения демонстрационного эллипсоида момента импульса, показанного на рис. 3, в «эскизный» эллипсоид для реальной Земли. Рисунки, конечно же, условны т.к. реальное соотношение полуосей $1:10^6$ изобразить можно только условно.

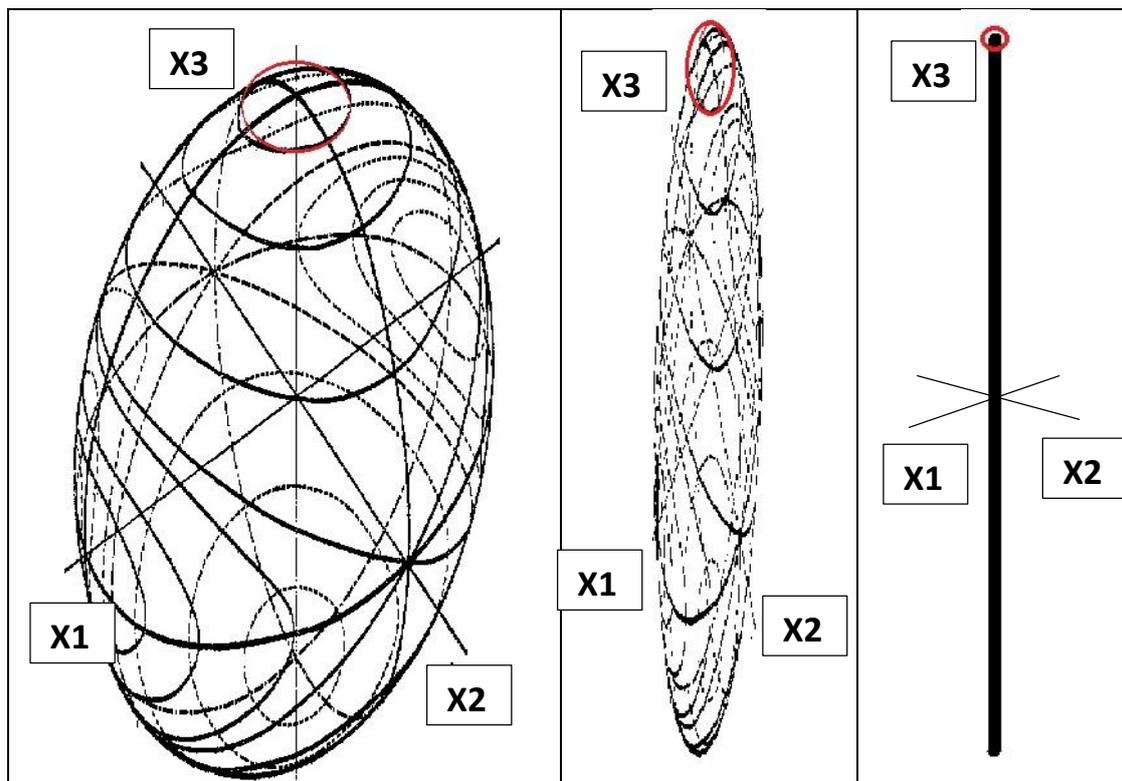


рис. 6. Эволюция демонстрационного эллипсоида, показанного на рис. 3, в «эскизный» эллипсоид для реальной Земли (справа; рисунок условный).

Мы видим, что эллипсоид, построенный в пространстве моментов импульса \mathbf{M} для реальной Земли выглядит, НЕ как на рис. 3, а как вертикальный отрезок с соотношением ширина/ высота, порядка $1:10^6$. В частности, в результате этого вблизи плоскости, построенной на осях $X1$ и $X2$, мы получаем пересечение, фактически, цилиндра и сферы. Это приводит к появлению целого семейства решений (т.е. траекторий) являющихся овалами и окружающими ось $X3$. Причём они лежат в достаточно обширной области на «цилиндре» вдоль оси $X3$, (т.е. по высоте на рис 6.). Эта область по форме близка к цилиндрической, расположена симметрично относительно экватора и её середина (по высоте) находится на экваторе эллипсоида- отрезка.

Физически, это означает, что для Земли существует целый набор значений \mathbf{M} , для которого (набора) вращение Земли происходит в режиме псевдо кувырков, т.е. такого режима, когда вращение \mathbf{M} происходит вокруг одной оси ($X3$), но сам вектор \mathbf{M} вращается близко к плоскости $X1, X2$. Это очень схоже с траекториями эффекта Джанибекова, которые также лежат вблизи плоскости $X1, X2$ в случае реальной Земли.

С энергетической точки зрения (в силу указанных характеристик реального эллипсоида момента импульса для Земли), для начала кувырков или псевдо-кувырков, Земля должна испытать воздействие такой силы, которое заставило бы момент \mathbf{M} изменить своё направление, практически, на 90 градусов.

Потребную для этого энергию оценить достаточно просто. Поворот вектора \mathbf{M} в такое положение, чтобы он стал ориентирован примерно параллельно плоскости $X1, X2$, в направлении $X2$ (что требуется для режима кувыркков), означает, что требующееся его приращение, т.е. $\Delta\mathbf{M}$, по величине близко к $|\mathbf{M}|$.

