

КРИТЕРИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФFUЗНЫХ ПЛАНЕТ Сахненко В.Г.



*Сахненко Виктор Григорьевич - старший научный сотрудник,
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, г. Одесса, Украина*

Аннотация: на основании известных классических физических законов выдвигается гипотеза формирования диффузных объектов звезд и планет диффузного типа. Устанавливается критерий формирования планет диффузного типа. Этот критерий подтверждается на примерах Солнца планет и их спутников.

Ключевые слова: центр галактики; Солнечная система; планеты; диффузные планеты; протопланетное газовое облако.

УДК 524

Цель статьи:

На основании законов классической механики показать природу образования диффузных планет в Солнечной системе, и предлагается качественная и количественная оценка этому явлению.

Формирование диффузных (гигантских) планет — одна из загадок планетологии [1]. Вместе с тем она может иметь достаточно простое объяснение на основании классических законов физики. Космические объекты можно разделить на два типа: объекты, имеющие твердую поверхность (планеты земной группы, планета Плутон, спутники планет и метеориты). И объекты диффузного типа (звезды, планеты-гиганты и кометы). Предлагается критерий, позволяющий по косвенным, параметрам объекта определить к какому типу относится объект.

Для понимания сути предлагаемого критерия введем понятие центрального тела и обращающегося вокруг него орбитального тела. Понятия эти относительные. Например, в Галактике центральным телом является ее центр, а орбитальным Солнце. В свою очередь для Солнца как центрального тела орбитальными будут планеты. Наконец, для каждой планеты - центрального тела орбитальными будут спутники этой планеты.

Согласно предлагаемому критерию возможны следующие случаи.

1. Если центральное тело имеет твердую поверхность, то и его окружающие орбитальные тела, имеют твердую поверхность. Например, спутник Земли – Луна, спутники Марса – Фобос и Деймос, либо спутник Плутона – Харон.

2. Если центральное тело – диффузное, то состояние его орбитальных тел определяются критерием S – равным отношению гравитационного потенциала на поверхности φ_p орбитального тела и гравитационного потенциала на его орбите φ_o , создаваемого центральным телом

$$S = k \frac{\varphi_p}{\varphi_o} = k \frac{M_p L_o}{M_o R_p} \quad (1)$$

где k – некоторый коэффициент пропорциональности, зависящий от динамики движения планеты, химического состава поверхности тела, его температуры нагрева и т.д. В первом приближении $k = 1$.

M_p и M_o – массы орбитального и центрального тела соответственно,

R_p и L_o – радиус планеты и ее орбиты соответственно.

Если $S > 1$ - то орбитальное тело – диффузное. При $S < 1$ орбитальное тело имеет твердую поверхность. Например. Центр Галактики подобен диффузному телу. Гравитационный потенциал на орбите Солнца можно определить по его орбитальной скорости около 200 км./с. Для Солнца $S > 1$. Соответственно Солнце – диффузное орбитальное тело. И, как известно, представляет собой газовый шар. Аналогично и для остальных планет Солнечной системы (Таб. 1).

Таблица 1. Критерий формирования диффузных объектов в Солнечной системе

№	Солнечная система	Критерий S	Граничные орбиты R_g (a.e.)
1	Солнце	4.79	
2	Меркурий	$3.94 \cdot 10^{-3}$	310
3	Венера	$4.58 \cdot 10^{-2}$	52
4	Земля	$7.04 \cdot 10^{-2}$	45
5	Марс	$2.16 \cdot 10^{-2}$	223
6	Юпитер	10.5	1.57
7	Сатурн	6.76	4.43
8	Уран	4.92	12.3
9	Нептун	9.55	9.08
10	Плутон	$2.53 \cdot 10^{-2}$	4963

Значение $S < 1$ планет Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Плутона. Тогда как для планет гигантов $S > 1$ так для Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна.

У спутников планет-гигантов $S < 1$. Т.е спутники имеют твердую поверхность.

