

Шокальский Юлий Михайлович

**О приливах в мировом
океане и морях**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84
Ю33

Ю33 **Юлий Михайлович Ш.**
О приливах в мировом океане и морях / Шокальский Юлий Михайлович – М.:
Книга по Требованию, 2023. – 110 с.

ISBN 978-5-521-31448-5

ISBN 978-5-521-31448-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

1. Введение

Что может быть величественнее, когда воды, в человеческом смысле безбрежного, мирового океана таинственною силою, дважды в день, то поднимаются, заливая при этом иногда берег далеко внутрь суши, то отступают, оголяя его на заметную по ширине полосу! И явление это повторяется изо дня в день с большою правильностью в течение всего громадного промежутка времени доисторического и современного существования земного шара.

На иностранных языках имеются общие названия всей совокупности явления, как поднятия уровня воды, так и его отступления (по-английски—*tide*, по-французски—*marée*, по-немецки—*Gezeiten*, по-итальянски—*marea*, по-датски-норвежски—*Tidewand*, по-голландски—*getijden*).

На русском языке такого выражения не существует, и мною было предложено и введено в океанографию и гидрографию понятие о всей совокупности явления под словом «прилив».

В чем же заключается это явление прилива в природе?

В тех местах побережья, где приливы правильного характера, там в течение приблизительно 25 часов два раза уровень моря достигает наивысшего положения (полная вода) и два раза наиболее низкого (малая вода); в очень многих местах разница положения уровня моря в его крайних положениях доходит до метра и нескольких метров. Такие изменения в положении уровня моря конечно обращают общее внимание населения у берегов и были не только известны в глубокой древности, но этими колебаниями уровня конечно и мореплаватели и рыбаки уже издревле пользовались в своих работах.

Некоторые внутренне моря, т. е. далеко вдавшиеся в сушу, ею окруженные и соединяющиеся с океаном узкими и неглубокими проливами, обладают столь незначительными приливами по размерам колебания уровня, что случайные и всегда существующие колебания от метеорологических причин во много раз их больше и совершенно перекрывают правильное периодическое явление прилива. Поэтому для обычного наблюдателя, да и для практика, эти моря как бы лишены прилива вовсе. В действительности и там прилив существует, но незаметен за его незначительностью.

2. Историческая заметка о приливах

Центром европейской цивилизации было Средиземное море, отличающееся приливами малой величины, и потому неудивительно, что в трудах греков и римлян мало говорится об явлении приливов, которые вдоль берегов, где они жили, было мало заметны и часто покрывались непериодическими, случайными колебаниями уровня от ветров. Однако и в их трудах встречаются указания на эти явления в других морях. Геродот (род. в 484 г.— сконч. в 428 г. до нашей эры), описывая Красное море, упоминает о случающемся там ежедневно и правильно повторяющемся колебании уровня моря. Это есть первое, дошедшее до нас из древности, сведение о приливе. Однако указание Геродота основано на сведениях, полученных им из вторых рук. Первые несомненные наблюдения были сделаны также греками, но не на берегах Средиземного моря.

Еще в VI веке до нашей эры греками были основана колония на северных берегах Средиземного моря поблизости устья р. Роны, на том месте, где теперь находится город Марсель. Древнее ее название было Массилия. Основанная предприимчивыми мореплавателями колония вела обширную торговлю, и суда ее плавали далеко за пределами Гибралтарского пролива и случалось достигали берегов Англии.

Руководитель одного из таких плаваний, ученый грек П и т е а с, астроном и натуралист (325 г. до нашей эры),

сумевший определить широту своего родного города Массилии с точностью до минут, поразился правильностью колебаний уровня моря у берегов Англии и первый подметал, что наиболее высокое стояние уровня моря близко совпадает с прохождением (верхним или нижним) луны через меридиан места, а наиболее низкое стояние приходится около середины между двумя высокими стояниями уровня.

Это было первое научное наблюдение прилива, сопровождавшееся и соответственным выводом о существовании связи между явлением прилива и луною.

