

Глава 7.
ПРИЧИНА НЕПРЕРЫВНОГО ВРАЩЕНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Буланин Владимир Анатольевич

К.Т.Н.

ООО «Инновационные технологии – Энергетика»

Аннотация: В статье рассматривается вращение движущихся во Вселенной космических объектов – галактик, звездных систем, планет, спутников, астероидов. В связи с тем, что космос заполнен космической пылью, газами, свободными электронами, за счет создаваемых ими сил трения по поверхности космических объектов их вращение со временем должно было прекратиться. Однако вращение продолжается, следовательно, есть какой-то поддерживающий его механизм. Ответ простой. Объекты движутся в межпланетной и межзвездной газопылевой среде с градиентом ее плотности относительно звезд и центров галактик аналогично тому, как изменяется плотность атмосферы Земли при удалении от ее поверхности. Непрерывное вращение движущихся в газопылевой среде космических объектов поддерживается действием дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления противодействующей силам трения, тормозящим вращение объектов в этой среде.

Ключевые слова: галактика, солнечная система, земля, планета, спутник, астероид, вращение, лобовое сопротивление, гравитация.

THE REASON FOR THE CONTINUOUS ROTATION
OF SPACE OBJECTS

Bulanin Vladimir Anatolyevich

Abstract: The article considers the rotation of space objects moving in the Universe – galaxies, star systems, planets, satellites, asteroids. Due to the fact that space is filled with cosmic dust, gases, and free electrons, due to the friction forces they create on the surface of space objects, their rotation should have stopped over time. However, the rotation continues, therefore, there is some kind of mechanism supporting it. The answer is simple. Objects move in an interplanetary and interstellar gas-dust medium with a gradient of its density relative to stars and galaxy centers, similar to how the density of the Earth's atmosphere changes when moving away from its surface. The continuous rotation of space objects moving in a gas-dust medium is supported by the action of the differential force of frontal (frontal) resistance counteracting the friction forces that slow down the rotation of objects in this medium.

Key words: galaxy, solar system, earth, planet, satellite, asteroid, rotation, drag, gravity.

1. ВВЕДЕНИЕ

Впервые о вращении Земли вокруг своей оси написал Коперник в трактате 1543 года «О вращении небесных сфер» [1]. А вот точный ответ на вопрос, почему это происходит, не найден до сего времени. Гипотез выдвинуто немало, но к общему мнению ученые пока не пришли. Согласно самой известной из гипотез связанной с теорией возникновения планет Солнечной системы Земля образовалась из облаков космической пыли, которые «сбившись в кучу» и образовали ядро или центр Земли. Далее к нему притягивались другие космические тела, при столкновении с которыми планета начала вращаться и вращение продолжается по инерции. Есть другая точка зрения. Представьте себе Солнечную систему, которая еще очень молода и ее межпланетное пространство заполнено газом и пылью. Планеты или протопланеты, образующиеся в такой системе, будут замедляться трением, и их орбита будет постепенно приближаться к ее Солнцу, и в конечном итоге они могут упасть на Солнце из-за

комбинированного эффекта трения и гравитации. **Однако полного и исчерпывающего объяснения непрерывного вращения космических объектов наука не дает.**

Галактика это гравитационно-связанная система из звезд и звездных скоплений, газопылевой среды и темной материи. Все составляющие Вселенной, включая объекты Галактики «Млечный путь», находятся в постоянном движении (в различных направлениях и с различными скоростями), вызываемом гравитационными силами с изменяющимся гравитационным потенциалом в пространстве. Дьюи Б. Ларсон, внесший большой вклад в развитие науки о космосе, в книге «Ничего кроме Движения: структура физической Вселенной, Том I» [2], отметил что Вселенная – это не просто пространственно-временная структура вещества, как принято считать в традиционной науке. Он обнаружил, что Вселенная – это Движение, в котором пространство и время, просто два взаимообусловленных и не существующих друг без друга аспекта движения, и не имеют никакого другого значения. И все что он сделал – определил свойства, которыми обязательно должны обладать пространство и время во Вселенной, целиком проявленной из движения, и выразил их в форме ряда постулатов.

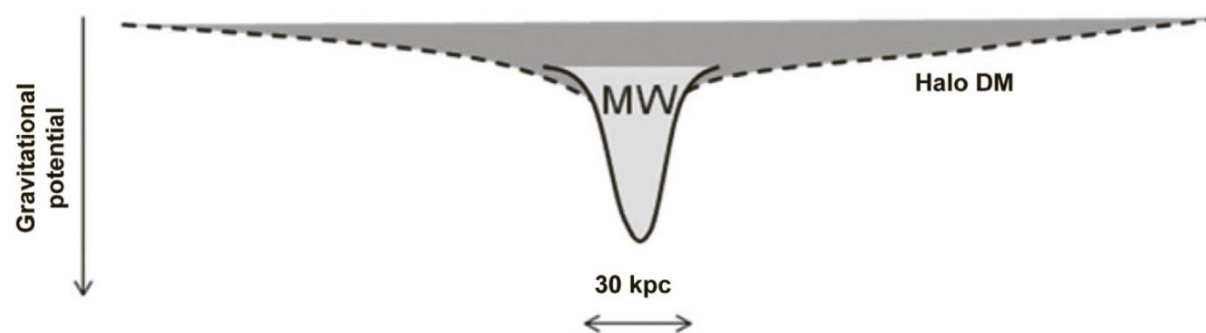
Но и Дьюи Б. Ларсон не объяснил причину вращения планет, звезд, галактик при их движении во Вселенной.

2. ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГАЛАКТИКИ

Движение космических объектов в составе, например, Галактики и их непрерывное вращение непосредственно связано с гравитацией (гравитационным потенциалом) – универсальным фундаментальным взаимодействием между всеми материальными телами гравитационно-связанной системы Вселенной, состоящей из галактик, звездных скоплений, планет, спутников, астероидов, межзвездного и межпланетного газа и пыли.

Примером наличия гравитационного потенциала может служить атмосфера Земли – плотность газов, составляющих атмосферу, изменяется

(уменьшается) с удалением от поверхности Земли. Также изменяется плотность газопылевых образований, разного рода материи относительно, например, плоскости симметрии галактического диска и центров спиральных рукавов Галактики. Как и в атмосферах планет, межзвездная среда плотнее всего «на дне» (например в плоскости галактического диска) и по мере удаления от него плотность уменьшается [3]. Пример распределения гравитационного потенциала в Галактике показан на рис.1 [3, рис. 5].



**Рис. 1. Распределение гравитационного потенциала в Галактике
«Млечный путь»**

Составляющая, обусловленная барионным веществом Галактики, обозначена MW (Milky Way), а составляющая обусловленная темным веществом (материей) обозначена «Halo DM» (Гало ТМ). Масштаб размеров Галактики – 30 килопарсек, размер темного гало примерно в десять раз больше. Именно поэтому, несмотря на более низкую плотность в центре, общая масса Гало ТМ превышает массу Галактики во много раз [4].

Факт движения объектов в космическом пространстве подтверждается не только астрономическими наблюдениями, но и расчетами скорости и направления их перемещения. Джордж Ф. Смут III в своей Нобелевской лекции 8 декабря 2006 года сказал: «Текущий наилучший наблюдаемый диполь (3.358 ± 0.017 мК) указывает на то, что Солнечная система движется со скоростью 368 ± 2 км/с относительно наблюдаемой Вселенной в направлении галактической долготы $l = 263.86^\circ$ и широты $b = 48.25^\circ$ » [5].

Силы гравитации между Солнцем и планетами, а также между планетами и их спутниками, уравниваются центробежными силами.

3. ВРАЩЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ИХ ДВИЖЕНИИ

Законы физики (механики) действуют одинаково – как на Земле, так и в Космосе. Начнем с рассмотрения простейших примеров, например, вращения колеса за счет силы сопротивления.

На рис. 2а показано как сила сопротивления зависит от материала трущихся поверхностей и от того, как эти поверхности взаимодействуют.

При приложении к колесу силы, перемещающей его в горизонтальном направлении, в данном примере влево, колесо за счет силы трения начинает вращаться против часовой стрелки. На рис. 2б показано частично погруженное в воду колесо, вращающееся при движении за счет результирующей дифференциальной силы лобового сопротивления: воздуха (выше уровня воды) и воды (в нижней части колеса).

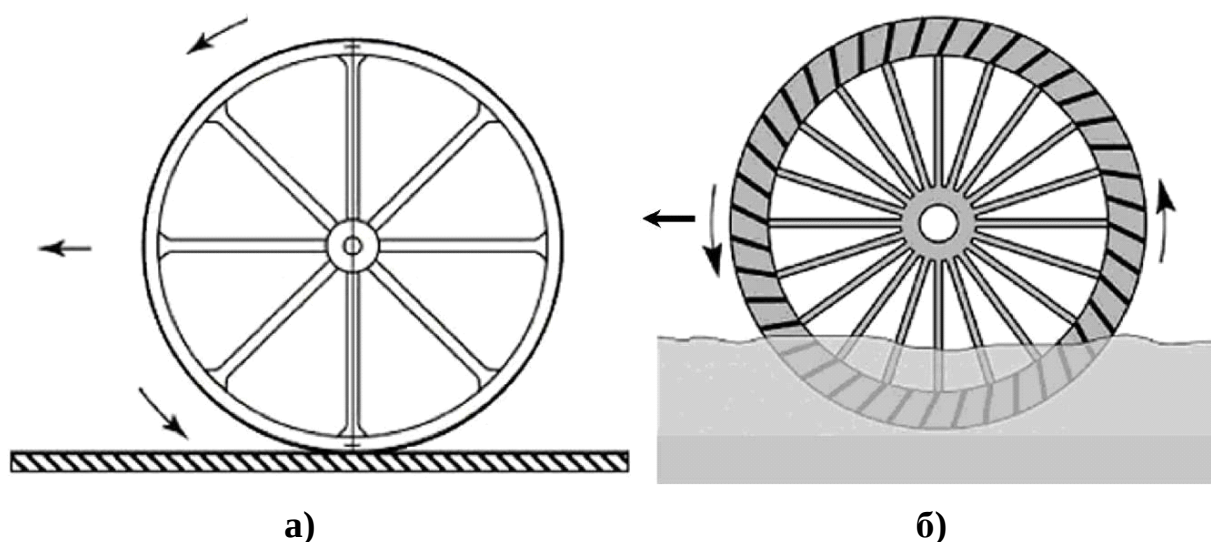


Рис. 2. Вращение колеса за счет силы трения при движении по твердой поверхности (а) и дифференциальной силы лобового сопротивления: воздуха (выше уровня воды) и воды (в нижней части колеса) (б)

Аналогично взаимодействуют космические объекты с межпланетной и межзвездной газопылевой средой.

На рис. 3 показан характер взаимодействия планеты (3а) и галактического диска (3б) с газопылевой средой переменной плотности (градиентом плотности) в которой происходит их движение.

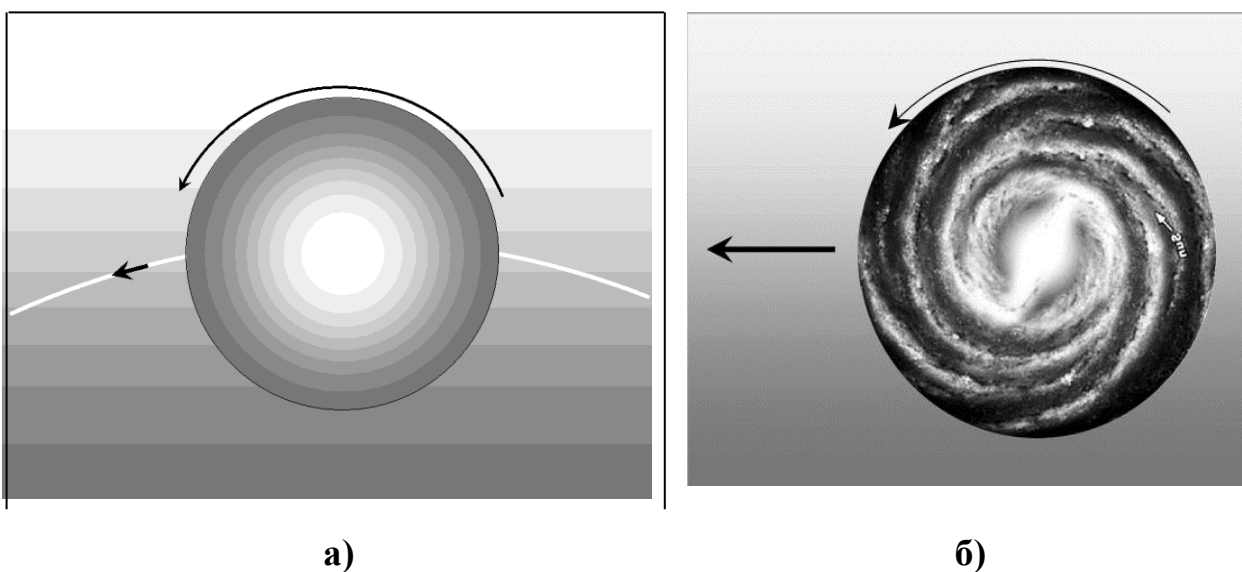


Рис. 3. Взаимодействие планеты (а) и галактического диска (б) с неоднородной (изменяющейся) плотностью (градиентом плотности) газопылевой среды в плоскости перпендикулярной направлению движения этих космических объектов

Нижние полусферы соответственно шара и галактического диска подвержены большим силам лобового сопротивления за счет большей плотности омывающей их газопылевой среды, чем верхние их полусферы.

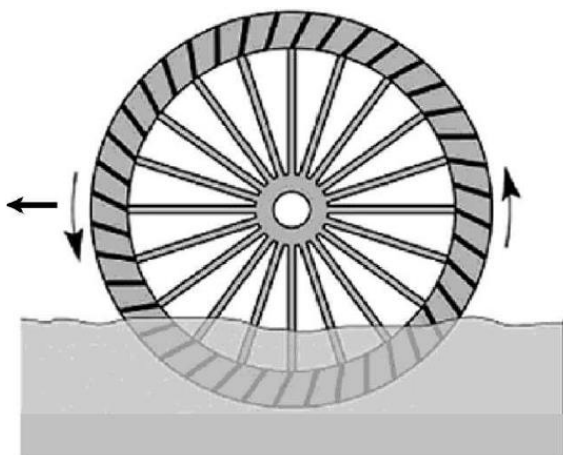


Рис. 2б. Вращение частично погруженного в воду колеса движущегося по стрелке влево

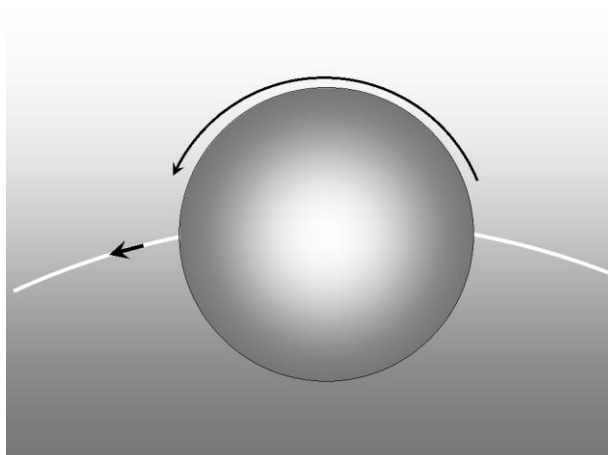


Рис. 3а. Вращение планеты движущейся влево по орбите в газопылевой среде с градиентом ее плотности относительно звезды

Сравнение объектов на рисунках 2б и 3а подтверждает единство природы их вращения, как на Земле так и в Космосе, при изменении плотности (градиенте плотности) среды, в которой они перемещаются: в нижней части вращающегося объекта показана более плотная среда, а в верхней части – среда с меньшей плотностью.

На рис. 4 показано, как результирующая сила лобового (фронтального) сопротивления ΔF обеспечивает поддержание вращения космического объекта при движении в газопылевой среде создающей его торможение.

Следовательно, в совокупности трение и дифференциальная (результатирующая) сила лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды, действующие на движущиеся в ней космические объекты, являются основной причиной поддержания их непрерывного вращения.

