

## ЭКВАТОРИАЛЬНЫЕ ЧУДЕСА

Эта история началась для меня с чтения статьи в журнале «Вокруг света» за март 2008. Под скрип кресла-качалки я отправился в познавательное путешествие...

*«... Эквадорцы – жуткие патриоты. Они обожают подчёркивать своё первородство и первенство буквально во всём. И я уверен: гордое название сыграло тут не последнюю роль. Поэтому вовсе не удивительно, что наше знакомство с Эквадором с экватора и началось – именно сюда нас потащили местные друзья, едва мы только прилетели в столицу страны, Кито и забросили чемоданы в гостиницу.*

*Впрочем, путешествие от центра Кито до экватора – недлинное. Земная пуповина – точнее, её знаковый, специально отмеченный несколькими мемориалами отрезок, – находится в тридцати километрах к северу от столицы, в местечке Сан-Антонио-де-Пичинча. Здесь всё «работает» на то, чтобы вы осознали величие момента и поняли: вот она, широта 0-0-0. Середина мира. Инти-нъян, «стоянка Солнца», как говорили инки. Место, где ты можешь одной ногой попирать Южное полушарие, другой – Северное, расставив их по обе стороны, специально начерченной на земле линии. Но предлагаются и более эффектные аттракционы...»*



По-разному ли воздействуют законы физики на двух друзей?

На странице 45 меня ждал сюрприз.

*«...Гид приносит умывальную раковину на ножках, водружает в метре к югу от экватора. Затыкает слив пробкой, наливает воду, бросает в неё для наглядности несколько мелких листиков. Вынимает пробку, и мы видим, как вода стекает, закручиваясь воронкой по часовой стрелке и унося в водовороте листики. Потом он переносит свою установку на другую сторону, повторяет эксперимент. Воронка закручивается в обратную сторону (что, собственно, мы, жители Северного полушария, и привыкли ежедневно наблюдать). Затем раковина ставится на линию экватора: и теперь вода уходит сквозь отверстие вниз, маленьким водопадом, вовсе не образуя воронки. Комментарии, как говорится, излишни.*



Махинации с раковиной

*Конечно, повторяю, нулевая параллель – не единоличная «собственность» Экватора, но нигде больше из неё не делают такого культа. Три памятных знака возведено здесь по достославной линии, тогда как в большинстве экваториальных стран, за исключением Бразилии и Кении, она вообще никак не отмечена. В Сан-Антонио-де-Пичинча высится самый живописный 30-метровый монумент. А вокруг него – целый городок, который так и называется – «Середина мира», с церковью, парком, музеем, магазинчиками. Такое ощущение, что и в местной церкви должны молиться какому-нибудь особенному богу – богу Экватора...»*

Никаких научных комментариев (в научном журнале) к опусу с раковиной предоставлено не было, но я, имея представление по данному вопросу, по достоинству оценил это мошенничество. Красивый старый миф гласил, что в разных полушариях Земли водяные воронки, а также всевозможные атмосферные вихри вращаются в разные стороны и это якобы связано с вращением Земли. Это заблуждение встречается даже в научно-популярной литературе!

Но на самом деле, подсчет из космоса со спутников показал, что число циклонов, антициклонов, тайфунов, смерчей, которые вращаются по часовой стрелке и против часовой стрелки примерно одинаково, как в южном, как и в северном полушарии. И направление вращения у них не меняется, когда они пересекают экватор. В обычных реках, число воронок право- и левозакрученных тоже примерно одинаково, если набрать статистику по многим рекам.

Как же убедить в обратном тех, кто собственными глазами видел, что у них в ванной образуется водяная воронка, всегда вращающаяся в строго определённом направлении? А если они к тому же ещё что-то слышали о силе Кориолиса, действующей на движущиеся тела во вращающейся системе...

Сначала я прибегал к аргументам: эффект определяется какой-нибудь флуктуацией на начальном этапе, например, малейшей асимметричностью в форме ванной. И это приведёт к тому, что воронка начинает всегда очень устойчиво закручиваться или по часовой стрелке или против (вне зависимости от полушария).

Когда слова не убеждали, предлагал эксперимент: предположим, что Ваша ванная устроена так, что в ней закрутка всегда происходит по часовой стрелке. Вы можете сами переиграть эту ситуацию и пальцем раскрутить воронку в другую сторону и убедиться, что и в другую сторону воронка тоже устойчиво может вращаться в Вашей ванне. В чудеса со слов верится плохо, их надо потрогать собственными руками!