Прошло много времени, пока было сделано подобное же новое наблюдение, подвинувшее изучение явления. Оно принадлежит тоже греку П о с с и д о н и ю (род. в 130 г.—сконч. в 50 г. до нашей эры). Он наблюдал прилив на берегу Иберийского полуострова, в месте, где теперь стоит порт Кадикс, при чем ему удалось подметить, что разность между положениями уровня моря при приливе и отливе (т. е. амплитуда прилива) не остается в течение месяца постоянною, а изменяется периодически. Именно он заметил, что она бывает наибольшею в сизигию и наименьшею в квадратуру луны (т. е. наибольшая амплитуда прилива случается около времени или полнолуния или новолуния, а наименьшая—около времени первой и последней четвертей луны). Этим Поссидоний еще больше подтвердил связь между явлением прилива и луною.

Постепенные наблюдения явления, имеющего большое практическое значение для мореплавания (в прилив суда могут быть на плаву там, где в отлив вода отступает и часть дна моря сохнет), привели наконец к составлению особых таблиц, в которых указывалось для разных мест, в какое время суток тут наступал прилив и в какое отлив. Первые такие таблицы были составлены для Темзы, именно для Лондонского моста, еще в 1213 г. В 1683 г. английский астроном Ф л е м с т и д внес значительные исправления в эти таблицы.

Через четыре года после этого появился труд Н ь ю т о н а «Математические основания натуральной философии», где

было дано первое объяснение приливов на основании теории всемирного тяготения. Теория Ньютона положена в основание всех дальнейших развитий теории приливов.

Целый ряд выдающихся математиков и натуралистов занимался теорией прилива. Из них Лаплас дал рассмотрение явления приливов, как колебательного движения вод океана. Английский физик Вильям Томсон (впоследствии Лорд Кельвин) и Георг Дарвин (сын натуралиста Дарвина) особенно развили теоретическое изучение явления и дали способы для предсказания явления прилива в любом месте вдоль берегов суши. Наконец в начале XX века американский ученый Р. Гаррис создал новую гипотезу о распространении явления прилива в мировом океане.

Таким образом, от времени первого научного наблюдения прилива Питеасом понадобилось около 2 000 лет, пока нашли первое объяснение этого явления.

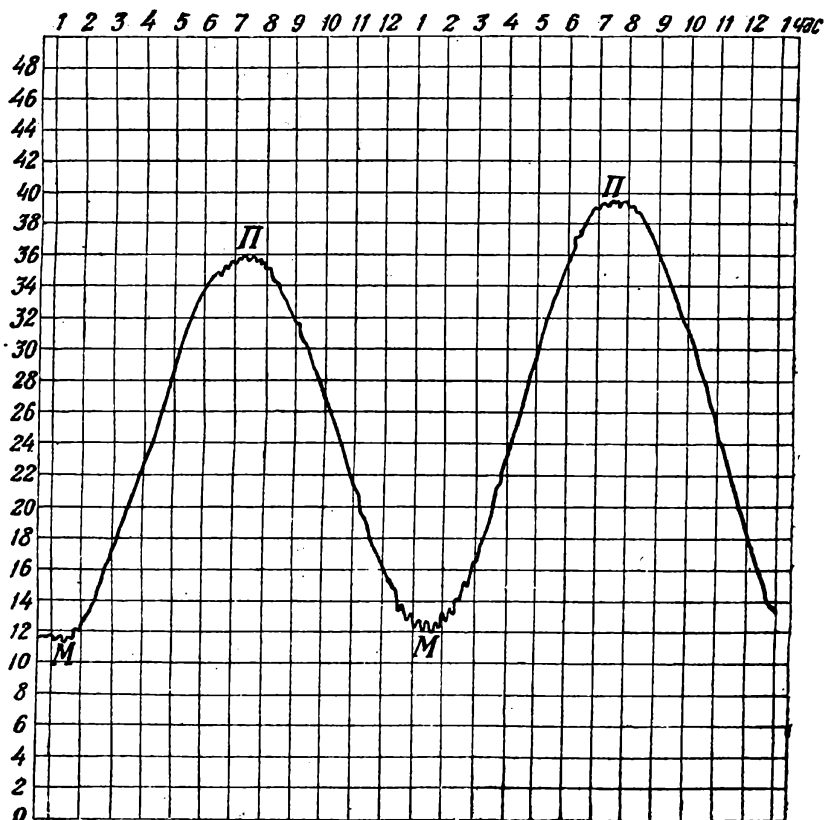
Но и в настоящее время многие особенности приливов в разных местах все еще не могут быть изъяснены теоретически. Явление настолько сложно, что конечно человечество никогда не будет в состоянии создать полную теорию его.

