МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ЧОУ ВО Сибирская академия финансов и банковского дела

РЕФЕРАТ

по дисциплине: Астрономия

на тему: Вращение Земли вокруг своей оси

Выполнила студентка

группы СПЗ-1912у

Винская Кристина Юрьевна

Проверил преподаватель:

Горбунов Андрей Анатольевич

Новосибирск

2020

# Содержание

Введение 2

История и возникновение гипотезы 3

Античность 3

Средние века 4

Эпоха возрождения и новое время 4

Современные научные данные 6

Период обращения 6

Угловая скорость вращения 6

Наклон земной оси 7

Неравномерность вращения 7

Эксперименты и следствия подтверждающие гипотезу 7

Опыт Фуко 7

Маятник Фуко в России 9

Смена дня и ночи 9

Сплющенная форма земного шара 9

Сила Кориолиса 10

Закон Бэра 10

Приливные силы и замедление скорости вращения Земли 11

Заключение 13

Список литературы 14

# Введение

Земля - третья планета от Солнца и пятая по массе среди планет Солнечной системы. Длительное существование воды и жизни на поверхности Земли стало возможным благодаря трем основным характеристикам - ее массе, гелиоцентрическому расстоянию и быстрому вращению вокруг своей оси.

Суточное вращение Земли обеспечивает попеременное нагревание и охлаждение ее поверхности. Это способствует развитию водной и воздушной циркуляции, ускорению динамики всех процессов жизнедеятельности биосферы, преобразованию вещества земной коры.

Целью данной реферативной работы выступает обзор основных знаний о явлении вращения Земли вокруг своей оси.

Соответственно были поставлены такие задачи:

- Изучить историю и возникновение гипотезы о вращении Земли вокруг своей оси.

- Ознакомиться с современными научными представлениями

- Описать эксперименты, которые позволят проверить гипотезу

- Рассмотреть прикладное значение и значимость данного факта на сегодняшний день

# История и возникновение гипотезы

## Античность

Объяснение суточного вращения небосвода вращением Земли вокруг оси впервые было предложено представителями [пифагорейской школы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%86%D1%8B), сиракузянами [Гикетом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D1%82_(%D0%BF%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%86)" \o "Гикет (пифагореец)) и [Экфантом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D1%84%D0%B0%D0%BD%D1%82_(%D0%BF%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%86)" \o "Экфант (пифагореец)). Согласно некоторым реконструкциям, вращение Земли утверждал также пифагореец [Филолай из Кротона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9" \o "Филолай) (V век до н. э.). Высказывание, которое можно трактовать как указание на вращение Земли, содержится в [Платоновском](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BD) диалоге [Тимей](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B9_(%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BD)" \o "Тимей (Платон)).

Однако о Гикете и Экфанте практически ничего неизвестно, и даже само их существование иногда подвергается сомнению. Согласно мнению большинства ученых, Земля в системе мира [Филолая](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9" \o "Филолай) совершала не вращательное, а поступательное движение вокруг Центрального огня. В других своих произведениях [Платон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BD) следует традиционному мнению о неподвижности Земли. Однако до нас дошли многочисленные свидетельства, что идею вращения Земли отстаивал философ [Гераклид Понтийский](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B4_%D0%9F%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9" \o "Гераклид Понтийский) (IV век до н. э.). О том, что идея суточного вращения Земли имела своих сторонников ещё в I веке н. э., свидетельствуют некоторые высказывания философов [Сенеки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D0%B0), [Деркиллида](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B4&action=edit&redlink=1), астронома [Клавдия Птолемея](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B9,_%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B8%D0%B9). Подавляющее большинство астрономов и философов, однако, не сомневалось в неподвижности Земли.

Также имеются аргументы против идеи движения Земли в произведениях [Аристотеля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) и [Птолемея](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B9,_%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B8%D0%B9).

Так, в своем трактате «О небе» Аристотель обосновывает неподвижность Земли тем, что на вращающейся Земле брошенные вертикально вверх тела не могли бы упасть в ту точку, из которой началось их движение: поверхность Земли сдвигалась бы под брошенным телом.