Логика предложенного критерия достаточно проста. Диффузные тела образуются вследствие возможно динамически уравновешенного и потому длительного процесса. В этом процессе с одной стороны тело притягивает к себе из окружающего его пространства газы, различные частицы, более мелкие тела. А с другой стороны само диффузное тело в результате механических возмущений его поверхности и тепловых процессов рассеивает в пространство вещество. Орбитальное тело в этом случае при $\varphi_p > \varphi_o$ увлекает часть взвешенного вещества и само становится диффузным. Ее радиус увеличивается, а внутри сохраняется твердое ядро. Критерий S фактически показывает во сколько раз радиус пространства охватывающего диффузный объект, из которого он извлекает на себя вещество больше самого объекта (рис. 1).

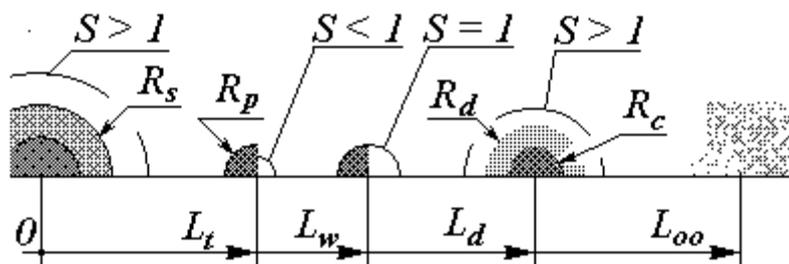


Рис. 1. Формирование диффузных планет Солнечной системы:

R_s – радиус Солнца, R_p – радиус планеты с твердой поверхностью, R_d – радиус диффузной планеты, R_c – радиус ядра, L_t – радиус орбиты планеты с твердой поверхностью, L_w – граничное расстояние, L_d – радиус орбиты диффузной планеты, L_{oo} – расстояние от Солнца до облака Оорта, S – эквипотенциальные поверхности для Солнца и планет при $\varphi_p = \varphi_o$.

На рисунке фактически показана эволюция планеты с твердым покрытием в диффузную планету. При удалении от центрального тела (Солнца), за граничное расстояние ($S > 1$), на поверхность планеты осаждается газопылевое вещество окружающее планету и вокруг планеты образуется мощное газообразное покрытие. Уплотненное газопылевое вещество и превращает ее в диффузную планету, а начальная планета с твердым покрытием становится ядром. Очевидно, что этот процесс может идти и в обратном направлении. Диффузная планета при приближении к Солнцу и по мере уменьшения значения ее критерия ($S < 1$), будет терять свою оболочку и свою массу до размеров своего ядра. И таким образом превратится в планету с твердым покрытием. Заметим, что изменение граничного расстояния может происходить и по возможному изменению масс как центрального, так и орбитального тел.

Используя плотность ρ объекта, и приняв $S = 1$, можно определить расстояние L_w от Солнца на котором уже может формироваться космическое тело радиуса R_p диффузного типа:

$$L_w = \frac{3kM_o}{4\pi\rho R_p^2} \quad (2)$$

где $\pi = 3.1415\dots$

Из этой формулы следует, что планеты земной группы, могли бы формироваться как диффузные только на расстоянии большем 44 А.Е., т.е. за орбитой Плутона, а орбиты диффузных планет в 1.5 – 3 раза превышают граничные орбиты.

Можно решить и обратную задачу. На расстоянии L от Солнца при заданной плотности ρ радиус R_p космического тела диффузного типа равен

$$R_p = \sqrt{\frac{3M_o}{4\rho L}} \quad (3)$$

Например, уже за орбитой Плутона на расстоянии $L > 1 \cdot 10^{13}$ м, может формироваться планета диффузного типа со средней плотностью $\rho = 1400$ кг/м³ размером $1 \cdot 10^7$ м т.е. в полтора раза больше радиуса Земли.