3. Описание явления прилива

В каком же виде представляется явление прилива наблюдателю на берегу моря?

В тех водах, где приливы обладают заметною величиною, и там наблюдатель на берегу в короткий промежуток времени может не заметить изменения положения уровня моря. Более значительное время наблюдения покажет, что уровень воды, положим, поднимаясь, достигает своего наивысшего положения для данного случая прилива, затем сперва медленно, а потом заметнее начинает понижаться и через промежуток времени приблизительно около 6 часов достигает наиболее низкого положения. Еще через такой же приблизительно промежуток времени уровень снова достигает наивысшего положения и таким образом

период явления, т. е. промежуток времени от начала явления и до нового одинакового положения уровня моря, будет около 12 час. 25 мин., если прилив в данном месте совершенно правильный. Общий характер колебаний уровня



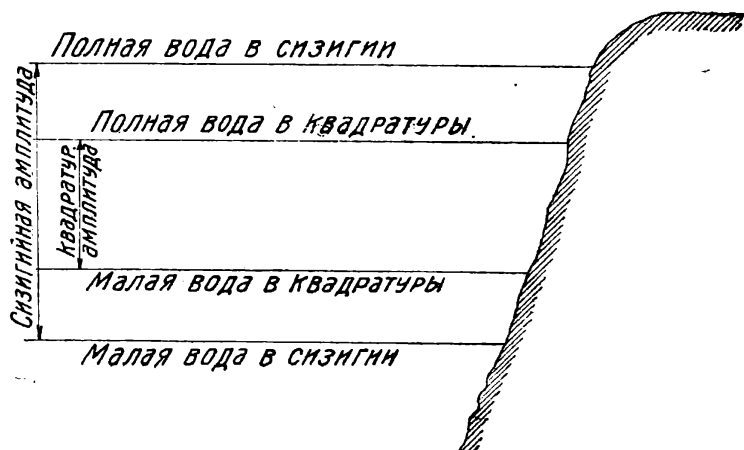
Черт. 1. Кривая правильного прилива в Екатерининской гавани (Кольский залив).

при приливе хорошо виден на кривой прилива в Екатерининской гавани (черт. 1) за одни сутки—с 13 час. 27 августа до 13 час. 28 августа 1907 г. На ней точки П и П соответствуют положению уровня при двух последовательных полных водах, а точки М и М—при двух малых водах. Ма-

ленькие рубчики вверху и внизу кривой есть результат колебаний уровня от ветра, волнения и т. п. побочных причин.

Эти краткие положения уровня ясно видны на прилагаемом черт. 2. На нем горизонтальными линиями отмечены последовательные положения уровня моря при приливе.

Наивысшее положение уровня называется полною волною, а наинизшее—малою водою. Расстояние



Черт. 2. Колебания уровня воды при приливе.

между ними по вертикали называется а м п л и т у д о ю прилива, в просторечии же нередко—высотой прилива.

Как уже было указано, еще Поссидоний заметил, что величина амплитуды прилива не остается постоянною в течение месяца. Она достигает своей наивысшей величины около времени сизигий, а наименьшей она бывает около квадратур. На чертеже эти две крайние величины амплитуд также отмечены.

Но если внимательно производить наблюдения над приливом в течение нескольких месяцев, то обнаружатся еще некоторые особенности явления, которые тоже обладают периодическим характером; следовательно они есть особенности, связанные с самою сущностью прилива.