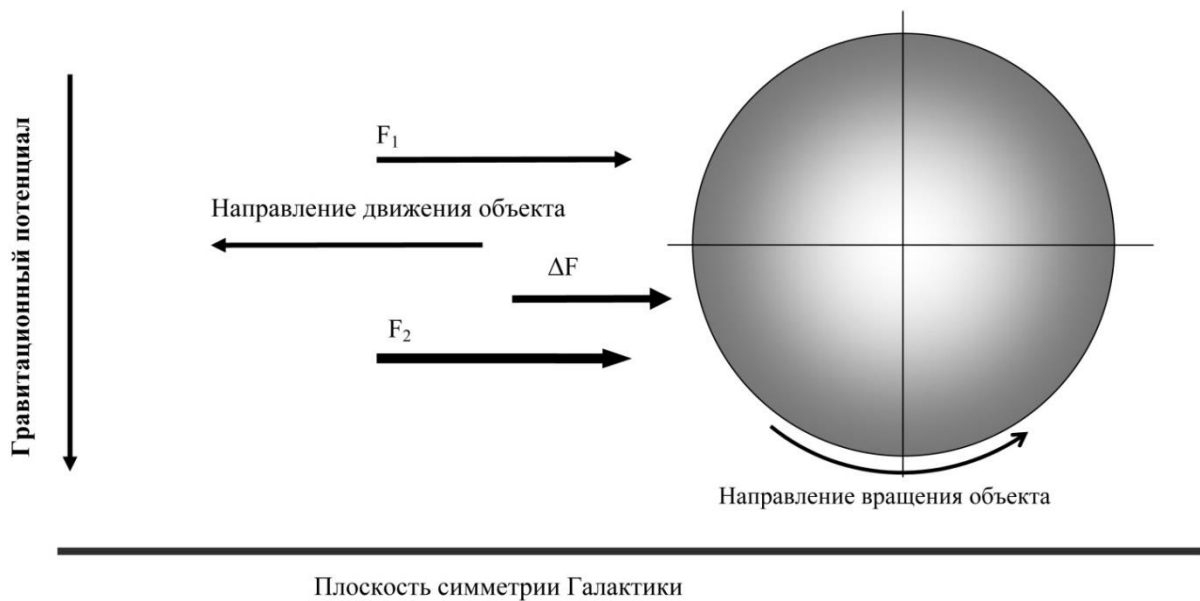


Рис. 4. Влияние результирующей силы лобового сопротивления газопылевой среды на вращение космического объекта при его движении
 F_1 – результирующая сила лобового сопротивления верхнего полушария;
 F_2 – результирующая сила лобового сопротивления нижнего полушария;
 $\Delta F = F_2 - F_1$ – результирующая сила лобового сопротивления газопылевой среды, действующая на космический объект и обеспечивающая его вращение

При движении в Галактике конкретная звездная система взаимодействует с конкретным (локальным) окружающим её межзвездным веществом. Примером является сформировавшаяся около 5 млрд. лет назад наша звездная система с Солнцем (Солнечная система) **с непрерывно вращающимися** вокруг своих осей и по орбитам планетами, спутниками и астероидами.

В связи с неоднородностью газопылевой среды в Галактике имеет место, например, колебание угловой скорости вращения (либрации) например, Земли, Луны.

Далее рассмотрим сам факт (механизм) вращения космического объекта.

Особую роль в изучении механики вращения планет и звезд сыграл **маятник Фуко** – маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли. Наличие суточного вращения ответственно за постепенный поворот плоскости колебаний маятника.

Впервые эффект продемонстрирован Л. Фуко (1851 год), а в настоящее время в мире имеются действующие маятники Фуко используемые в демонстрационных целях.

При перемещении маятника Фуко на полюсах Земли плоскость его качания относительно звезд оказывается неподвижной, что стало очевидным свидетельством также неподвижности ядра Земли. Следовательно, ядра планет и звезд также как маятник Фуко на полюсах неподвижны относительно центра Галактики. **Отсюда следует, что непрерывному вращению подвержены только их оболочки (мантия, кора, атмосфера) за счет внешнего воздействия на соответствующий объект газопылевой среды, обладающей градиентом плотности.**

Подтверждением неподвижностью ядра объекта является, например, медленное вращение Венеры (один оборот за 243 земных суток вокруг собственной оси относительно звезд), а также дифференциальное вращение оболочки Солнца.

Таким образом, с позиции законов физики (механики) вращение космических объектов (их внешних оболочек) происходит при соблюдении двух условий:

- 1) объект перемещается (находится в движении) в космическом пространстве;
- 2) движение происходит в газопылевой среде с градиентом плотности, переменной (дифференциальной) плотностью, в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта.

Исходя из этих условий истинной причиной непрерывного вращения Земли, планет Солнечной системы, Солнца и других **космических объектов** является взаимодействие двух сил:

– силы трения газопылевой среды по поверхности объекта, **тормозящей вращение объектов;**

– результирующей дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды с фактическим градиентом ее плотности в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта, **обеспечивающей поддержание вращение объектов.**

4. ВЗАИМОВЛИЯЮЩИЕ НА ВРАЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ФАКТОРЫ

Скорость и направление вращения движущегося космического объекта зависит не только от действующего на него гравитационного потенциала окружающего пространства, но и от совокупности взаимовлияющих следующих факторов:

– состав и плотность межпланетной среды на орбите каждого объекта (планеты);

– градиент плотности этой среды (относительно Солнца, звезды) в плоскости перпендикулярной направлению движения каждой из планет по орбите;

– состав, плотность и градиент плотности межзвездной среды на орбите Солнца (звезды) относительно плоскости симметрии Галактики;

– свойства атмосферы и оболочек планет (например, на Венере межпланетная среда взаимодействует с плотной ее атмосферой, а не с твердой оболочкой планеты);

– свойства мантии планет (температура, плотность, вязкость);

– размер, масса и форма объектов.

В настоящее время по вышеперечисленным факторам в научной среде отсутствуют конкретные данные, относящиеся к орбите каждого индивидуального космического объекта, в связи с чем практически невозможно представить конкретные численные оценки его вращения. Имеются только средние значения плотности межзвездной газопылевой среды. Сведения по основному показателю для объяснения причины

вращения объектов, по градиенту плотности на орбите объекта, отсутствуют.

5. ЛОБОВОЕ (ФРОНТАЛЬНОЕ) СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ

При движении в жидкостях и газах объекты (тела) преодолевают силу лобового (фронтального) сопротивления. При наличии градиента плотности жидкости и газов лобовое их сопротивление является дифференциальным, поддерживающим вращение движущихся объектов (тел).

Лобовое сопротивление складывается из двух типов сил: сил касательного (тангенциального) трения, направленных вдоль поверхности тела, и сил давления, направленных по нормали к поверхности (*Википедия. Лобовое сопротивление, аэродинамика*).

Трение (англ. – friction) – механика фрикционного взаимодействия (трибомеханика) [7]. Сила трения – это сила, возникающая при соприкосновении двух тел и препятствующая их относительному движению, а причиной возникновения трения является шероховатость трущихся поверхностей тел и взаимодействие молекул этих поверхностей.

Сила давления (сопротивления), направленная против движения объекта, пропорциональна характерной фронтальной площади движущегося объекта и скоростному напору газопылевой среды (*ГОСТ 20058-80 «Динамика летательных аппаратов в атмосфере», пункт 89*):

$$X_a = c_{xa} S q = c_{xa} S \frac{\rho V^2}{2},$$

где: $q = \frac{\rho V^2}{2}$ – скоростной напор газопылевой среды;

ρ – плотность газопылевой среды, изменяющаяся в плоскости перпендикулярной направлению движения космического объекта;

V – скорость движения объекта в газопылевой среде;

c_{xa} – безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления.

Космические объекты при их движении вращаются, преодолевая силы трения газопылевой среды дифференциальным лобовым (фронтальным) сопротивлением с градиентом ее плотности как относительно плоскости симметрии Галактики, так и расстояния от соответствующей звезды, например от Солнца.

В связи с тем, что межпланетная газопылевая среда неоднородна ее плотность и, как следствие, градиент ее плотности на орбитах космических объектов периодически изменяется скорость их вращения, то есть имеет место либрация.

6. ВРАЩЕНИЕ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

При движении в Галактике конкретная звездная система взаимодействует с конкретным (локальным) окружающим её межзвездным веществом. Примером является сформировавшаяся около 5 млрд. лет назад наша звездная система с Солнцем (Солнечная система) с непрерывно вращающимися вокруг своих осей и по орбитам планетами, спутниками и астероидами. В связи с неоднородностью газопылевой среды в Галактике имеет место, например, либрация (колебание угловой скорости вращения) Земли.

Основные характеристики вращающихся в Солнечной системе планет представлены в табл. 1.

Таблица 1

Название планеты	Диаметр планеты, 10^3 км	Радиус орбиты, 10^6 км	Наклон орбиты к Эклиптике, град	Наклон оси к Эклиптике, град	Период обращения по орбите, в земных сутках	Период вращения вокруг оси, час
Меркурий	4.9	57.9	-7	90.0	88	1408
Венера	12.1	108.2	-3.4	87.4	225	5833
Земля	12.8	149.6	0	66.5	365	23.9
Марс	6.7	227.9	1.9	64.8	687	24.6
Юпитер	143.8	778.4	1.3	87.0	4 331	9.9
Сатурн	120.4	1 427	2.5	64.7	10 747	10.7
Уран	51.3	2 872	0.8	8.0	30 589	17.2
Нептун	49.5	4 498	1.8	60.4	59 800	16.1

Оси вращения Солнца и планет имеют наклон к Эклиптике (плоскости орбиты Земли), а их вращение, как по орбитам, так и вокруг собственной оси происходит, как правило, против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса (рис. 5).



**Рис. 5. Вращение Солнца и планет относительно плоскости
орбиты Земли, Эклиптики**

Корона Солнца – внешняя часть его атмосферы, самая разреженная, горячая и близкая к нам, она простирается далеко от Солнца в виде постоянно движущегося от него потока плазмы – солнечного ветра. Вблизи Земли его скорость составляет в среднем 400-500 км/с, но порой достигает почти 1000 км/с. Распространяясь за пределы орбит Юпитера и Сатурна, солнечный ветер образует гелиосферу, граничащую с еще более разреженной межзвездной средой.

Относительно длительный период вращения планеты Меркурий вокруг оси можно, например, объяснить малым её диаметром и, как следствие, меньшим воздействием на её кору дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды на ее орбите

противодействующей силам трения, тормозящим вращение планеты в этой среде. При этом нестабильность градиента плотности газопылевой среды на орбитах, а также периодически изменяющееся взаимное расположение объектов, является одной из причин либрации как Меркурия, так и других космических объектов.

Медленное вращение (длительный период вращения, относительно низкая скорость) твердой оболочки Венеры вокруг своей оси обусловлено тем, что дифференциальное лобовое сопротивление межпланетной газопылевой среды на ее орбите действует не на твердую поверхность (оболочку), а на атмосферу планеты при давлении около 93 бар. При этом скорость атмосферы примерно в 60 раз превышает скорость вращения оболочки Венеры вокруг своей оси (243 суток).

Отклонение от общей закономерности для Урана (наклон оси его вращения) в научном сообществе пока не нашло объяснения, но может быть вызвано особенностями взаимодействия гравитационного потенциала Солнца и Галактики на значительном расстоянии от Солнца (в 20 раз больше, чем до Земли), отсутствием твердой оболочки планеты, свойствами атмосферы и межпланетной среды на его орбите. В верхних слоях атмосферы Урана действуют очень сильные ветры в направлении вращения достигающие скорости 240 м/с.

Нептун находится дальше от Солнца, чем Уран, поэтому на него в большей степени действует гравитационный потенциал Галактики (а не Солнца).

Что касается Луны (рис. 6), она делает один оборот вокруг своей оси при одном же обороте вокруг Земли. Следовательно, имеется причина такой стабильности. Очевидно, она заключается в том, что плотность ядра Луны больше чем плотность коры и мантии, поэтому её ядро относительно центра Луны смещено в сторону Земли, позволяя оставаться Луне с постоянно обращенной этой части к Земле. При этом Луна, как и другие космические объекты, также подвержена либрации.

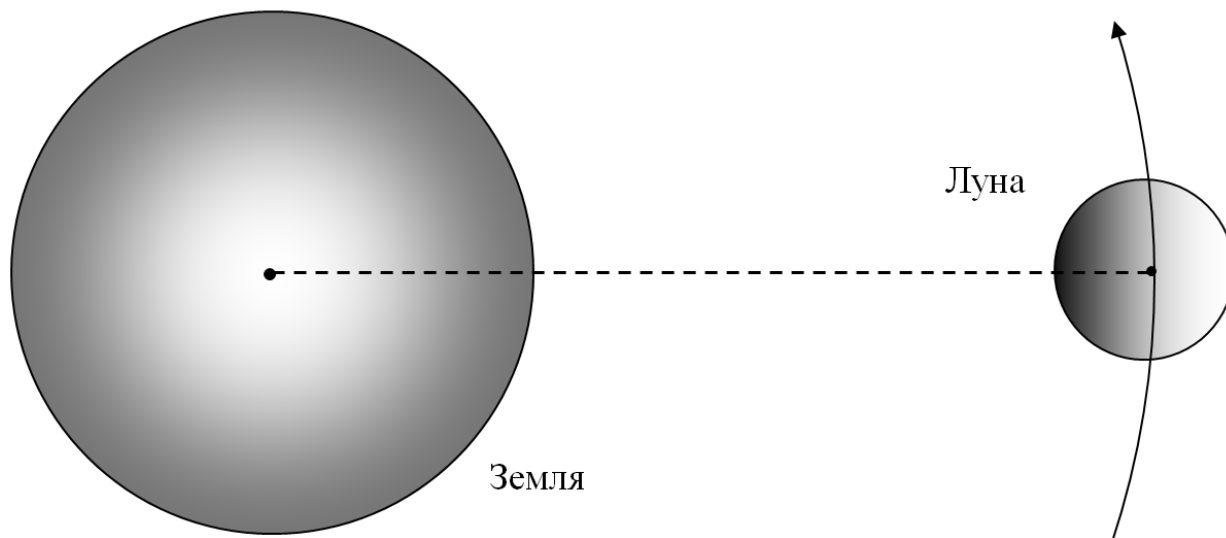


Рис. 6. Вращение Луны вокруг Земли

Несмотря на указанные различия находящиеся в движении космические объекты и их группы (планеты, звездные системы, галактики) приобрели определенную закономерность в своем движении, например, вращение вокруг своей оси и по околозвездным орбитам – действие силы дифференциального лобового сопротивления газопылевой среды с изменяющейся плотностью (градиентом плотности) в плоскости перпендикулярной направлению движения соответствующих объектов.

Рассмотрим характер вращения Солнца и планет Солнечной системы относительно плоскости симметрии Галактики. В пределах Галактики плотность газопылевой среды зависит как от скопления звездных систем, так и от формирования спиральных рукавов, являющихся областями повышенной ее плотности. При удалении от плоскости Галактики средняя плотность межзвездного газа уменьшается. На рис. 7 и 8 показана Солнечная система в газопылевой среде с изменяющейся средней плотностью (градиентом плотности) относительно плоскости симметрии Галактики.