## Средние века

Первым из средневековых авторов, высказавший предположение о вращении Земли вокруг оси, был великий индийский астроном и математик [Ариабхата](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%B1%D1%85%D0%B0%D1%82%D0%B0) (кон. V — нач. VI вв.). Ариабхату поддержал только один астроном, [Пртхудака](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D1%82%D1%85%D1%83%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1) (IX век). Большинство индийских ученых отстаивало неподвижность Земли. Так, астроном [Варахамихира](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%85%D0%B8%D1%80%D0%B0" \o "Варахамихира) (VI в.) утверждал, что на вращающейся Земле летящие в воздухе птицы не могли бы вернуться к своим гнездам, а камни и деревья слетали бы с поверхности Земли.

Выдающийся астроном [Брахмагупта](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D1%83%D0%BF%D1%82%D0%B0" \o "Брахмагупта) (VI в.) повторил также старый аргумент, что тело, упавшее с высокой горы, но смогло бы опуститься к её основанию. При этом он, однако, отверг один из доводов [Варахамихиры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%85%D0%B8%D1%80%D0%B0" \o "Варахамихира): по его мнению, даже если бы Земля вращалась, предметы не могли бы оторваться от неё вследствие своей тяжести.

Возможность вращения Земли рассматривали многие ученые мусульманского Востока. Так, известный геометр ас-Сиджизи изобрел астролябию, принцип действия которой основан на этом предположении.

Особую позицию в этих спорах занял третий директор Самаркандской обсерватории Алауддин Али аль-Кушчи (XV в.), отвергавший философию Аристотеля и считавший вращение Земли физически возможным. В XVII веке к аналогичному выводу пришел иранский теолог и ученый-энциклопедист Баха ад-Дин ал-Амили. По его мнению, астрономы и философы не представили достаточных доказательств, опровергающих вращение Земли.

## Эпоха возрождения и новое время

В первой половине XVI века увидели свет несколько сочинений, утверждавших, что причиной суточного вращения небосвода является вращение Земли вокруг оси. Одним из них был трактат итальянца Челио Кальканьини «О том, что небо неподвижно, а Земля вращается, или о вечном движении Земли» (написан около 1525 г., издан в 1544 г.). Он не произвел большого впечатления на современников, поскольку к тому времени уже был опубликован фундаментальный труд польского астронома Николая Коперника «О вращениях небесных сфер» (1543 г.), где гипотеза суточного вращения Земли у него стала частью гелиоцентрической системы мира, как у Аристарха Самосского. Свои мысли Коперник ранее изложил в небольшом рукописном сочинении Малый Комментарий (не ранее 1515 г.). Два года ранее основного труда Коперника вышло сочинение немецкого астронома Георга Иоахима Ретика Первое повествование (1541 г.), где популярно изложена теория Коперника.

В XVI веке Коперника полностью поддержали астрономы Томас Диггес, Ретик, Кристоф Ротман, Михаэль Мёстлин, физики Джамбатиста Бенедетти, Симон Стевин, философ Джордано Бруно, богослов Диего де Цунига. Некоторые учёные принимали вращение Земли вокруг оси, отвергая её поступательное движение. Такова была позиция немецкого астронома Николаса Реймерса, известного также как Урсус, а также итальянского философа Франческо Патрици. Не совсем ясна точка зрения выдающегося физика Вильяма Гильберта, который поддержал осевое вращение Земли, но не высказывался по поводу её поступательного движения. В начале XVII века гелиоцентрическая система мира (включая вращение Земли вокруг оси) получила внушительную поддержку со стороны Галилео Галилея и Иоганна Кеплера. Наиболее влиятельными противниками идеи движения Земли в XVI — начале XVII века были астрономы Тихо Браге и Христофор Клавиус.

Томас Диггес и Джордано Бруно имели соображения такого рода: все земные тела разделяют движение Земли, воздух не играет особой роли. Они это выразили с помощью аналогии с процессами на движущемся корабле: если человек, находящийся на мачте движущегося корабля, бросит вертикально вниз камень, он падет к основанию мачты, как бы быстро корабль не двигался, лишь бы без качки.