Кометы формируются в облаке Оорта [2] на расстоянии (50000 – 150000 А.Е.). По нашим расчетам на этих расстояниях, при средней плотности ядер комет 1000 кг/м³, минимальные радиусы диффузных планет должны быть более (2 - 4.5) 10^5 м, а их масса более (5÷ 36) 10^{19} кг. Для пяти наблюдаемых наиболее крупных комет оценки их масс дали до $6 \cdot 10^{19}$ кг. Таким образом, согласно с рассматриваемым критерием, в облаке Оорта действительно могут формироваться диффузные планеты по массе близкие массе комет. Их периоды обращения около 10 млн. лет. Очевидно, это минимальные размеры диффузных объектов в Солнечной системе. Так как облако Оорта, определяет границы Солнечной системы и за его пределами начинает сказываться влияние других звезд.

Что касается ныне доминирующей гипотезы образования Солнечной системы из газопылевого облака — небулярная гипотеза — первоначально предложенная еще в XVIII веке Эммануилом Сведенборгом, Иммануилом Кантом и Пьером-Симоном Лапласом, то она с позиции предложенного критерия сомнительна. Для образования непосредственно из газопылевых облаков жидких либо твердых структур необходим минимальный гравитационный потенциал центрального тела и высокие давления вещества. Поэтому такие процессы могут происходить только в ядрах галактик, недрах звезд, планет. Затем, при их случайном столкновении, либо при достижении некой критической массы, либо разогрева вещества в недрах космических тел и последующего взрыва, происходило их разрушение, на отдельные фрагменты. И уже эти фрагменты из твердого либо жидкого вещества образовывали центры будущих галактик, звезд, планет, комет. При $S > 1$ новообразования наращивают свою массу за счет окружающих их газопылевых облаков. И, таким образом, могли превращаться в новые диффузные ядра галактик, звезды, диффузные планеты. А при $S < 1$ происходило уменьшение массы новообразованных тел за счет взвешенных на их поверхности частиц, до центральных жидких и твердых структур. Таким образом, планеты с твердой поверхностью, их спутники это некогда сжатые до твердого либо жидкого вещества бывшие ядра диффузных планет, звезд.

По современным представлениям, на больших расстояниях от Солнца, кометы представляют собой глыбы твердого вещества – льда. При приближении к Солнцу лед начинает испаряться и образуется оболочка – кома, а солнечный ветер, сдувая частицы газа, образует хвост кометы. Предлагаемый критерий позволяет этот процесс дополнить следующим. Кометы, двигаясь по очень вытянутым орбитам, по мере удаления от Солнца попадают в пространство, где $S > 1$. На них осаждаются космическая пыль и газ. Затем, по мере возвращения к Солнцу, в пространстве, где $S < 1$, космическая пыль и газ начинают относительно центра кометы радиально рассеиваться. Пылевые и газовые облака, приобретают сферическую форму, образуя голову кометы. Затем комета удаляется от Солнца и процесс повторяется. Таким образом, кометы могут собирать в облаках Оорта вещество и переносить его в центр Солнечной системы. Если количество вещества накапливаемого кометой меньше рассеиваемого, то ее критерий S неуклонно уменьшается и комета в конечном итоге разрушается.

Выводы

Предлагаемый критерий существенно дополняет космологические модели эволюции звезд и планет. Согласно этому критерию планеты не могут непосредственно образовываться из протопланетного газового облака некогда окружающего Солнце как принято ныне. Планеты с твердой поверхностью могли быть ядрами бывших планет гигантов. Если планеты с твердой поверхностью будут удаляться за свои граничные орбиты, то они могут превратиться в диффузные планеты.

Список литературы

1. *Wurchterl G.*, 2004. "Planet Formation Towards Estimating Galactic Habitability", in P. Ehrenfreund, *Astrobiology:Future Perspectives*. Kluwer Academic Publishers. Pp. 67–96.
2. *Harold F. Levison, Luke Donnes.* Comet Populations and Cometary Dynamics // *Encyclopedia of the Solar System / Edited by Lucy Ann Adams McFadden, Lucy-Ann Adams, Paul Robert Weissman, Torrence V. Johnson.* 2nd ed. Amsterdam. Boston: Academic Press, 2007. P. 575—588.