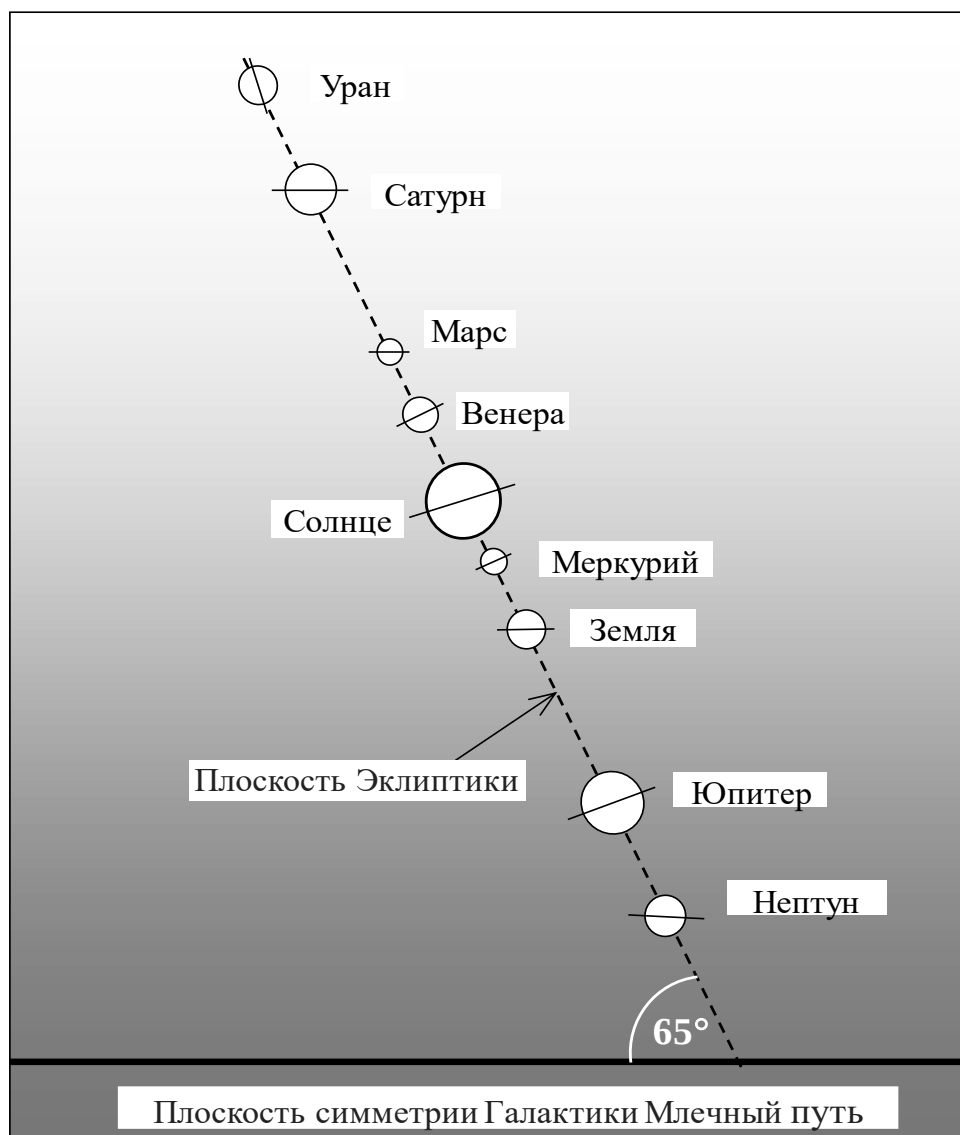
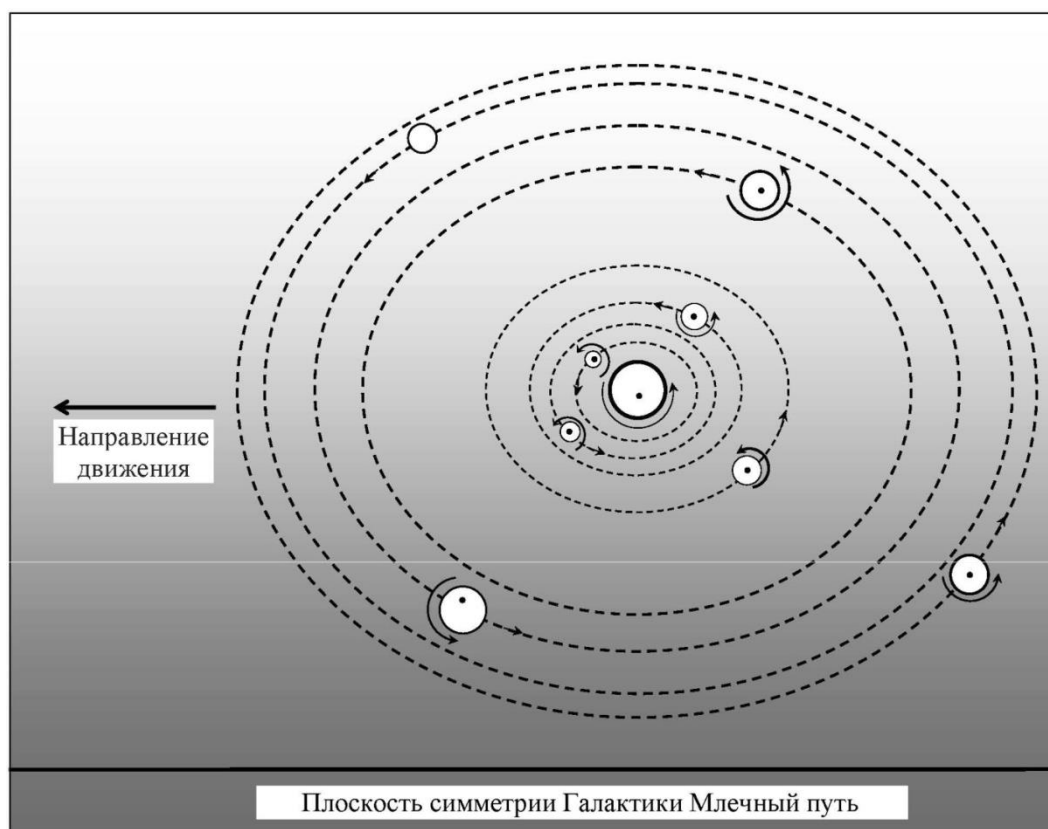


Рис. 7. Наклон Эклиптики к оси симметрии Галактики

На рис. 7 показаны наклон Эклиптики под углом 65° и изменяющаяся плотность (градиентом плотности) газопылевой среды относительно плоскости симметрии Галактики «Млечный путь».

Обращает на себя внимание то, что оси вращения Солнца и планет вокруг собственной оси параллельны плоскости симметрии Галактики (или близки к этому), а плотность газопылевой среды уменьшается при удалении от нее [4, рис. 5].

На рис. 8 показан вид на Солнечную систему со стороны Полярной звезды. Точками обозначены северные полюсы Солнца и планет. Гравитационный потенциал и, как следствие, плотность газопылевой среды Галактики уменьшается по мере удаления от оси симметрии ее плоскости.



**Рис. 8. Вращение Солнца и планет в плоскости Эклиптики
(вид с Полярной звезды)**

При движении Солнечной системы в указанном стрелкой направлении имеет место вращение Солнца и планет против часовой стрелки вокруг своей оси. Планеты Солнечной системы вращаются против направления движения часовой стрелки и по собственным орбитам. Причиной их вращения как по орбитам так и вокруг собственной оси является преодоление сил лобового сопротивления газопылевой среды Галактики, плотность которой изменяется в плоскости перпендикулярной направлению движения Солнечной системы.

Обратимся к другим известным фактам, связанным с вращением в Солнечной системе. В рамках классической механики гравитационное взаимодействие между двумя материальными точками массы M и m описывается законом всемирного тяготения Ньютона:

$$F = GMm / R^2 ,$$

где: G – гравитационная постоянная, равная
 $G = 6.674184 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$;

R – радиус орбиты планеты.

Сила гравитации между Солнцем и планетой $F_1 = GM_S m / R^2$, а действующая на планету центробежная сила $F_2 = mV^2 / R$.

Планеты удерживаются на орбите вокруг Солнца благодаря уравновешенным гравитационной (F_1) и центробежной (F_2) силам ($F = F_1 = F_2$):

$$F = GM_S m / R^2 = m V^2 / R ,$$

где: – масса Солнца: $M_S = 1.9885 \times 10^{30} \text{ кг}$;

– гелиоцентрическая гравитационная постоянная:
 $GM_S = 132\,712 \cdot 10^{15} \text{ м}^3 \text{с}^{-2}$.

Значение гелиоцентрической гравитационной постоянной GM_S подтверждается расчетом по индивидуальным параметрам каждой из планет Солнечной системы, представленным в табл. 2.

Приведенные закономерности в целом указывают на единый механизм поддерживающий вращение Солнца и планет.

Среди имеющихся нерешенных в науке вопросов является особенности вращения Венеры – в отличие от других планет она вращается вокруг своей оси в обратном направлении.

Таблица 2

Планеты	Радиус орбиты R, 10 ⁶ км	Орбитальная скорость V, км/с	Гелиоцентрическая гравитационная постоянная $GM_s = RV^2 \cdot 10^{15} \text{ м}^3/\text{с}^2$
Меркурий	57.909	47.87	132 701
Венера	108.209	35.02	132 708
Земля	149.598	29.793	132 787
Марс	227.937	24.13	132 718
Юпитер	778.412	13.06	132 769
Сатурн	1 426.73	9.66	133 136
Уран	2 871.97	6.8	132 800
Нептун	4 498.26	5.44	133 120
Плутон	5 906.36	4.74	132 702

Аналогичное подтверждение получено и для геоцентрической гравитационной постоянной Земли: $GM_E = 398\,600 \text{ км}^3/\text{с}^2$ (табл. 3).

Таблица 3

Спутники Земли	Радиус орбиты спутника R, км	Орбитальная скорость V, км/с	Геоцентрическая гравитационная постоянная $GM_E = RV^2, \text{ км}^3/\text{с}^2$
Луна	384 467	1.02	400 000
Геостационарный спутник	42 242	3.07	398 127
МКС	6 772	7.672	398 597

7. ПРИЧИНА ОБРАТНОГО ВРАЩЕНИЯ ВЕНЕРЫ

Почему Венера вращается в обратном (ретроградном) направлении, против часовой стрелки? Этот вопрос волнует ученых уже не одно десятилетие. Однако до сих пор никто не смог ответить на него. Было много гипотез, но ни одна из них до сих пор не подтверждена.

Особенность Венеры – над ее экватором на высоте 65–70 км господствует постоянно ветер имеющий скорость 100 м/сек в направлении вращения оболочки (коры) планеты. То есть имеет место суперротация (супервращение) атмосферы Венеры – это вращение атмосферных слоёв со скоростью превышающей скорость вращения самой планеты.

Чем выше давление атмосферы на поверхности космического объекта, тем больше её взаимодействие с межзвездной и межпланетной газопылевой средой и тем меньше взаимодействия газопылевой среды на орбите объекта с его корой.

Радиолокационные наблюдения, проводившиеся в СССР, США и Англии с 1961 г., позволили определить период вращения планеты Венера [7]. Он оказался самым большим в Солнечной системе: 243.16 суток при обратном (ретроградном) направлении вращения. Орбитальный период Венеры – 225 суток.

С позиции законов механики сила лобового сопротивления, воздействующая на движущийся объект, зависит от плотности встречного потока газовой среды, а вращение объекта – от градиента плотности этой среды. Для того чтобы понять, почему планета осуществляет обратное (ретроградное – по часовой стрелке) вращение вокруг своей оси, нужно определиться с закономерностью градиента плотности среды в Солнечной системе.

Тот факт, что вращение Венеры и Земли вокруг своих осей разнонаправлены, говорит о том, что градиент плотности на границе между орбитами этих планет изменяет знак на обратный. То есть плотность межпланетной среды от Солнца до этой границы увеличивается, а затем, очевидно, уменьшается, вследствие чего вращение Земли вокруг своей оси осуществляется против часовой стрелки (рис. 3а). Низкую плотность межпланетной среды вблизи от Солнца и, как следствие, соответствующее имеющее место направление градиента плотности можно объяснить воздействием на нее мощного солнечного излучения и свойств солнечной атмосферы.

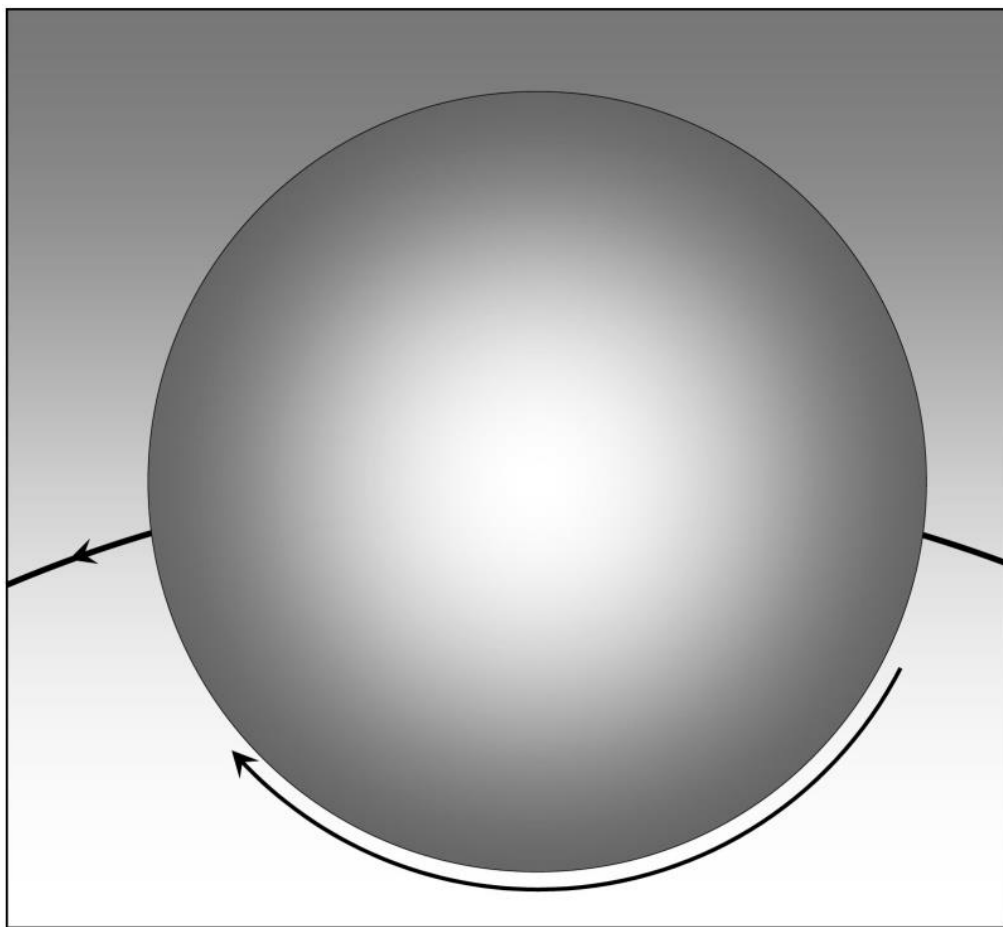


Рис. 9. Вращение Венеры по орбите вокруг Солнца против часовой стрелки и вокруг своей оси по часовой стрелке

Проанализируем этот вопрос подробнее, представив схему движения Венеры по своей орбите с характерным градиентом плотности межзвездной среды относительно оси симметрии плоскости Галактики и межпланетной среды вокруг Солнца (рис. 9) объясняющим ее вращение вокруг Солнца против часовой стрелки.

Выберем на пересечении экватора Венеры (рис. 10), например положение 1, с меридианом 0° точку для наблюдения (отмечено стрелками) в момент самого высокого положения Солнца над горизонтом.