Наблюдая моменты полных и малых вод, легко заметить, что они не совпадают с моментами верхнего или нижнего прохождений луны через меридиан места, обычно они опаздывают, и потому образуется между моментами прохождения луны через меридиан и полною водою промежуток времени, называемой лунным промежутком. Он в течение года тоже колеблется по величине в некоторых пределах. Его средняя величина для каждого места называется прикладным часом данного порта. Лунные промежутки обычно меньше средних между новолунием и полнолунием и следующими за ними квадратурами и больше средних между квадратурами и следующими за ними сизигиями.

Промежутки времени между полною и малою водою и малою и следующей полною водою, которые теоретически должны быть равны друг другу и продолжаться каждый 6 час. 12,5 мин., в действительности никогда не бывают одинаковы, а случаются длиннее один от другого до двух часов времени.

Также и промежутки времени между сизигийными и квадратурными приливами не бывают одинаковыми.

Теоретически два последующих прилива и отлива должны быть похожи друг на друга; так и бывает там, где прилив правильный (черт. 1). Но есть места на берегах океана, где следующий прилив по своему характеру совершенно иной и амплитуда его иная, нежели у предшествовавшего.

Теоретически наибольший, т. е. сизигийный, прилив должен случаться точно в моменты сизигий (т. е. полнолуний или новолуний), а на деле они всегда опаздывают, и промежуток времени между этими двумя явлениями называется возрастом прилива.

Обычно когда луна суточным видимым движением своим на небе описывает или небесные параллели, расположенные поблизости небесного экватора, или сам небесный экватор (т. е. склонение луны малое), то все неправильности в явлении прилива в разных местах земного шара бывают малы. Когда же луна находится далеко от небесного экватора (т. е. ее склонение велико), то и все неправиль-

ности в явлении прилива достигают наибольшего своего значения в каждом месте.

Все эти особенности, в добавление к тому всеобщему на земном шаре явлению, что каждая последующая полная или малая вода опаздывает относительно предшествовавшей за сутки на 50 мин., т. е. настолько же, как и прохождение луны через верхнюю часть меридиана места, несомненно свидетельствуют, что явление прилива тесно связано с луною.

Это обстоятельство не ускользало от внимания ученых кругов давно, но найти научное объяснение такой зависимости прилива от луны не могли, пока Н ь ю т о н не доказал существования всемирного тяготения, которое в данном случае и производит прилив. Все последующие работы по теории прилива исходили из теории всемирного тяготения.

④. Причина прилива

Теория прилива, данная Ньютоном и основанная на теории всемирного тяготения, исходит из двух главных законов всемирного тяготения, которые выражены величайшим из математиков в следующих простых словах:

1. Все тела в мире притягиваются взаимно, прямо пропорционально их массам.

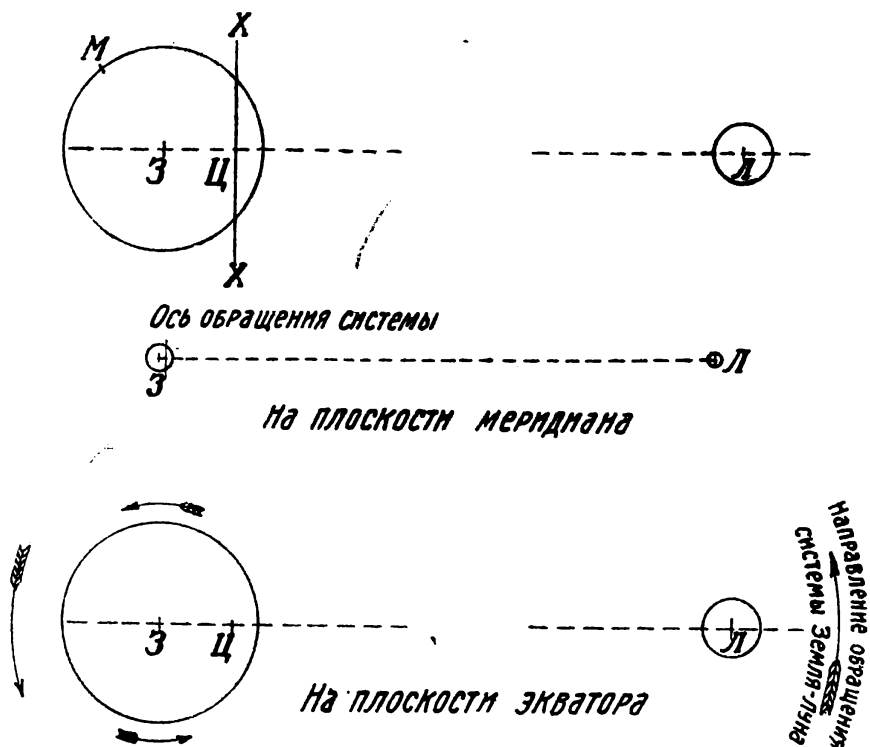
2. Притяжение тел между собою происходит обратно пропорционально квадратам их взаимных расстояний.