В мировой паутине интернета как-то выловил следующий забавный факт:

*«Дело было в Кении. Там есть такое место, где отмечена линия экватора. И туда, конечно же, ведут все туристские маршруты. Один предприимчивый абориген поставил там две ванны и провел туда водопровод. Он за деньги показывает туристам, что в одной ванне воронка вращается в одну сторону, а в другой ванне в другую. И это якобы является доказательством того, что экватор проходит точно между ваннами. Однажды один немецкий турист устроил скандал и чуть не подрался с этим предпринимателем. Он заметил, что вчера вода в воронках крутилась наоборот в другую сторону. Оказалось, что там сменился рабочий, который обслуживал ванны, и он перепутал направления вращения и закрутил воронки не в те стороны. Эта история попала на страницы американского научного журнала Сайнтифик Амэрикэн в рубрику курьезов».*

Когда мой знакомый сообщил о предполагаемой поездке на Экватор, я упросил его сделать видеозапись этого чуда для Театра Занимательной Науки. Посмотрите наш [видеоролик «Экваториальные чудеса»](#) и попытайтесь понять механизм обмана.

Заметили, что в случае образования воронки, мошенник-демонстратор льёт воду из ведра в раковину чуть сбоку от сливного отверстия. Вода в этом случае уже имеет предварительный импульс. Присмотритесь [ещё раз...](#)



Махинации с яйцом

Про махинацию с яйцом ещё не было сказано ни слова. Абориген-экскурсовод заявляет, что только на линии экватора его можно уравновесить в вертикальном положении на шляпке гвоздя. Мол, гравитационные силы двух полушарий на этой линии уравновешены. Вы видели результат, слышали псевдообъяснение. Сможете ли Вы самостоятельно объяснить это «экваториальное чудо»? Только ли на Экваторе возможен подобный эффект? Сможете ли Вы его повторить в домашних условиях?

Ниже прилагается статья классика занимательной науки Я.И. Перельмана.

### **ВОДЯНЫЕ ВИХРИ**

*Как часто мы пользуемся ванной? Конечно, часто, если речь идёт об обычной ванне в ванной комнате!*

*Часто ли мы обращаем внимание на водяные вихри близ выпускного отверстия? Что за вопрос – почти всегда! Тогда ответьте: «В какую сторону вращается водяной вихрь: по часовой стрелке или против неё? Почему?» Что, не думали об этом?*

*Поставленный вопрос привлёк внимание нашего известного математика академика Д. Граве.*

*«Если, – писал он, – выпускать из резервуара воду при помощи отверстия на дне его, то образуется (над отверстием) воронкообразный вихрь, который в северном полушарии вращается в сторону, обратную движению часовой стрелки; в южном же полушарии вращение идёт в другую сторону. Каждый читатель сам может проверить справедливость сказанного, выпуская воду из ванны. Чтобы лучше заметить направление вращения вихревой воронки, можно бросить на неё маленькие обрывки бумаги. Получается эффектный опыт, доказывающий вращение Земли, произведённый самыми простыми средствами в домашней обстановке»<sup>1)</sup>.*



*Отсюда учёный делает и практические выводы: «Из сказанного можно сделать важные выводы относительно водяных турбин. Если горизонтальная водяная турбина вращается в сторону, обратную движению часовой стрелки, то вращение Земли поможет действию турбины. Обратно, если турбина вращается в сторону движения часовой стрелки, то влияние вращения Земли будет тормозить её работу». «Поэтому, – заключает академик Д. Граве, – при заказах новых турбин следует держаться требования наклона лопаток турбины в такую сторону, чтобы вращение турбины происходило в желательном направлении».*

Соображения эти представляются вполне правдоподобными. Всем известно, что вращение Земли обуславливает вихреобразное закручивание циклонов, большее изнашивание правого рельса на железных дорогах и т.п. Можно, казалось бы, ожидать, что Земля своим вращением действует также на водяные воронки в резервуаре и на водяные турбины отмеченным на рис.1 образом.

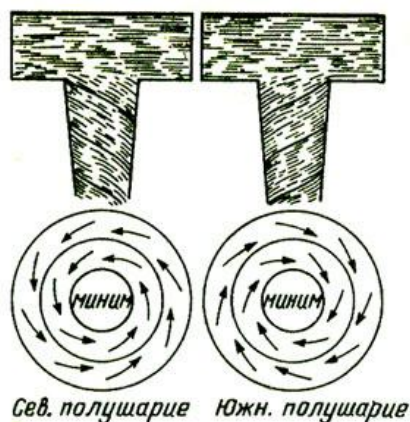


Рис. 1. «Схема вихревых движений:  
вверху – при вытекании воды из ванны, внизу – воздуха в циклоне»  
(рисунок и подпись из статьи акад. Д. Граве)

Не следует, однако, поддаваться этому первому впечатлению. Наблюдения за водяной воронкой у отверстия ванны легко могут быть проверены и, как оказывается, вовсе не подтверждаются: водяной вихрь закручивается в одних случаях против часовой стрелки, в других – по стрелке. Не только нет постоянства направления, но не заметно и какой-либо преобладающей тенденции, особенно если наблюдения производятся не в одном и том же резервуаре, а в различных<sup>2)</sup>.