Галилео Галилей, рассмотрев много примеров движения тел, обобщил их и пришел к принципу относительности: движение Земли, корабля или любого другого тела вообще не сказывается на протекающих, на них процессах, если это движение равномерное.

Также Галилей указал, что ввиду сферичности Земли камень, падающий с высокой башни, упадет не точно к основанию, а немного впереди основания ближе к востоку.

В 1679 г. Исаак Ньютон показал с помощью вычислений, что камень действительно должен упасть немного к востоку от основания башни, хотя и ошибся в величине эффекта (точное значение установил только Гаусс в начале XIX века). Он предложил провести такой эксперимент с целью подтверждения или опровержения гипотезы о вращении Земли. Эта идея была реализована только в конце XVIII — начале XIX века, послужив одним из первых экспериментальных свидетельств в пользу вращения Земли вокруг оси.

# Современные научные данные

## Период обращения

Двигаясь вокруг Солнца, Земля вращается в тоже время вокруг своей оси с запада на восток с полным оборотом в течение звездных суток или за 23 часа 56 минут 4,0905 секунд.

## Угловая скорость вращения

Угловая скорость вращения Земли в инерциальной системе отсчёта составляет 7,2921150 × 10−5 радиан в секунду. Умножение на (180° / π радиан) × (86 400 секунд / день) дает угловую скорость 360,9856° / день, означающую, что Земля вращается более чем на 360° относительно неподвижных звезд за один солнечный день. Умножение значения в радианах в секунду на экваториальный радиус Земли, равный 6 378 км даёт скорость точки поверхности Земли на экваторе 465 м/с или 1674 км/ч.

## Наклон земной оси

Угол наклона земной оси – 23,5°. Ось вращения Земли наклонена к плоскости её орбиты под углом 66,5°, и её северный конец направлен на Полярную звезду и совершает прецессионные движения с периодом полного оборота 26000 лет, вызванные в основном действием гравитации Луны и Солнца на экваториальную выпуклость Земли.

## Неравномерность вращения

Однако основной эффект проявляется на больших временах: на масштабах столетий приливное трение, главным образом за счёт лунного притяжения, постепенно замедляет скорость вращения Земли примерно на 2,3 мс/сутки/век.

# Эксперименты и следствия подтверждающие гипотезу

## Опыт Фуко

Тот факт, что Земля вращается вокруг своей оси, сегодня известен каждому школьнику. Однако не всегда люди были убеждены в этом: обнаружить вращение Земли, находясь на ее поверхности, достаточно трудно. Конечно, можно догадываться, что суточное движение небесных тел по небесной сфере – это и есть проявление вращения Земли. Но видится нам это явление именно как движение Солнца и звезд по небу.

В середине XIX века Жан Бернард Леон Фуко (1819–1868) смог провести опыт, который демонстрирует вращение Земли достаточно наглядно. Опыт этот был проведен неоднократно, а публично сам экспериментатор представил его в 1851 году в здании Пантеона в Париже.

Маятник совершал колебания над круглым постаментом диаметром 6 м, по краю которого был насыпан валик из песка. При каждом качании маятника острый стержень, укрепленный на шаре снизу, оставлял на валике отметку, сметая с ограждения песок.

Для того чтобы исключить влияние подвеса на маятник Фуко, применяют специальные подвесы. А для того, чтобы избежать бокового толчка (то есть, чтобы маятник качался строго в плоскости), шар отводят в сторону, привязывают к стене, а затем пережигают веревку.

Исходя из уравнения идеального математического маятника период колебаний маятника в опыте Фуко составлял около 2π \* sqrt (67 метров / 9.8 м/с2 ) = 16,4 секунды.

По прошествии каждого периода новая отметка, производимая острием стержня на песке, оказывалась примерно в 3 мм от предыдущей. За первый час наблюдений плоскость качаний маятника повернулась на угол около 11° по часовой стрелке. Полный же оборот плоскость маятника совершила примерно за 32 часа.