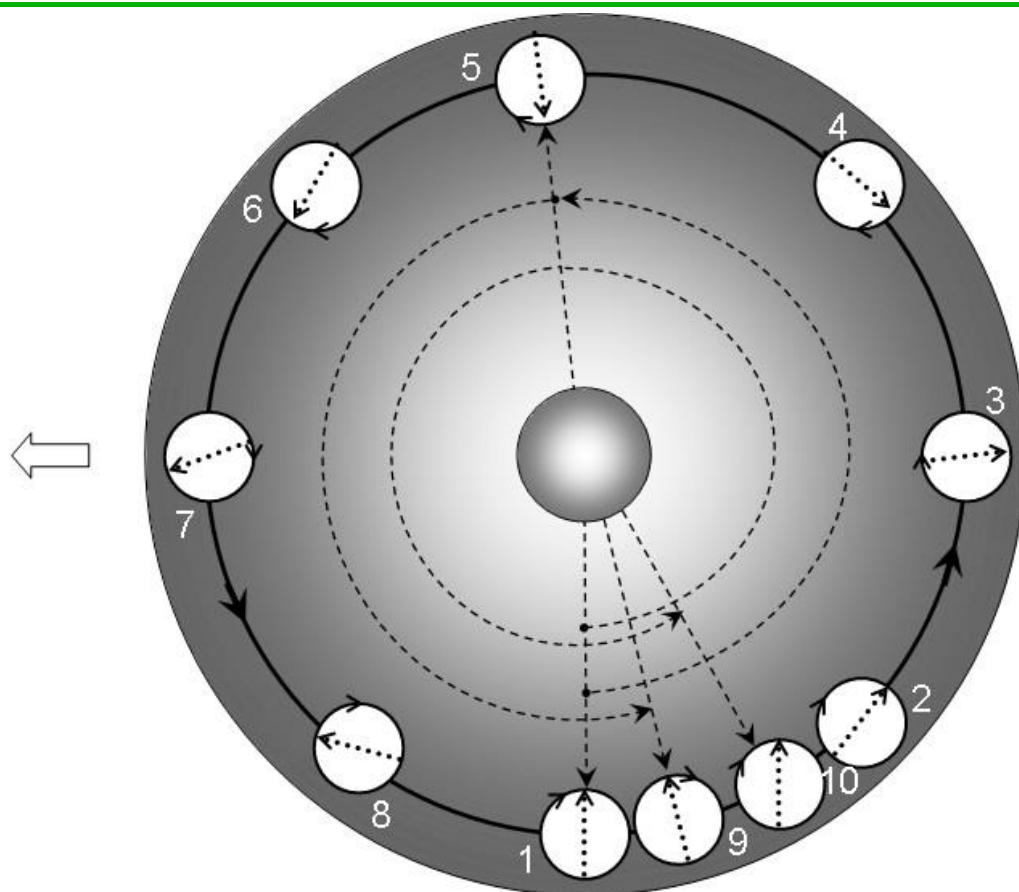


Рис. 10. Вращение Венеры по орбите вокруг Солнца при движении Солнечной системы в межзвездной среде

На рис. 10 показано:

- сидерический период обращения (последовательное перемещение вокруг Солнца по орбите 1 - 8 с возвратом в положение 1) – 224,7 земных суток;
- последовательное 1-5 и 5-9 перемещение планеты по орбите – солнечные сутки Венеры продолжительностью по 116,8 двух земных суток;
- перемещение планеты 1-10 – период вращения вокруг своей оси равный 243 земным суткам;
- направление вращения планеты показано спиралевидными стрелками – по направлению часовой стрелки).
- белой стрелкой показано направление движения Солнечной системы (влево) в межзвездной среде с градиентом плотности относительно плоскости симметрии Галактики.

При движении по орбите вокруг Солнца планета Венера последовательно (из положения 1 в положения 2 – 10) осуществляет по орбите обращение с сидерическим периодом равным 243 земным суткам.

Последовательное 1-5 и 5-9 перемещение планеты по орбите (направление вращения планеты показано спиралевидными стрелками – по направлению часовой стрелки) – солнечные сутки Венеры продолжительностью по 116,8 двух земных суток

Проведенный анализ подтверждает распространение на Венеру общей закономерности вращения планет – вращение вокруг своей оси за счет действия дифференциальных сил лобового сопротивления межпланетной среды с соответствующим направлением градиента ее плотности.

Таким образом, причиной ретроградного направления вращения Венеры вокруг ее оси является не особенности этой планеты, а противоположное (в сравнении с Землей, Марсом и другими планетами) направление градиента плотности межпланетной среды на ее орбите.

8. ВРАЩЕНИЕ СОЛНЦА

Рассмотрим подробнее особенности механизма вращения Солнца.

Если относительно планет Солнечной системы автором определен механизм их вращения, то о причинах (механизме) вращения самого Солнца не было никаких версий. Есть только наблюдательные факты, которые можно взять за основу для объяснения причины вращения Солнца.

Из наблюдений солнечных пятен давно известно, что поверхность (оболочка) Солнца – не твердое тело. В книге канадского астрофизика профессора Монреальского университета Ж.-Л. Тассуля [8] подведены итоги многолетнего развития теории вращения звезд. Установлено, что период вращения видимой внешней оболочки Солнца изменяется дифференциально в зависимости от гелиоцентрической широты – период вращения минимален на экваторе и постепенно увеличивается к полюсам. Средний период вращения на солнечном экваторе – 25 суток. Из выполненных в Гринвиче в течение

1878-1944 гг. наблюдений долгоживущих солнечных пятен Ньютон Г.У. и Нанн М.Л. вывели такую формулу для суточного смещения $^{\circ}(\varphi)$:

$$\xi(^{\circ}/сут) = 14.38^{\circ} - 2.77^{\circ}\sin^2\varphi.$$

На основе этой зависимости, автором статьи построен график дифференциального вращения поверхности (оболочки) Солнца (рис. 11).

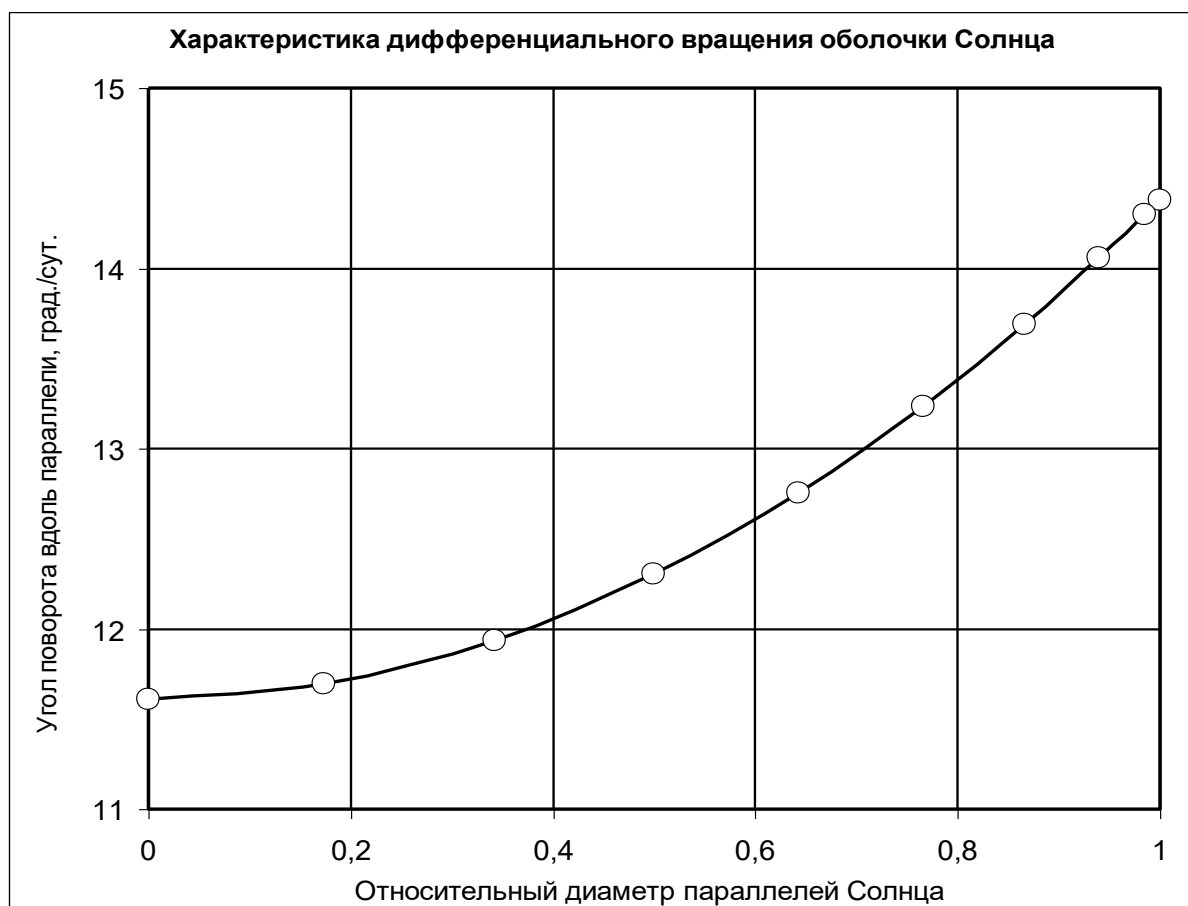


Рис. 11. Характеристика дифференциального вращения оболочки Солнца

Из графика видно, что максимальная скорость вращения оболочки ($14.38^{\circ}/сут$) приходится на экваториальную часть Солнца (относительный диаметр параллели равен 1.0) за счет наибольшего вращательного момента сил, создаваемого результирующей силой лобового сопротивления газопылевой среды при движении Солнечной системы в Галактике. При этом ядро Солнца, также как ядра планет, не вращается. Силы лобового сопротивления газопылевой среды ослабевают при уменьшении диаметра

параллелей, однако суммарная сила, приводящая оболочку Солнца во вращение, соответственно увеличивается.

Что касается **гелиосейсмологических исследований Солнца**, их результаты остаются сомнительными [9] – «Физические условия материи на Солнце относительно мягкие, отклонения от уравнения состояния идеального газа скромны, хотя все еще достаточно велики, чтобы их можно было исследовать с помощью **гелиосейсмологии**. Таким образом, возможно, небезосновательно надеяться, что даже наши простые модели могут дать разумное представление о свойствах солнечных недр, и это действительно казалось так, как обсуждалось в разделе 5.1.2, по крайней мере, до пересмотра солнечного изобилия (см. раздел 6.2). Однако такое **самодовольство явно наивно**, учитывая потенциал солнечного интерьера для сложностей, выходящих далеко за рамки наших простых моделей. Как обсуждается в разделе 5.1.4, происхождение нынешнего внутреннего вращения Солнца **не понятно...** Кроме того, следует иметь в виду, что даже относительно успешные модели, такие как модель S, показывают весьма **значительный отход от гелиосейсмических выводов** (см. рис. 39). Однако, возможно, в основном последствия для солнечных моделей пересмотра солнечного состава **послужили тревожным звонком для пересмотра основ солнечного моделирования**».

В связи с вышеизложенным является предпочтительным объяснение неподвижности (не вращающегося) ядра Солнца стабильностью положения маятника Фуко.

Силы лобового (фронтального) сопротивления межпланетной среды с соответствующим градиентом ее плотности аналогично поддерживают и вращение планет Солнечной системы.

Нет другого объяснения вращению Солнца и планет Солнечной системы. Если есть другая причина (другой механизм вращения), то почему за миллиарды лет, например, дифференциальный угол вращения всех частей оболочки Солнца не стал равным, одинаковым.

9. ВРАЩЕНИЕ АСТЕРОИДОВ

Астероидами Солнечной системы считаются небесные тела с диаметром превышающим 30 метров, которые вращаются вокруг Солнца, обладают неправильной формой и не имеют атмосферы. Тела меньших размеров причислены к метеороидам. Из примерно миллиона известных астероидов наибольшее их количество расположено между орбитами Марса и Юпитера, в главном поясе астероидов. Общая масса всех астероидов вместе взятых меньше массы Земной Луны. Считается, что астероиды диаметром $D > 15$ км имеют структуру “груды обломков”, в которой астероиды представляют собой гравитационно-связанные скопления без предполагаемого внутреннего сцепления. Следовательно, астероид из груды обломков не может вращаться слишком быстро, иначе центробежная сила преодолела бы гравитацию, что привело бы к распаду астероида.

Вращение астероидов, как планет (кроме Венеры) и комет Солнечной системы, происходит в одном направлении – против хода часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира [10], что также является подтверждением раскрытой автором причины непрерывного вращения космических объектов.

Из собранных периодов вращения было обнаружено, что предел скорости вращения астероидов С-типа (тёмные углеродистые объекты, наиболее распространённый класс астероидов), которые имеют меньшую объемную плотность, ниже, чем для астероидов S-типа (класс астероидов, в который входят объекты имеющие кремниевый (каменный) состав). Этот результат согласуется с общей картиной астероидов, похожих на груды обломков (т.е. более низкая объемная плотность, более низкий предел скорости вращения). Более того, распределение скоростей вращения астероидов размером $3 < D < 15$ км показывает устойчивое уменьшение по частоте для $f > 5$ оборотов в сутки, независимо от местоположения в главном поясе.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вселенная, бесконечная во времени и пространстве, состоит из материи, свойства которой можно познать. Это – находящиеся в подвижном состоянии межгалактический газ, пылегазовые скопления, галактики, звездные скопления, межзвездная среда (скрытая масса [4]). Галактики – гигантские гравитационно-связанные системы из звезд и звездных скоплений, межзвездного газа, пыли. Все это можно отнести к туманностям [11].

Постоянное вращение группы космических объектов, как правило, в одном направлении – одна из главных загадок современной науки – объясняется известными законами механики, в частности механикой фрикционного взаимодействия (трибомеханикой) с межпланетной и межзвездной средами.

Определяющим фактором вращения космических объектов является градиент плотности среды – дифференциальная зависимость (изменение) плотности межзвездной и межпланетной среды от гравитационного потенциала в зоне их нахождения. Для примера, плотность воздуха на Земле с высотой уменьшается, воздух становится более разреженным. Аналогичная закономерность, например, имеет место и в Солнечной системе [12].

Основанный на законах механики предложенный подход дал простое объяснение: при движении космических объектов (планет, Солнца, галактик) в среде с изменяющейся плотностью в плоскости перпендикулярной направлению их движения действует результирующая (дифференциальная) сила лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды, поддерживающая непрерывное вращение этих объектов, то есть уравнивающая силу трения среды по поверхности объекта, тормозящую его вращение.

Под вращением объектов (спутников, планет, звезд) в настоящей статье подразумевается вращение атмосферы, коры, мантии этих объектов, а не их ядра, которые преимущественно являются

неподвижными относительно центра Галактики благодаря их фиксации всесторонним совокупным воздействием на них электромагнитных волн, излучаемых другими объектами Вселенной. Исключением могут быть спутники планет, например Луна, и астероиды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Выявлена и обоснована причина и характер вращения космических объектов. Непрерывное вращение космических объектов обеспечивается воздействием на них уравнивающих сил:

– силы трения газопылевой среды по поверхности объекта, тормозящей вращение космического объекта;

– результирующей дифференциальных сил лобового сопротивления газопылевой межзвездной и межпланетной среды с переменной (градиентной) плотностью на соответствующей орбите движения, изменяющейся в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта.

2. Направление вращения Солнца и планет вокруг Солнца зависит от направления движения Солнечной системы и градиента плотности межзвездной среды относительно плоскости симметрии Галактики.

3. Направление вращения планет Солнечной системы вокруг своей оси зависит от градиента плотности межпланетной газопылевой среды на орбите каждой из планет, преимущественно, относительно Солнца.

4. Венера вращается в ретроградном, то есть в обратном относительно других планет, направлении. Следовательно, градиент плотности газопылевой среды на орбите Венеры также имеет противоположное значение по сравнению с градиентом плотности на орбитах других планет.

5. Характер вращения планет и Солнца свидетельствует о том, что вращается только их атмосфера, кора, оболочка и мантия. Ядра

спутников, планет, Солнца и других звезд – неподвижны относительно центра Галактики.

6. Силы трения и дифференциального лобового сопротивления газопылевой среды, препятствующих движению и вращению космических объектов, зависят от ее свойств на орбите соответствующего объекта.

7. Скорость и направление вращения движущегося космического объекта зависит не только от действующего на него гравитационного потенциала окружающего пространства, но и от совокупности взаимовлияющих следующих факторов:

– **состав, плотность и градиент плотности межпланетной среды на орбите каждого объекта (планеты);**

– **свойства атмосферы и оболочек планет (например, на Венере межпланетная среда взаимодействует с плотной ее атмосферой, а не с твердой оболочкой планеты);**

– **свойства мантии планет (температура, плотность, вязкость);**

– **размер, масса и форма объектов.**

Автор использовал теоретический метод физического исследования, который дает возможность опосредованно познать реальный объект или явление на основании изучения соответствующей мысленной модели. Численная оценка вращения космических объектов с учетом реальной дифференциальной плотности (градиента плотности) среды, в которой они перемещаются, – предмет отдельного исследования.