Отсюда следует, что если мы будем рассматривать систему тел луны и земли, то не только земля притягивает луну, но и луна также притягивает землю. А так как в то же время оба тела обладают еще и собственным движением в пространстве, то они не падают друг на друга, что случилось бы, если бы оба тела были неподвижны в пространстве; но под влиянием этих двух сил: собственного движения и взаимного притяжения, вращаются в пространстве около общего центра тяжести системы.

Этот центр конечно не совпадает с центрами луны и земли, а лежит между ними. Но, вследствие много большей массы

земли (в 81,5 раза) сравнительно с луною, центр тяжести системы находится все-таки внутри земли и именно в расстоянии 0,73 радиуса земли от ее центра.

На черт. 3 представлено только что сказанное графически.



Черт. 3.—Система тел. Земля и луна и общая ось вращения системы.

Вверху даны в большом масштабе на плоскости земного меридиана изображения земли и луны и через центр тяжести системы земля-луна в расстоянии 0,73 радиуса от центра земли проведена ось, около которой вращается система тел земля-луна.

Во второй линии, тоже в плоскости земного меридиана, изображено то же самое, но только в истинном масштабе удаления луны от земли (около 60 земных радиусов).

В третьей линии на чертеже дано изображение земли и луны на плоскости экватора, где оба полюса земли проектируются в ее центре, ось вращения системы земля-луна также проектируется точкой на радиусе земли, а большие стрелки показывают смысл вращения системы земля-луна вокруг своего общего центра тяжести.

Известно, и на каждом шагу мы убеждаемся в жизни, что если тело вращается, то одновременно оно стремится удалиться от своего центра вращения вследствие возникновения при вращении *центробежной силы*. Следовательно земля и луна, вращаясь около своего общего центра тяжести системы, тоже стремятся удалиться одна от другой. Однако этого не случается вследствие их взаимного притяжения, которое в точности уравнивает центробежную силу, возникшую от вращения системы.

Сказанное совершенно справедливо, пока мы разбираем движение обоих тел, земли и луны, в целом. Но если мы возьмем отдельно какую-нибудь водную частицу *М* (черт. 3, вверху) океана, то она, вращаясь около оси *Х—Х*, будет обладать некоторою собственной центробежною силою, которая вовсе не будет уравниваться силою притяжения на нее луны.

Можно доказать, что центробежные силы, образующиеся при вращении системы земля-луна, в каждой точке земли, а следовательно и в каждой частице океанской воды, будут все иметь одинаковую величину и будут направлены все параллельно друг другу. Следовательно и к центру земли будет приложена такая же и одинаково направленная центробежная сила.

Сказанное изображено на черт. 4, построенном на плоскости земного экватора.

Здесь уместно заметить, что, вследствие собственного вращения земли на своей оси, в каждой ее точке существует еще другая центробежная сила, стремящаяся удалить каждую частицу земли от ее оси вращения. Но эта центробежная сила не играет никакой роли в возникновении прилива, и потому временно можно предположить, что земля как бы не вращается на своей оси и не вводит ее