В основу опыта был положен уже известный в то время экспериментальный факт: плоскость качания маятника на нити сохраняется независимо от вращения основания, к которому подвешен маятник. Маятник стремится сохранить параметры движения в инерциальной системе отсчета, плоскость которой неподвижна относительно звезд. Если поместить маятник Фуко на полюсе, то при вращении Земли плоскость маятника будет оставаться неизменной, и наблюдатели, вращающиеся вместе с планетой, должны видеть, как плоскость качаний маятника поворачивается без воздействия на него каких-либо сил. Таким образом, период вращения маятника на полюсе равен периоду обращения Земли вокруг своей оси – 24 часам. На других широтах период будет несколько больше, т. к. на маятник действуют силы инерции, возникающие во вращающихся системах – силы Кориолиса. На экваторе плоскость маятника вращаться не будет – период равен бесконечности.

Опыт Фуко производил огромное впечатление на наблюдавших его людей, которые будто бы непосредственно ощущали движение земного шара. Среди зрителей, наблюдавших опыт, был и Л. Бонапарт, через год провозглашенный императором Франции Наполеоном III. За проведение опыта с маятником Фуко был удостоен Ордена Почетного легиона – высшей награды Франции.

## Маятник Фуко в России

В России маятник Фуко длиной 98 м был установлен в Исаакиевском соборе в Ленинграде (Санкт-Петербург). Обычно показывался такой удивительный эксперимент – устанавливался на полу спичечный коробок чуть поодаль от плоскости вращения маятника. Пока гид рассказывал о маятнике, плоскость его вращения поворачивалась и стержень, укрепленный на шаре, сбивал коробок.

## Смена дня и ночи

Если бы не вращение Земли, то отсутствовала бы смена дня и ночи, что, в свою очередь, привело бы к колоссальной температурной разнице между освещенной Солнцем стороной планеты и теневой стороной.

Когда Земля поворачивается к солнцу, то мы наблюдаем день, в этот самый момент жители, живущие на противоположной стороне планеты, наблюдают ночь.

Только на полюсе нет обычного деления времени на дни и ночи, так как около полугода Солнце не опускается за горизонт и столько же времени не восходит. Только осенью и весной в этих широтах становится возможным наблюдать смену дня и ночи.

## Сплющенная форма земного шара

Как известно все тела во вселенной притягиваются и сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния и пропорциональна массе каждого из тел. Вследствие вращения планеты на её вещество действует не только сила притяжения, но также центробежная сила, но так как вещество планеты находится в равновесии, то можно заключить, что сумма векторов сил, действующих на вещество равна нулю. Это может достигаться только в том случае, если планета будет иметь форму приплюснутого у полюсов шара. Это явление, предсказанное Христианом [Гюйгенсом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%8E%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81,_%D0%A5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B0%D0%BD) и Исааком [Ньютоном](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD,_%D0%98%D1%81%D0%B0%D0%B0%D0%BA) в конце XVII века, было впервые обнаружено [Пьером де Мопертюи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%8E%D0%B8,_%D0%9F%D1%8C%D0%B5%D1%80_%D0%9B%D1%83%D0%B8_%D0%B4%D0%B5) в конце 1730-х годов в результате обработки данных двух французских экспедиций, специально снаряженных для решения этой проблемы в [Перу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%83) и [Лапландию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%8F).

## Сила Кориолиса

Одно из следствий вращения Земли вокруг оси – отклонение движущихся тел в Северном полушарии вправо, а в Южном – влево. Оно вызывается действием силы Кориолиса (одна из сил инерции, использующаяся при рассмотрении движения материальной точки относительно вращающейся системы отсчёта). Исходя из закона инерции, каждое тело стремится сохранить направление и скорость своего движения. К примеру, если рассмотреть артиллерийский снаряд, находящийся в полете, и выбрать систему отсчёта, привязанную к центру земли, то траекторией снаряда будет парабола в соответствии с законом тяготения. Однако если привязать систему отсчёта к поверхности земли, то наблюдаемая траектория снаряда будет отличаться от предыдущей, и это отличие можно посчитать, введя в рассмотрение силу Кориолиса. Другими словами за время полета снаряда Земля успеет повернуться и снаряд упадёт мимо предполагаемой точки падения, если её положение было определено без учёта вращения Земли вокруг своей оси.