Список литературы

1. Коперник Н. // О вращении небесных сфер. Изд. «Наука», 1964. – 653 с. (Nicolai Copernici torinensis De revolutionibus orbium coelestium. Facsim. de l'éd. de: Norimbergae, J. Petreium, 1543). (Bruxelles, Culture et civilisation, 1966).

2. Dewey B.Larson // Nothing but motion: The Structure of the Physical Universe, vol. I.; North Pacific Publishers, Oregon, 1979.

3. Bart P. Wakker, Philipp Richter // Our Growing, Breathing Galaxy // *Mysteries of the Milky Way* - Scientific American Online - 2004 № 15. – P. 8-17.
4. Шустов Б.М. // Скрытая масса. Что это такое? «Наука в России», 2014, № 3. – С. 54-60. ISSN 0869-7078. (Shustov B.M. // Hidden mass. What is it? «Science in Russia», 2014, № 3. - P. 54-60. ISSN 0869-7078. (in Russian)).
5. George F. Smoot III // Cosmic Microwave Background Radiation Anisotropies: their Discovery and Utilization // Nobel Lecture, December 8, 2006. – P. 113-166.
6. Бронштэн В.А. Планеты и их наблюдение // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. 1979. – 240 с.
7. Горячева И.Г. // Механика фрикционного взаимодействия. – М.: Наука, 2001. – 478 с. ISBN 5-02-002567-4. (Goryacheva I.G. // Mechanics of friction interaction. - Moscow: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (in Russian)).
8. J.-L. Tassoul, Theory of rotating stars (Princeton Series in Astrophysics, Princeton, University Press, New Jersey 1978) (Тассуль Ж.-Л. Теория вращающихся звезд // Пер. с англ. – М.: Мир, 1982, 472 с.).
9. Jorgen Christensen-Dalsgaard, Living Reviews in Solar Physics, 2021, 18, Article number: 2.
10. Chang CK., Lin HW., Ip WH. et al. Asteroid spin-rate studies using large sky-field surveys. *Geosci. Lett.* 4, 17 (2017) (Chang CK., Lin, HW., Ip WH. и др. Исследования скорости вращения астероидов с использованием крупномасштабных съемок в небе. *Geosci. Lett.* 4, 17 (2017).
11. Туманности. Физика космоса: Маленькая энциклопедия // Под ред. Р.А. Сюняева. – 2-е изд. – М.: Советская Энциклопедия, 1986.
12. Яловенко С.Н. Черный предел. Часть 14.3. Природа физических явлений. Инвариант. Скорость гравитации // *Фундаментальные проблемы естествознания и техники. Серия: Проблемы исследования Вселенной. Международный Клуб Ученых.* 2016. т. 37. № 4. С. 373-386.

© В.А. Буланин, 2022

THE REASON FOR THE CONTINUOUS ROTATION OF SPACE OBJECTS

Bulanin Vladimir Anatolyevich

Abstract: The article considers the rotation of space objects moving in the Universe – galaxies, star systems, planets, satellites, asteroids. Due to the fact that space is filled with cosmic dust, gases, and free electrons, due to the friction forces they create on the surface of space objects, their rotation should have stopped over time. However, the rotation continues, therefore, there is some kind of mechanism supporting it. The answer is simple. Objects move in an interplanetary and interstellar gas-dust medium with a gradient of its density relative to stars and galaxy centers, similar to how the density of the Earth's atmosphere changes when moving away from its surface. The continuous rotation of space objects moving in a gas-dust medium is supported by the action of the differential force of frontal (frontal) resistance counteracting the friction forces that slow down the rotation of objects in this medium.

Key words: galaxy, solar system, earth, planet, satellite, asteroid, rotation, drag, gravity.

1. INTRODUCTION

Copernicus first wrote about the rotation of the Earth around its axis in his 1543 treatise «On the rotation of the celestial spheres» [1]. But the exact answer to the question of why this is happening has not yet been found. Many hypotheses have been put forward, but scientists have not yet come to a consensus. According to the most famous of the hypotheses related to the theory of the origin of the planets of the Solar system, the Earth was formed from clouds of cosmic dust, which «huddled together» and formed the core or center of the Earth. Further, other cosmic bodies were attracted to it, upon collision with which the planet began to rotate and the rotation continues by inertia. There is another point of view. Imagine

a solar system that is still very young, and its interplanetary space is filled with gas and dust. Planets or protoplanets forming in such a system would slow down due to friction, and their orbit would gradually approach the Sun, and eventually they could fall into the Sun due to the combined effect of friction and gravity. **However, science does not provide a complete and exhaustive explanation for the continuous rotation of space objects.**

A Galaxy is a gravitationally bound system of stars and star clusters, a gas-dust medium, and dark matter. All components of the universe, including the objects of the Milky Way Galaxy, are in constant motion (in different directions and at different speeds) caused by gravitational forces with a changing gravitational potential in space. Dewey B. Larson, who made a great contribution to the development of space science, in his book «Nothing but Motion: The Structure of the Physical Universe, Volume I» [2], noted that the Universe is not just a space-time structure of matter, as is commonly believed in traditional science. He discovered that the universe is Motion, in which space and time are just two interdependent and non-existent aspects of motion, and have no other meaning.

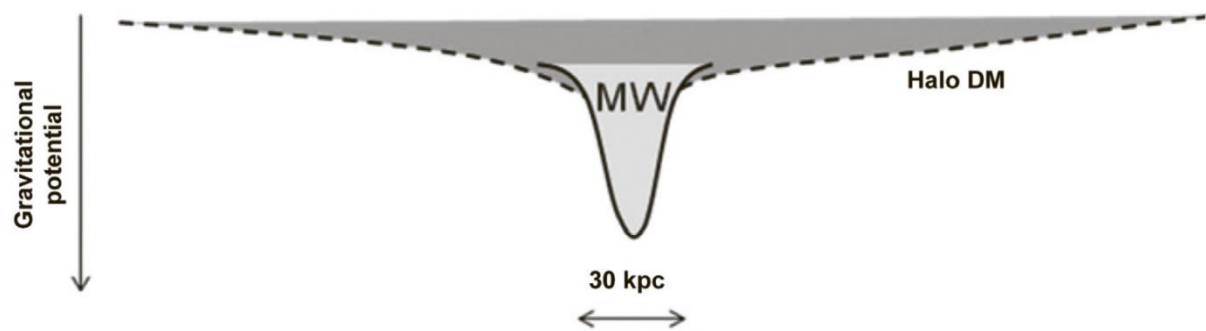
And all he did was to identify the properties that space and time must necessarily possess in the universe, entirely manifested from motion, and expressed them in the form of a series of postulates. **But Dewey B. Larson did not explain the reason for the rotation of planets, stars, galaxies during their movement in the Universe.**

2. THE GRAVITATIONAL POTENTIAL OF THE GALAXY

The motion of space objects in the composition of, for example, the Galaxy and their continuous rotation is directly related to gravity (gravitational potential) - the universal fundamental interaction between all material bodies of the gravitationally bound system of the Universe, consisting of galaxies, star clusters, planets, satellites, asteroids, interstellar and interplanetary gas and dust.

An example of the presence of a gravitational potential is the Earth's atmosphere - the density of gases that make up the atmosphere changes (decreases) with distance from the Earth's surface. The density of gas-dust formations, various

kinds of matter relative to, for example, the plane of symmetry of the galactic disk and the centers of the spiral arms of the Galaxy also changes. As in the atmospheres of planets, the interstellar medium is densest «at the bottom» (for example, in the plane of the galactic disk) and as you move away from it, the density decreases [3]. An example of the distribution of the gravitational potential in the Galaxy is shown in Fig. 1 [3, Fig. 5].



Rice. 1. Distribution of the gravitational potential in the Milky Way Galaxy

The component due to the baryonic matter of the Galaxy is designated MW (Milky Way), and the component due to dark matter (matter) is designated «Halo DM» (Halo TM). The scale of the size of the Galaxy is 30 kiloparsecs, the size of the dark halo is about ten times larger. That is why, despite the lower density in the center, the total mass of Halo TM exceeds the mass of the Galaxy many times [4].

The fact of the movement of objects in outer space is confirmed not only by astronomical observations, but also by calculations of the speed and direction of their movement. George F. Smoot III, in his Nobel lecture on December 8, 2006, said: «The current best observed dipole (3.358 ± 0.017 mK) indicates that the Solar System is moving at a speed of 368 ± 2 km/s relative to the observable Universe in the direction of galactic longitude $l = 263.86^\circ$ and latitude $b = 48.25^\circ$ » [5]. The forces of gravity between the Sun and the planets, as well as between the planets and their satellites, are balanced by centrifugal forces.

3. ROTATION OF SPACE OBJECTS WHEN THEY MOVE

The laws of physics (mechanics) act in the same way - both on Earth and in Space. Let's start by looking at the simplest examples, for example, the rotation of the wheel due to the resistance force.

In Fig. 2a shows how the resistance force depends on the material of the rubbing surfaces and how these surfaces interact.

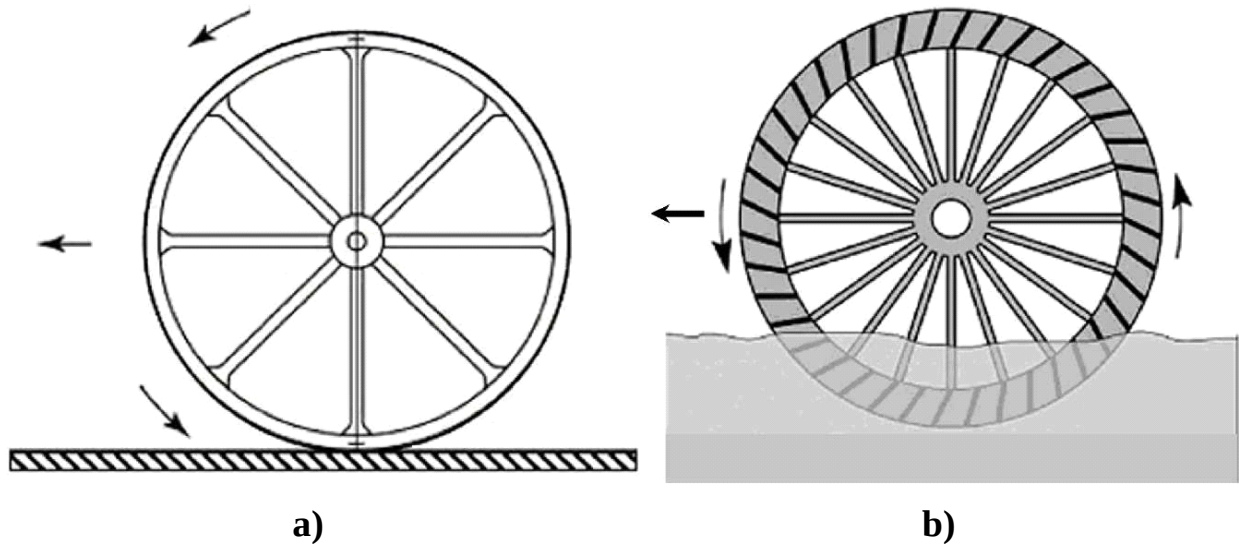
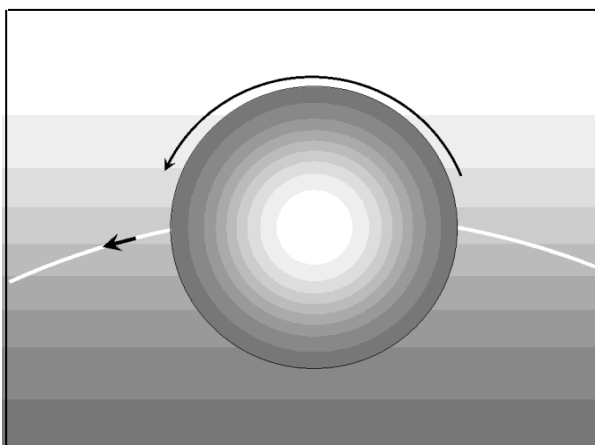


Fig. 2. Rotation of the wheel due to the friction force when moving on a solid surface (a) and the differential drag force: air (above the water level) and water (at the bottom of the wheel) (b)

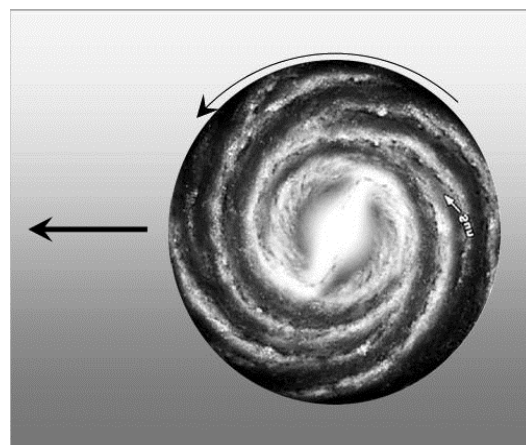
When a force is applied to the wheel that moves it in a horizontal direction, in this example to the left, the wheel begins to rotate counterclockwise due to the frictional force. In Fig. Figure 2b shows a partially submerged wheel that rotates when driving due to the resulting differential drag force: air (above the water level) and water (at the bottom of the wheel).

Similarly, space objects interact with the interplanetary and interstellar gas-dust media.

In Fig. Figure 3 shows the nature of the interaction of the planet (3a) and the galactic disk (3b) with a gas-dust medium of variable density (density gradient) in which their movement occurs.



a)



b)

Fig. 3. Interaction of a planet (a) and a galactic disk (b) with an inhomogeneous (changing) density (density gradient) of a gas and dust medium in a plane perpendicular to the direction of motion of these space objects

The lower hemispheres, respectively, of the ball and the galactic disk are subject to greater drag forces due to the greater density of the gas-dust environment washing them than their upper hemispheres.

A comparison of the objects in Figures 2b and 3a confirms the unity of the nature of their rotation, both on Earth and in Space, when the density (density gradient) of the environment in which they move changes: at the bottom of the rotating object a denser medium is shown, and in the upper part - a medium with a lower density.

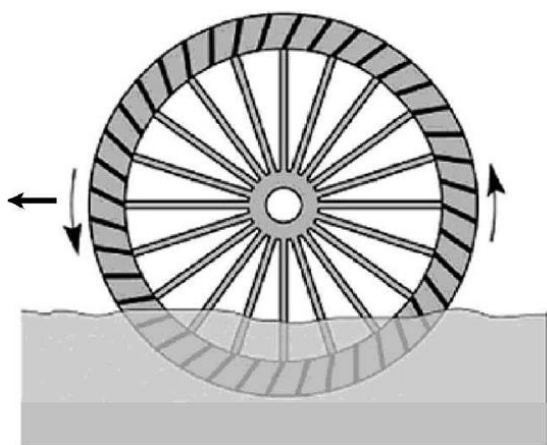


Fig. 2b. Rotation of a wheel partially submerged in water moving in the direction of the arrow to the left

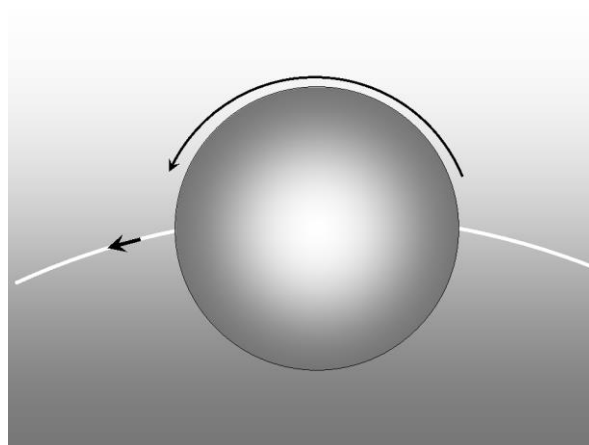


Fig 3a. Rotation of a planet moving to the left along its orbit in a gas and dust medium with its density gradient relative to the star

In Fig. 4 shows how the resulting force of frontal (frontal) drag ΔF ensures the maintenance of the rotation of the space object when moving in a gas-dust medium that creates its braking.