Действительно, в самом малоэнергетичном случае требуется сделать $|\mathbf{M}| \sim 0$ и добавить небольшое вращение с вектором, лежащим в плоскости $X1, X2$. Все прочие варианты, переводящие вектор \mathbf{M} в указанную плоскость, требуют большего $\Delta\mathbf{M}$ в силу теоремы Пифагора о гипотенузе треугольника, всегда большей любого из катетов. В нашем случае один катет – это начальный момент, а другой катет – конечный момент импульса.

Т.к. $E = M^2 / 2I$, понятно, что минимальная энергия требуется при минимальном (по модулю) изменении момента. Как уже отмечено, в нашем случае это: остановка вращения и передача Земле малого момента импульса, направленного в плоскости $X1, X2$ в направлении $X2$.

Вся энергия вращения Земли обусловлена \mathbf{M} и, т.о., для перехода в (или из) режима кувыркков, требуется энергия, как минимум, около $2.1 \cdot 10^{29}$ Дж.

Мы не приводим никаких других числовых оценок того, что и как могло бы происходить, т.к. для таких оценок требуется рабочая модель Земли «послойно». Т.е. модель, в которой учтены свойства литосферы, мантии и других слоёв Земли, а также их взаимодействие. В распоряжении автора такой модели нет. Однако вряд ли можно сомневаться, что требующееся событие должно быть внешним воздействием космических масштабов.

ДЛЯ СПРАВКИ: кинетической энергией поступательного движения в $2.1 \cdot 10^{29}$ Дж обладает сферическое космическое тело с плотностью, равной средней плотности Земли (плотность = 5.52 г/см^3), движущееся относительно Земли со скоростью 100 км/с и имеющий **радиус** равный примерно 120 км, или объект движущийся со скоростью 10 км/с, но **радиусом** в 570 км.

При толщине литосферы в 80 км под сушей и 10 км под дном океанов понятно, что любое из вышеуказанных небесных тел легко пробивает литосферу до мантии. Если же учесть, что тело должно **остановить** вращение Земли, т.е. попасть в неё «вскользь», из самых общих соображений становится очевидным, что такая катастрофа уничтожила бы не только цивилизацию, которая могла существовать в ту эпоху, но и саму кору Земли на глобальных пространствах. А последнее вполне могло повлечь за собой, практически полное, исчезновение жизни на Земле.

Представляется, что зрительно рассматриваемое событие напоминало бы катастрофическое столкновение планет из художественного фильма «Меланхолия» [10].

Если же вспомнить о необходимости для Земли (по рассматриваемой гипотезе об ЭД) не просто начать кувыркаться, но и прекратить эти кувырки – становится понятно, что в историческое время, более того, за последний миллиард лет, таких событий произойти просто не могло. Такой огромный промежуток времени объясняется тем, что восстановление коры планеты заняло бы десятки, если не сотни миллионов лет, а после этого потребовались бы новые сотни миллионов лет для развития жизни до сегодняшнего её состояния.

6.

В завершение нашего рассмотрения, мы повторим вывод, приведённый в самом начале данной статьи, т.к. считаем, что доказали его.

Можно с уверенностью утверждать, что **эффект Джанибекова НЕ мог быть причиной гипотетической глобальной катастрофы в исторический период**, для объяснения которого его пытаются привлечь.

Это объясняется тем, что для перевода Земли из текущего режима вращения вокруг одной оси в режим «кувырков», требуется внешнее воздействие такой силы, которое уничтожило бы не только цивилизацию, но и саму земную кору вместе со всем на ней находящимся.

А т.к. вы читаете эти строки, то можно быть уверенным, что такого события за последний миллиард лет не происходило.

О цикличности же катастроф из-за эффекта Джанибекова, с научной точки зрения, речи не может идти совершенно, в силу абсолютной уникальности событий, требующихся сначала для «опрокидывания» полярного момента импульса в нужное положение, а затем для возвращения момента импульса обратно в исходный (или близкий к исходному) режим.

Литература

1. К. Захаров, Всемирный потоп. Физика явления, кинофильм, 2018, <https://drive.google.com/file/d/1-os8pkd3mZ5T22uH0EmuqiP4CEIF-0be/view>
2. А. и А. Вотяковы, Теоретическая география или о грядущей катастрофе, М. 1998
3. Интернет, видео материалы по запросу «видео эффекта Джанибекова» (например: <https://youtu.be/LzVltPwiQyl>)
4. Л. Ландау, Е. Лифшиц, Механика, Теоретическая физика том 1, М. 1958
5. А. Матвеев, Механика и теория относительности, М. 1986
6. The tennis racket effect in a three-dimensional rigid body, L. Van Damme, P. Mardesic, D. Sugny, arXiv:1606.08237v1, 2016
7. Интернет, визуальная информация по запросу «Форма Земли»
8. Родлайн, статьи, 2018, https://rodline.livejournal.com/tag/сдвиг_полюсов
9. К. Аллен, Астрофизические величины, М. 1977
10. Ларс фон Триер, «Меланхолия» («*Melancholia*»), худ. фильм, 2011.