## Закон Бэра

Закон был сформулирован в 1857 году Карлом Бэром по наблюдениям 1855 года.

Как впервые отметил петербургский академик Карл Бэр в 1857 году, реки размывают в северном полушарии правый берег (в южном полушарии — левый), который вследствие этого оказывается более крутым.

В основе закона лежит принцип Гаспар-Гюстава де Кориолиса, согласно которому на материальную точку, двигающуюся горизонтально относительно вращающейся Земли, действует сила Кориолиса, вызывающая ускорение точки вправо в Северном и влево — в Южном полушарии.

## Приливные силы и замедление скорости вращения Земли

Масса Луны сравнительно велика, и сама она находится довольно близко, вызывая приливы на Земле. В океанских водах на обращённой к Луне стороне формируется приливная волна (такая же волна формируется и на противоположной стороне). Если бы Земля не вращалась вокруг своей оси, приливная волна находилась бы точно под Луной, которая притягивает её к себе, и бежала бы по поверхности Земли с запада на восток, совершая полный оборот за один сидерический лунный месяц (27 дней 7 часов 43,2 минуты).

Однако Земля вращается «под» этой волной, совершая один оборот за сидерический день (23 часа 56 минут 4,091 секунды). В результате приливная волна бежит по поверхности Земли с востока на запад, совершая один полный оборот за 24 часа 48 минут. Из-за того, что Земля вращается с большей угловой скоростью, чем вокруг нее обращается Луна, приливная волна смещается вперёд по направлению вращения Земли, опережая Луну.

Следствием такого опережения является то, что значительная часть массы океанских вод (то есть и часть массы всей Земли) смещается вперёд с линии, соединяющей центры масс Земли и Луны, на угол, равный примерно 2°. Эта смещённая вперёд масса притягивает к себе Луну, создавая силу, действующую перпендикулярно линии Земля — Луна. В результате на Луну действует момент силы, ускоряющий её обращение по орбите вокруг Земли.

Обратным следствием всего этого является то, что на берега материков, когда они «набегают» на приливную волну, действует (по третьему закону Ньютона) противоположно направленная сила, которая «тормозит» их. Таким образом Луна создаёт приложенный к планете момент силы, который замедляет вращение Земли.

# Заключение

Вращение Земли вокруг своей оси имеет достаточно весомое значение для жизни на планете. Благодаря столь быстрому вращению возникли динамические условия, необходимые для образования земного магнитного поля. Без магнитного экрана развитие современных форм жизни при прочих благоприятных условиях было бы невозможно. Поток солнечных частиц высоких энергий беспрепятственно достигал бы земной поверхности, неся гибель биосфере планеты. Жизнь в этих условиях могла бы зародиться и существовать лишь под водой или глубоко в грунте. Суша являла бы собой мертвые пустыни, лишенные растительности и каких-либо живых существ.

Кроме того если бы не вращение Земли, то отсутствовала бы смена дня и ночи, что, в свою очередь, привело бы к колоссальной температурной разнице между освещенной Солнцем стороной планеты и теневой стороной.

Во время вращения Земли вокруг своей оси Солнце освещает то одну, то другую сторону планеты. Так происходит смена дня и ночи. На освещенной Солнцем стороне – день, на противоположной стороне – ночь. Только на полюсе нет обычного деления времени на дни и ночи, так как около полугода Солнце не опускается за горизонт и столько же времени не восходит. Только осенью и весной в этих широтах возможно наблюдать смену дня и ночи.

# Список литературы

1. Л. Г. Асламазов, А. А. Варламов, «Удивительная физика», М.: Наука, 1988.
2. A. В. Бялко, «Наша планета — Земля», М.: Наука, 1983.
3. Р. Граммель, «Механические доказательства движения Земли», УФН, том III, вып. 4, 1923.
4. Г. А. Гурев, «Учение Коперника и религия», М.: Изд-во АН СССР, 1961.
5. С. В. Житомирский, «Античная астрономия и орфизм», М.: Янус-К, 2001.
6. А. А. Михайлов, «Земля и её вращение», М.: Наука, 1984.
7. Arthur N. Cox, ed., Allen's Astrophysical Quantities p.244.