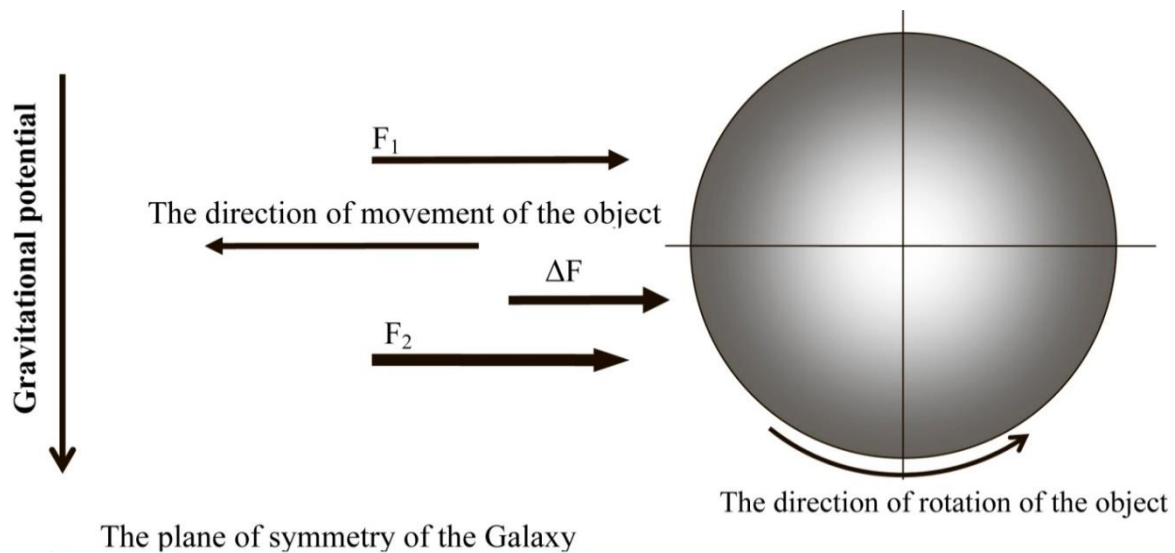


Fig. 4. Influence of the resultant drag force of the gas-dust medium on the rotation of a space object during its motion.

F1 – the resulting drag force of the upper hemisphere;

F2 – the resulting drag force of the lower hemisphere;

$\Delta F = F_2 - F_1$ is the resulting drag force of the gas and dust medium acting on a spherical space object and maintaining its rotation.

Consequently, together, friction and the differential (resultant) force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium acting on space objects moving in it are the main reason for maintaining their continuous rotation.

When moving in the Galaxy, a specific star system interacts with a specific (local) interstellar matter surrounding it. An example is our star system formed about 5 billion years ago with the Sun (Solar System) with planets, satellites and asteroids continuously rotating around their axes and in orbits.

Due to the heterogeneity of the gas-dust medium in the Galaxy, in the star system there is an oscillation of the angular velocity of rotation (libration), for example, of the Earth, the Moon.

Next, consider the very fact (mechanism) of rotation of a cosmic object.

A special role in the study of the mechanics of the rotation of planets and stars was played by the **Foucault pendulum**, a pendulum used to experimentally demonstrate the daily rotation of the Earth. The presence of diurnal rotation is responsible for the gradual rotation of the plane of oscillations of the pendulum.

For the first time the effect was demonstrated by L. Foucault (1851), and now in the world there are operating Foucault pendulums used for demonstration purposes.

When the Foucault pendulum moves at the poles of the Earth, the plane of its swing relative to the stars turns out to be stationary, which also became an obvious evidence of the immobility of the Earth's core. Consequently, the cores of planets and stars, as well as the Foucault pendulum at the poles, are stationary relative to the center of the Galaxy. **It follows that only their shells (mantle, crust, atmosphere) are subject to continuous rotation due to the external influence on the corresponding object of the gas-dust medium, which has a density gradient.**

Confirmation of the immobility of the core of the object is, for example, the slow rotation of Venus (one revolution in 243 Earth days around its own axis relative to the stars), as well as the differential rotation of the shell of the Sun.

Thus, from the standpoint of the laws of physics (mechanics), the rotation of space objects (their outer shells) occurs under two conditions:

- 1) the object moves (is in motion) in outer space;
- 2) motion occurs in a gas-dust medium with a density gradient, variable (differential) density, in a plane perpendicular to the direction of motion of the object.

Proceeding from these conditions, the true reason for the continuous rotation of the Earth, the planets of the Solar System, the Sun and other space objects is the interaction of two forces:

- the frictional force of the gas-dust medium on the surface of the object, which inhibits the rotation of objects;

– the resulting differential force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium with the actual gradient of its density in a plane perpendicular to the direction of motion of the object, ensuring the maintenance of the rotation of objects.

4. FACTORS MUTUALLY INFLUENCING THE ROTATION OF OBJECTS

The speed and direction of rotation of a moving space object depends not only on the gravitational potential of the surrounding space acting on it, but also on the totality of the following factors interacting:

- the composition and density of the interplanetary medium in the orbit of each object (planets, asteroids);
- the gradient of the density of this medium (relative to the Sun, star) in a plane perpendicular to the direction of motion of each of the planets in orbit;
- the composition, density and density gradient of the interstellar medium in the orbit of the Sun (star) relative to the center of the Galaxy;
- properties of the atmosphere and shells of planets (for example, on Venus, the interplanetary medium interacts with its dense atmosphere, and not with the solid shell of the planet);
- properties of the mantle of the planets (temperature, density, viscosity);
- the size, mass and shape of objects.

Currently, for the above factors, there are no specific data in the scientific community relating to the orbit of each individual space object, and therefore it is almost impossible to provide specific numerical estimates of its rotation. There are only average values of the density of the interstellar gas-dust medium. There is no information on the main indicator to explain the reason for the rotation of objects, on the density gradient in the orbit of the object.

5. FRONTAL (FRONTAL) RESISTANCE WHEN MOVING OBJECTS

When moving in liquids and gases, objects (bodies) overcome the force of frontal (frontal) resistance. In the presence of a density gradient of liquids and gases, their drag is differential, supporting the rotation of moving objects (bodies). Drag consists of two types of forces: tangential friction forces directed along the

surface of the body, and pressure forces directed normally to the surface (Wikipedia: Drag, aerodynamics).

Friction is the mechanics of frictional interaction (tribomechanics) [7]. The frictional force is a force that occurs when two bodies come into contact and prevents their relative motion, and the cause of friction is the roughness of the rubbing surfaces of the bodies and the interaction of the molecules of these surfaces.

The force of pressure (resistance) directed against the movement of the object is proportional to the characteristic frontal area of the moving object and the high-speed head of the gas-dust medium (GOST 20058-80 «Dynamics of aircraft in the atmosphere», paragraph 89. Drag coefficient):

$$X_a = c_{xa} S q = c_{xa} S \frac{\rho V^2}{2},$$

where: $q = \frac{\rho V^2}{2}$ – high-speed pressure of gas-dust medium;

ρ – the density of the gas-dust medium, changing in a plane perpendicular to the direction of motion of the space object;

V – the speed of movement of the object in a gas-dust medium;

c_{xa} – dimensionless drag coefficient.

Cosmic objects in their movement rotate, overcoming the frictional forces of the gas-dust medium by differential frontal (frontal) resistance with a gradient of its density both relative to the plane of symmetry of the Galaxy and the distance from the corresponding star, for example, from the Sun. Due to the fact that the interplanetary gas-dust medium is heterogeneous in its density and, as a result, the gradient of its plateau in the orbits of space objects periodically changes the speed of their rotation, that is, libration takes place.

6. ROTATION OF THE PLANETS OF THE SOLAR SYSTEM

When moving in the Galaxy, a specific star system interacts with a specific (local) interstellar matter surrounding it. An example is our star system formed about 5 billion years ago with the Sun (Solar System) with planets, satellites and asteroids continuously rotating around their axes and in orbits. Due to the

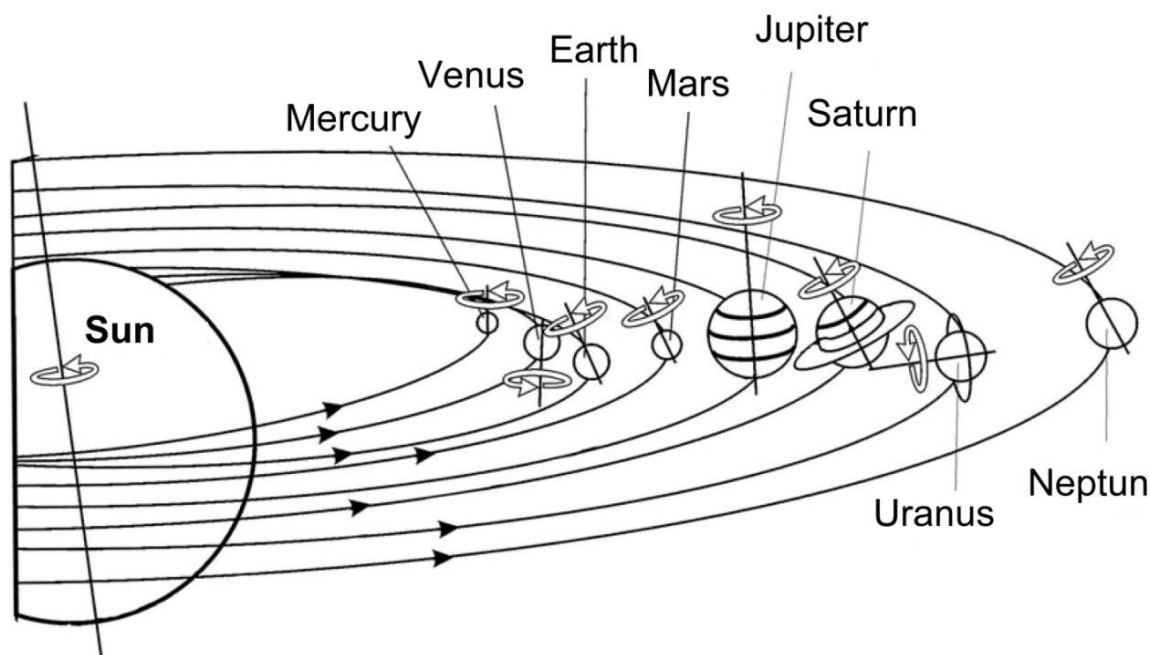
heterogeneity of the gas-dust medium in the Galaxy, for example, libration (oscillation of the angular velocity of rotation) of the Earth takes place.

The main characteristics of the planets rotating in the solar system are presented in Table 1.

Table 1

Planet name	Orbit radius, 106 km	Diameter, 103 km	The inclination of the orbit towards the ecliptic, hail	Tilt of the axis to the Ecliptic, hail	Orbital period, in earth days	The period of rotation around the axis, hour
Mercury	57.9	4.9	-7	90.0	88	1408
Venus	108.2	12.1	-3.4	87.4	225	5833
Earth	149.6	12.8	0	66.5	365	23.9
Mars	227.9	6.7	1.9	64.8	687	24.6
Jupiter	778.4	143.8	1.3	87.0	4331	9.9
Saturn	1427	120.4	2.5	64.7	10 747	10.7
Uranus	2872	51.3	0.8	8.0	30 589	17.2
Neptune	4498	49.5	1.8	60.4	59 800	16.1

The axes of rotation of the Sun and the planets have an inclination to the Ecliptic (the plane of the Earth's orbit), and their rotation, both in orbits and around their own axis, occurs, as a rule, counterclockwise, when viewed from the north pole (Fig. 5).



**Fig. 5. Rotation of the Sun and planets relative to the plane
of the Earth's orbit, the Ecliptic**

The corona of the Sun is the outer part of its atmosphere, the most rarefied, hottest and close to us, it extends far from the Sun in the form of a constantly moving stream of plasma from it – the solar wind. Near the Earth, its speed averages 400-500 km / s, but sometimes reaches almost 1000 km / s. Spreading beyond the orbits of Jupiter and Saturn, the solar wind forms a heliosphere bordering on an even more rarefied interstellar medium.

The relatively long period of rotation of the planet Mercury around the axis can, for example, be explained by its small diameter and, as a consequence, by a smaller effect on its crust of the differential force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium in its orbit counteracting the forces of friction that inhibit the rotation of the planet in this environment. At the same time, the instability of the density gradient of the gas-dust medium in orbits, as well as the periodically changing mutual arrangement of objects, is one of the reasons for the libration of both Mercury and other space objects.

The slow rotation (a long period of rotation, a relatively low speed) of the hard shell of Venus around its axis is due to the fact that the differential drag of the interplanetary gas-dust medium in its orbit acts not on the solid surface (crust, shell), but on the atmosphere of the planet at a pressure of about 93 bar. At the same time, the speed of the atmosphere is about 60 times higher than the speed of rotation of the shell of Venus around its axis (243 days).

Neptune is farther from the Sun than Uranus, so it is more affected by the gravitational potential of the Galaxy (and not the Sun).

As for the Moon (Fig. 6), it makes one revolution around its axis at the same revolution around the Earth. Hence, there is a reason for this stability. Obviously, it lies in the fact that the density of the core of the Moon is greater than the density of the crust and mantle, so its core relative to the center of the Moon is shifted towards the Earth, allowing the Moon to remain with this part constantly facing the Earth. At the same time, the Moon, like other space objects, is also subject to libration.

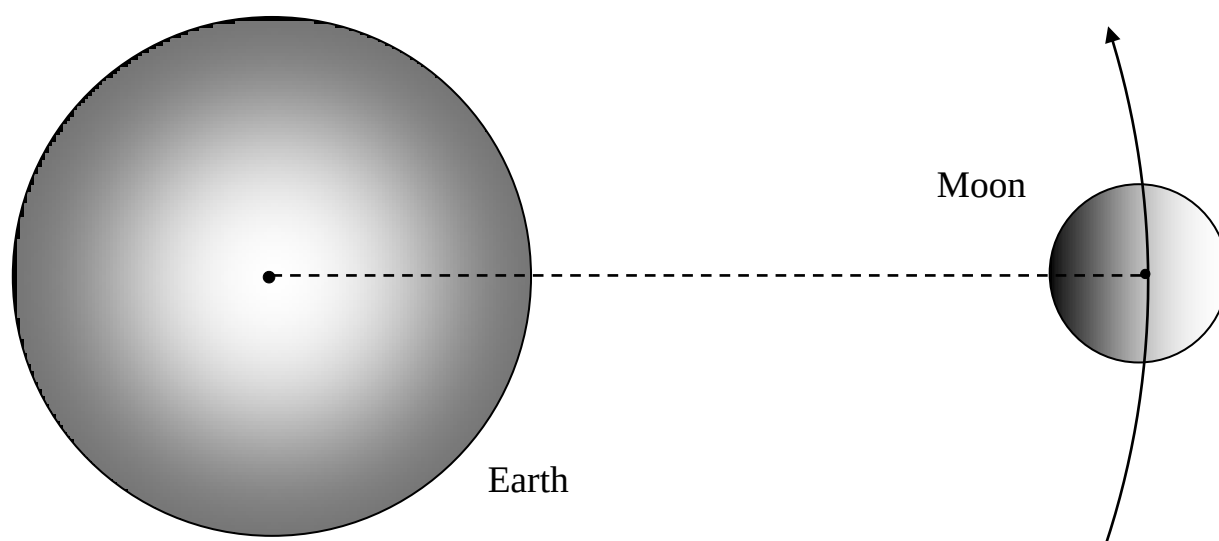


Fig. 6. Rotation of the Moon around the Earth

Despite these differences, space objects in motion and their groups (planets, star systems, galaxies) have acquired a certain regularity in their motion, for example, rotation around their axis and in circumstellar orbits - the action of the force of differential drag of a gas-dust medium with a changing density (density gradient) in a plane perpendicular to the direction of motion of the corresponding objects.

Consider the nature of the rotation of the Sun and the planets of the Solar System relative to the plane of symmetry of the Galaxy. Within the Galaxy, the density of the gas-dust medium depends both on the cluster of star systems and on the formation of spiral arms, which are regions of increased density. As you move away from the plane of the Galaxy, the average density of interstellar gas decreases.