Расчёт даёт результат, согласный с наблюдениями. Он показывает, что величина появляющегося при этом так называемого поворотного (кориолисова) ускорения чрезвычайно мала. Вычисление выполняется по формуле:

$$a = 2\omega v \sin\varphi,$$

где  $a$  – поворотное ускорение,  $v$  – скорость движущегося тела,  $\omega$  – угловая скорость вращения Земли,  $\varphi$  – широта места<sup>3)</sup>. На широте, например, Ленинграда (С.–Петербурга. – Примеч. ред.), при скорости водяных струй 1 м/с имеем:  $v = 1$  м/с;  $\omega = 2/86400$  с;  $\sin\varphi = \sin 60^\circ = 0,87$ , и тогда:

$$a = (2 \cdot 2\pi \cdot 0,87) / (86400) \approx 0,0001 \text{ м/с}^2.$$

Так как ускорение земной тяжести равно  $9,8 \text{ м/с}^2$ , то поворотное ускорение составляет стотысячную долю ускорения тяжести. Другими словами, возникающее усилие составляет стотысячную часть веса вращаемой вихрем воды.

Ясно, что малейшая неровность в устройстве резервуара, несимметричность его по отношению к выпускному отверстию гораздо больше должны влиять на направление водяных струй, нежели вращение Земли. То, что многократные наблюдения за опорожнением одного и того же резервуара нередко свидетельствуют о вращении в одном и том же направлении, ничуть не является подтверждением ожидаемого правила вращения, потому что одинаковость направления вихря обуславливается формой дна резервуара, его неровностями, а не вращением Земли.

Значит, на поставленный вопрос следует ответить так: предсказать направление вращения водяного вихря у отверстия резервуара нельзя: оно определяется обстоятельствами, не поддающимися учету. К тому же вихри, какие могли бы быть вызваны в текущей жидкости вращением Земли, должны иметь, как показывает вычисление, гораздо больший диаметр, чем маленькие водовороты вокруг отверстия резервуара. Например, на широте Ленинграда при скорости течения 1 м/с диаметр такого вихря должен достигать 18 м, при скорости 0,5 м/с – 9 м и т. д. – пропорционально скорости течения.

Скажем ещё несколько слов об ожидаемом влиянии земного вращения на работу водяных турбин.

Теоретически можно доказать, что всякое вращающееся колесо побуждается вращением Земли занять такое положение, при котором ось колеса параллельна оси нашей планеты, а направление вращения обоих тел одинаково<sup>4)</sup>. Однако эффект этого влияния имеет величину того же ничтожного порядка, как и в случае водяной воронки в опораживаемом резервуаре; другими словами, действие земного вращения – менее стотысячной доли силы тяжести. Следовательно, малейшая неоднородность в корпусе вращающейся части турбины, практически совершенно неизбежная, должна сказываться гораздо сильнее и затушевывать влияние вращения Земли. Не приходится возлагать, поэтому, никаких надежд на то, чтобы вращением Земли «заставить помогать нашим вращающимся механизмам в их работе», как писал акад. Д. Граве в упомянутой статье.

<sup>1)</sup> В журнале «Хочу всё знать». – 1931, № 4 (статья «Вращение Земли, вихри и работа турбин»).

<sup>2)</sup> Желая удостовериться в этом, я организовал с читателями одного из наших научно-популярных журналов коллективную проверку утверждения акад. Д. Граве. Каждый из участников этой работы должен был проследить десяток раз, в каком направлении вращается воронка, образующаяся при вытекании воды из ванны, умывальника и подобных резервуаров, и прислать мне сообщение, сколько раз из десяти случаев наблюдалось вращение против часовой стрелки. Хотя в анкете участвовало сравнительно небольшое число читателей, всё же, сопоставляя полученный материал, можно было заключить, что преобладания вращения в сторону против часовой стрелки замечено не было.

<sup>3)</sup> Вывод этой формулы читатели могут найти в курсах геофизики. Весьма понятно он изложен в известном труде Ю. М. Шокальского «Океанография».

<sup>4)</sup> Интересующимся могу указать на статью Отто Башина «Влияние вращения Земли на вращающиеся колёса» в журнале «Naturwissenschaften». – 1923, № 52.

Источник: «Знаете ли вы физику?» Я.И. Перельман / Библиотечка «Квант», выпуск 82, – М.: Наука, с. 199.