In Fig. 7 and 8 show the solar system in a gas-dust medium with a varying average density (density gradient) relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

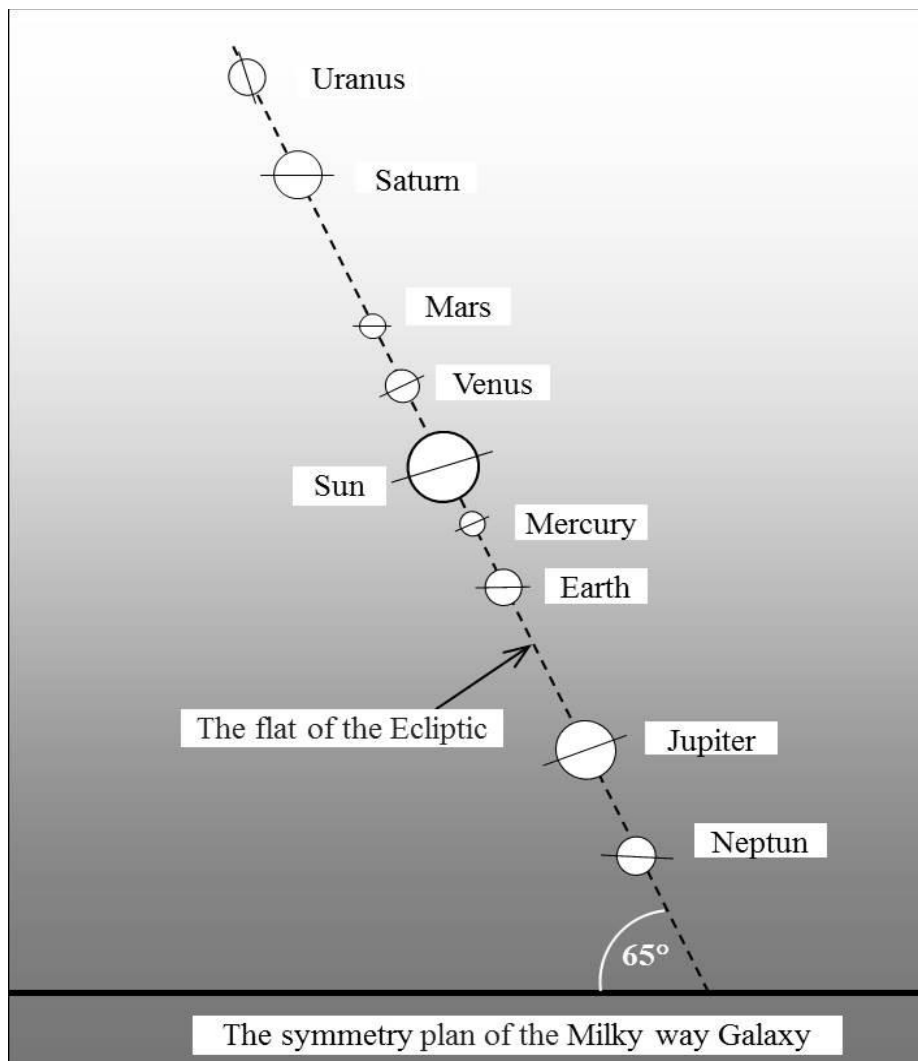
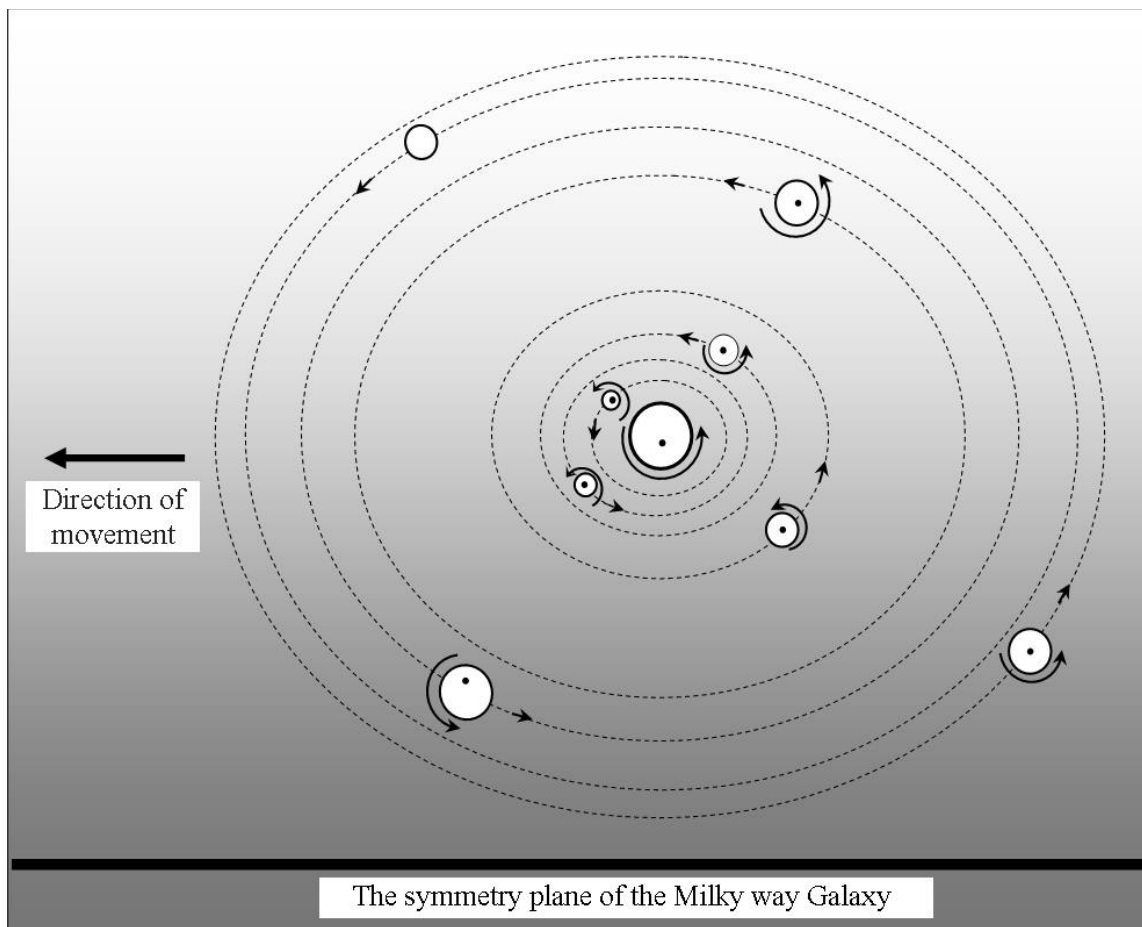


Fig. 7. The inclination of the Ecliptic to the axis of symmetry of the Galaxy

It is noteworthy that the axes of rotation of the Sun and the planets around their own axis are parallel to the plane of symmetry of the Galaxy (or close to it), and the density of the gas-dust medium decreases with a distance from it [4, Fig. 5].

In Fig. 8 shows a view of the Solar System from the Side of the North Star. The dots indicate the north poles of the Sun and the planets. The gravitational potential and, as a consequence, the density of the gas-dust medium of the Galaxy decreases as it moves away from the axis of symmetry of its plane.



**Fig. 8. Rotation of the Sun and planets in the plane of the Ecliptic
(view from the North Star)**

When the Solar System moves in the direction indicated by the arrow, the Sun and the planets rotate counterclockwise around their axis. The planets of the solar system rotate counterclockwise and in their own orbits. The reason for their rotation both in orbits and around their own axis is to overcome the drag forces of the gas-dust environment of the Galaxy, the density of which varies in a plane perpendicular to the direction of motion of the Solar System.

Let's turn to other known facts related to rotation in the solar system. Within the framework of classical mechanics, the gravitational interaction between two material points of mass M and m is described by Newton's law of universal gravitation:

$$F = GMm / R^2,$$

where: G – the gravitational constant equal to $G = 6.674184 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$;

R – the radius of the planet's orbit.

The gravitational force between the Sun and the planet is $F_1 = GM_S m/R^2$, and the centrifugal force acting on the planet is $F_2 = mV^2/R$.

The planets are kept in orbit around the Sun due to the balanced gravitational (F_1) and centrifugal (F_2) forces ($F = F_1 = F_2$):

$$F = GM_S m / R^2 = m V^2 / R,$$

where: – mass of the Sun: $M_S = 1.9885 \times 10^{30} \text{ kg}$;

– heliocentric gravitational constant: $GM_S = 132\,712 \cdot 10^{15} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$.

The value of the heliocentric gravitational constant GM_S is confirmed by the calculation of the individual parameters of each of the planets of the solar system, presented in table 2.

Table 2

Planets	Orbit radius R , 10^6 km	Orbital velocity V , km/s	Heliocentric gravitational constant $GM_S = RV^2 \cdot 10^{15} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Mercury	57.909	47.87	132 701
Venus	108.209	35.02	132 708
Earth	149.598	29.793	132 787
Mars	227.937	24.13	132 718
Jupiter	778.412	13.06	132 769
Saturn	1 426.73	9.66	133 136
Uranus	2 871.97	6.8	132 800
Neptune	4 498.26	5.44	133 120
Pluto	5 906.36	4.74	132 702

A similar confirmation was obtained for the Earth's geocentric gravitational constant: $GM_E = 398,600 \text{ km}^3/\text{s}^2$ (Table 3).

Table 3

Earth satellites	Satellite orbit radius R , km	Orbital velocity V , km/s	Geocentric gravitational constant $GM_E = RV^2$, km^3/s^2
Moon	384 467	1.02	400 000
Geostationary satellite	42 242	3.07	398 127
ISS	6 772	7.672	398 597

The above regularities generally point to a single mechanism supporting the rotation of the Sun and planets.

These patterns generally indicate a single mechanism that supports the rotation of the Sun and the planets.

Among the existing unsolved questions in science are the features of the rotation of Venus - unlike other planets, it rotates around its axis in the opposite direction.

7. REASON FOR THE REVERSE ROTATION OF VENUS

Why does Venus rotate in the opposite (retrograde) direction, counterclockwise? This question has worried scientists for more than a decade. So far, however, no one has been able to answer it.

There have been many hypotheses, but none of them have yet been confirmed. The peculiarity of Venus is that over its equator at an altitude of 65–70 km the wind constantly dominates with a speed of 100 m/s in the direction of rotation of the shell (crust) of the planet. That is, there is a superrotation (super-rotation) of the atmosphere of Venus - this is the rotation of atmospheric layers at a speed exceeding the speed of rotation of the planet itself.

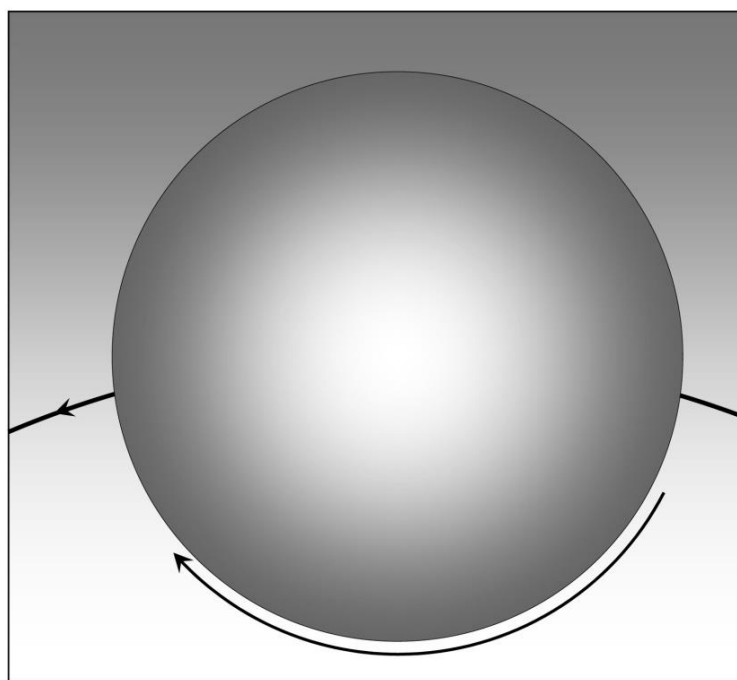
The higher the pressure of the atmosphere on the surface of a space object, the greater its interaction with the interstellar and interplanetary gas-dust medium and the less interaction of the gas-dust medium in the orbit of the object with its crust.

Radar observations conducted in the USSR, the USA and England since 1961 made it possible to determine the rotation period of the planet Venus [7]. It turned out to be the largest in the solar system: 243.16 days with the reverse (retrograde) direction of rotation. The orbital period of Venus is 225 days.

From the standpoint of the laws of mechanics, the drag force acting on a moving object depends on the density of the oncoming flow of the gas medium, and the rotation of the object depends on the gradient of the density of this medium. In order to understand why the planet carries out the opposite (retrograde - clockwise) rotation around its axis, it is necessary to determine the regularity of the density gradient of the medium in the solar system.

The fact that the rotation of Venus and Earth around their axes are multidirectional suggests that the density gradient at the boundary between the orbits of these planets reverses sign. That is, the density of the interplanetary medium from the Sun to this boundary increases, and then, obviously, decreases, as a result of which the rotation of the Earth around its axis is counterclockwise (Fig. 3a). The low density of the interplanetary medium near the Sun and, as a consequence, the corresponding direction of the density gradient can be explained by the impact on it of powerful solar radiation and the properties of the solar atmosphere.

Let us analyze this question in more detail by presenting a diagram of the motion of Venus in its orbit with a characteristic gradient of the density of the interstellar medium relative to the axis of symmetry of the plane of the Galaxy and the interplanetary medium around the Sun (Fig. 9) explaining its rotation around the Sun counterclockwise.



**Fig. 9. Rotation of Venus in an orbit around the Sun counterclockwise
and around its axis clockwise**

Choose at the intersection of the equator of Venus (Fig. 10), for example, position 1 with a meridian of 0 (the point to observe (marked with arrows) at the moment of the highest position of the Sun above the horizon.

When moving in orbit around the Sun, the planet Venus consistently (from position 1 to position 2 - 10) orbits the sidereal period equal to 243 Earth days.

Sequential 1-5 and 5-9 movement of the planet in orbit (the direction of rotation of the planet is shown by spiral hands - in the direction of the clockwise hand) - the solar day of Venus lasting 116.8 two Earth days.

The analysis confirms the spread to Venus of the general pattern of rotation of the planets - rotation around its axis due to the action of differential forces of the drag of the interplanetary medium with the corresponding direction of the gradient of its density.

Thus, the reason for the retrograde direction of Venus' rotation around its axis is not the features of this planet, but the opposite (in comparison with the Earth, Mars and other planets) direction of the gradient of the density of the interplanetary medium in its orbit.

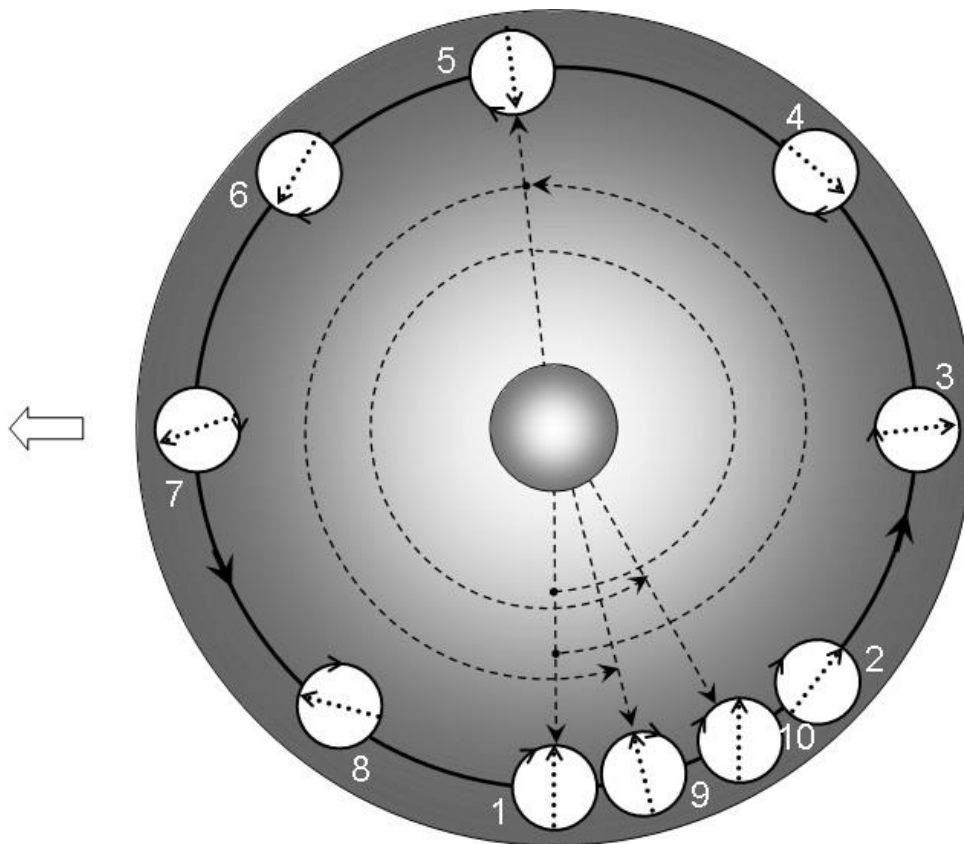


Fig. 10. Rotation of Venus in an orbit around the Sun during the movement of the solar system in the interstellar medium

Figure 10 shows:

- Sidereal period of revolution (sequential movement around the Sun in orbit 1 - 8 with a return to position 1 - 224.7 Earth days;
- Sequential 1-5 and 5-9 movement of the planet in orbit - the solar day of Venus lasting 116.8 two Earth days;
- The movement of the planet 1-10 - the period of rotation around its axis equal to 243 Earth days;
- The direction of rotation of the planet is shown in spiral hands - in the direction of the clockwise direction);
- A white arrow shows the direction of motion of the Solar System (to the left) in the interstellar medium with a density gradient relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

8. ROTATION OF THE SUN

Let us consider in more detail the features of the mechanism of rotation of the Sun. If the author determined the mechanism of their rotation relative to the planets of the Solar System, then there were no versions of the causes (mechanism) of the rotation of the Sun itself. There are only observational facts that can be taken as a basis for explaining the reason for the rotation of the Sun. From observations of sunspots, it has long been known that the surface (shell) of the Sun is not a solid body. The book of the Canadian astrophysicist Professor of the University of Montreal J L. Tassul [8] summarizes the results of the long-term development of the theory of the rotation of stars. It is established that the rotation period of the visible outer shell of the Sun varies differentially depending on the heliocentric latitude - the rotation period is minimal at the equator and gradually increases towards the poles. The average rotation period at the solar equator is 25 days. From observations of long-lived sunspots made in Greenwich during 1878-1944, Newton G.W. and Nunn M.L. derived the following formula for daily displacement ((φ):

$$\xi(^{\circ} / \text{cym}) = 14.38^{\circ} - 2.77^{\circ} \sin^2 \varphi.$$

Based on this dependence, the author of the article builds a graph of the differential rotation of the surface (shell) of the Sun (Fig. 11). From the graph it can be seen that the maximum rotation speed of the shell (14.38 °/day) falls on the equatorial part of the Sun (the relative diameter of the parallel is 1.0) due to the greatest rotational torque of the forces created by the resulting force of the drag drag of the gas-dust medium during the movement of the Solar System in the Galaxy. At the same time, the core of the Sun, as well as the cores of the planets, does not rotate. The drag forces of the gas-dust medium weaken with a decrease in the diameter of the parallels, but the total force leading the shell of the Sun into rotation increases accordingly.

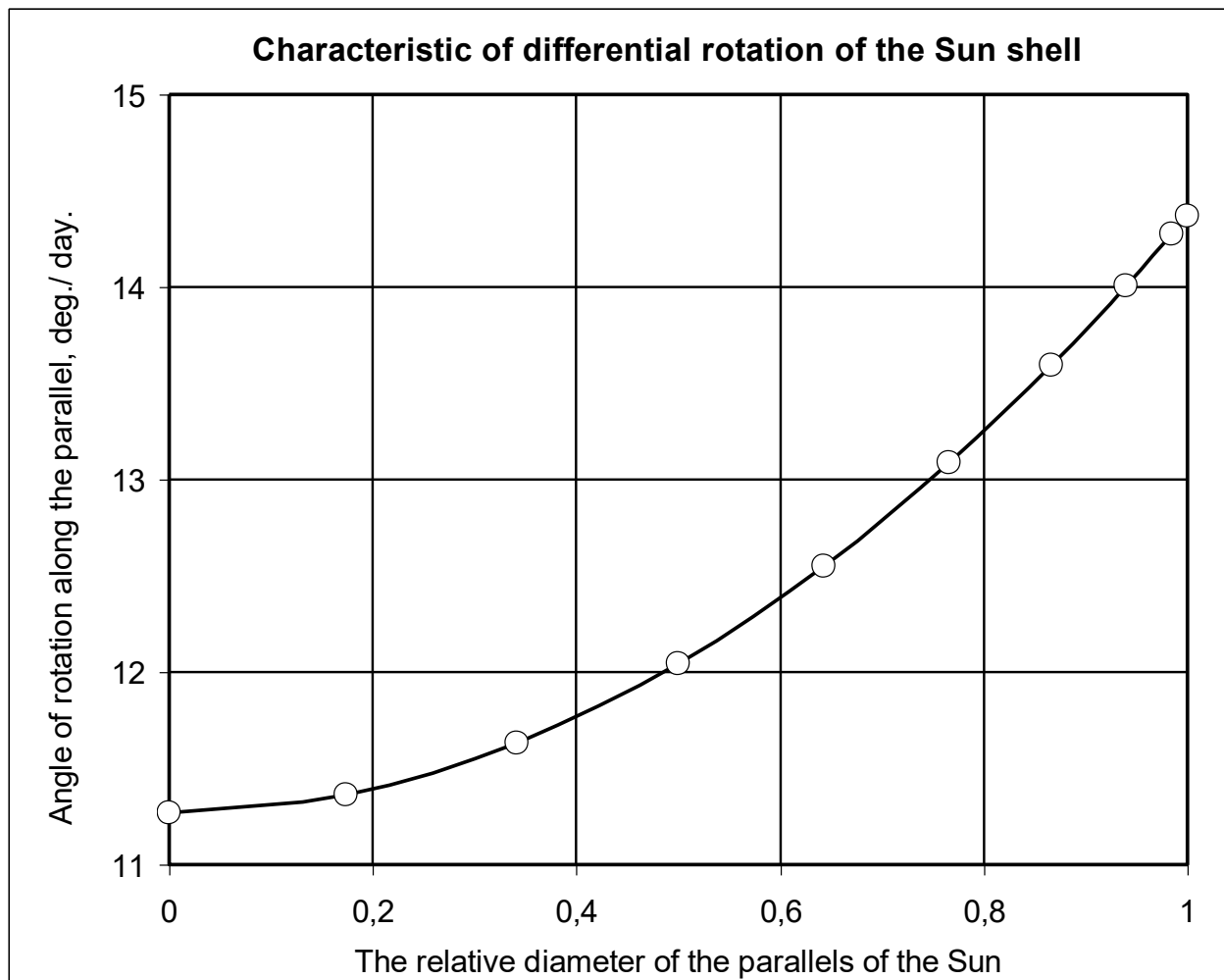


Fig. 11. Characteristic of the differential rotation of the solar envelope

As for the helioseismological studies of the Sun, their results remain doubtful [9] – «The physical conditions of matter on the Sun are relatively mild, and the deviations from the ideal gas equation of state are modest, though still large enough to be investigated using helioseismology. Thus, it may not be unreasonable to hope that even our simple models can provide a reasonable idea of the properties of the solar interior, and this really seemed as discussed in section 5.1.2, at least until the revision of solar abundance (see section 6.2). However, such complacency is clearly naïve, given the potential of the solar interior for complexities far beyond our simple models. As discussed in section 5.1.4, the origin of the current internal rotation of the Sun is not clear... In addition, it should be borne in mind that even relatively successful models, such as model S, show a very significant departure from helioseismic conclusions (see Fig. 39). However, it is possible that the consequences for solar models of the revision of solar composition served as a wake-up call for a revision of the fundamentals of solar modeling.»

In connection with the foregoing, it is preferable to explain the immobility of the (non-rotating) core of the Sun by the stability of the position of the Foucault pendulum.

The forces of the frontal (frontal) resistance of the interplanetary medium with the corresponding gradient of its density similarly support the rotation of the planets of the solar system. There is no other explanation for the rotation of the Sun and the planets of the Solar System. If there is another reason (another mechanism of rotation), then why over billions of years, for example, the differential angle of rotation of all parts of the shell of the Sun has not become equal, the same.

9. ROTATION OF ASTEROIDS

Asteroids of the Solar System are celestial bodies orbiting the Sun with a diameter exceeding 30 meters, which have an irregular shape and do not have an atmosphere. Smaller bodies are classified as meteoroids. Of the approximately one million known asteroids, the largest number is located between the orbits of Mars and Jupiter, in the main asteroid belt. The total mass of all asteroids taken together is less than the mass of the Earth's Moon. It is believed that asteroids with a

diameter of $D > 15$ km have the structure of a «pile of debris», in which asteroids are gravitationally bound clusters without a supposed internal coupling. Consequently, an asteroid from a pile of debris cannot rotate too fast, otherwise the centrifugal force would overcome gravity, which would lead to the disintegration of the asteroid.

The rotation of asteroids, like planets (except Venus) and comets of the solar system, occurs in one direction - counterclockwise, when viewed from the north pole of the world [10], which is also a confirmation of the reason for the continuous rotation of cosmic objects revealed by the author.

From the collected rotation periods, it was found that the rotation rate limit of C-type asteroids (dark carbonaceous objects, the most common class of asteroids), which have a lower bulk density, is lower than for S-type asteroids (a class of asteroids that include objects with a silicon (rocky) composition). This result is consistent with the overall picture of asteroids similar to piles of debris (i.e. lower bulk density – lower rotational speed limit).

Moreover, the distribution of rotational velocities of asteroids the size of $3 < D < 1515$ km shows a steady decrease in frequency for $f > 5$ revolutions per day, regardless of location in the main belt.

10. CONCLUSION

The universe, infinite in time and space, consists of matter whose properties can be known. These are intergalactic gas, dust and gas clusters, galaxies, star clusters, and the interstellar medium (latent mass) that are in a mobile state [4]. Galaxies are giant gravitationally bound systems of stars and star clusters, interstellar gas, and dust. All this can be attributed to nebulae [11].

The constant rotation of a group of space objects, as a rule, in one direction – one of the main mysteries of modern science – is explained by the well-known laws of mechanics, in particular the mechanics of frictional interaction (tribomechanics) with interplanetary and interstellar media.

The determining factor in the rotation of space objects is the gradient of the density of the medium - the differential dependence (change) of the density of the

interstellar and interplanetary medium on the gravitational potential in the zone of their location. For example, the density of air on Earth decreases with altitude, the air becomes more dispersed. A similar pattern, for example, occurs in the Solar System [12].

Based on the laws of mechanics, the proposed approach gave a simple explanation: when space objects (planets, asteroids, the Sun, galaxies) move in an environment with varying density in a plane perpendicular to the direction of their motion, the resulting (differential) force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium acts, which supports the continuous rotation of these objects, that is, it balances the frictional force of the medium on the surface of the object, inhibiting its rotation.

The rotation of objects (satellites, planets, stars) in this article means the rotation of the atmosphere, crust, mantle of these objects, and not their cores, which are predominantly stationary relative to the center of the Galaxy due to their fixation by the comprehensive cumulative effect on them of electromagnetic waves emitted by other objects of the Universe. An exception may be some satellites of planets, for example, the Moon, asteroids that do not have molten cores.

THE RESULTS OF THE RESEARCH:

1. The cause and nature of the rotation of space objects are identified and substantiated. The continuous rotation of space objects is ensured by the influence of balancing forces on them:

- the frictional forces of the gas-dust medium on the surface of the object, which inhibits the rotation of the space object;**
- is the resulting differential drag forces of the gas-dust interstellar and interplanetary medium with variable (gradient) density in the corresponding orbit of motion, changing in a plane perpendicular to the direction of motion of the object.**

2. The direction of rotation of the Sun and the planets around the Sun depends on the direction of motion of the Solar System and the density

gradient of the interstellar medium relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

3. The direction of rotation of the planets of the Solar System around their axis depends on the gradient of the density of the interplanetary gas-dust medium in the orbit of each of the planets, mainly relative to the Sun.

4. Venus rotates in a retrograde, that is, in the opposite direction relative to other planets. Consequently, the density gradient of the gas-dust medium in the orbit of Venus also has the opposite meaning compared to the density gradient in the orbits of other planets.

5. The nature of the rotation of the planets and the Sun indicates that only their atmosphere, crust, shell and mantle rotate. The cores of satellites, planets, the Sun and other stars are stationary relative to the center of the Galaxy.

6. The forces of friction and differential drag of the gas-dust medium, which prevent the movement and rotation of space objects, depend on its properties in the orbit of the corresponding object.

7. The speed and direction of rotation of a moving space object depends not only on the gravitational potential of the surrounding space acting on it, but also on the totality of the following factors interacting:

- the composition, density and density gradient of the interplanetary medium in the orbit of each object (planet);
- properties of the atmosphere and shells of planets (for example, on Venus, the interplanetary medium interacts with its dense atmosphere, and not with the solid shell of the planet);
- properties of the mantle of the planets (temperature, density, viscosity); – the size, mass and shape of objects.

The author used the theoretical method of physical research, which makes it possible to indirectly know a real object or phenomenon on the basis of studying the corresponding mental model. A numerical assessment of the rotation of space objects, taking into account the real differential density (density gradient) of the environment in which they move, is the subject of a separate study.

References

1. Copernicus N. // On the rotation of celestial spheres. Ed. Nauka, 1964. – 653 p. (Nicolai Copernici torinensis De revolutionibus orbium coelestium. Fac-sim. de l'éd. de: Norimbergae, J. Petreium, 1543). (Bruxelles, Culture et civilisation, 1966).
2. Dewey B.Larson // Nothing but motion: The Structure of the Physical Universe, vol. I.; North Pacific Publishers, Oregon, 1979.
3. Bart P. Wakker, Philipp Richter // Our Growing, Breathing Galaxy // Mysteries of the Milky Way - Scientific American Online - 2004 № 15. – P. 8-17.
4. Shustov B.M. // Hidden mass. What's it? «Science in Russia», 2014, No 3. – S. 54-60. ISSN 0869-7078. (Shustov B.M. // Hidden mass. What is it? «Science in Russia», 2014, № 3. - P. 54-60. ISSN 0869-7078. (in Russian)).
5. George F. Smoot III // Cosmic Microwave Background Radiation Anisotropies: their Discovery and Utilization // Nobel Lecture, December 8, 2006. – P. 113-166.
6. Bronshten V.A. Planets and their observation // 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Nauka. 1979. – 240 p.
7. Goryacheva I.G. // Mechanics of frictional interaction. – M.: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (Goryacheva I.G. // Mechanics of friction interaction. - Moscow: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (in Russian)).
8. J.L. Tassoul, Theory of rotating stars (Princeton Series in Astrophysics, Princeton, University Press, New Jersey 1978) (Tassul J.-L. Theory of Rotating Stars // Trans. from English – Moscow: Mir, 1982, 472 p.).
9. Jorgen Christensen-Dalsgaard, Living Reviews in Solar Physics, 2021, 18, Article number: 2.
10. Chang CK., Lin HW., Ip WH. et al. Asteroid spin-rate studies using large sky-field surveys. Geosci. Lett. 4, 17 (2017). (Chang CK., Lin, HW., Ip WH b and others. Studies of the speed of rotation of asteroids using large-scale surveys in the sky. Geosci. Lett. 4, 17 (2017)).

11. Nebulae. Physics of Space: A Little Encyclopedia // Ed. by R.A. Sunyaeva. - 2nd ed. – M.: Sovetskaya Entsiklopediya, 1986.

12. Yalovenko S.N. Cherny trek. Part 14.3. The Nature of Physical Phenomena. Invariant. The speed of gravity // Fundamental problems of natural science and technology. Series: Problems of Exploration of the Universe. International Club of Scientists. 2016. t. 37. № 4. S. 373 386.

© V.A. Bulanin, 2022