

ДИСКУСІЙНІ ПРОБЛЕМИ КОСМІЧНОЇ НАУКИ

УДК 521.1+523.25+523.47

В. Ф. Присняков

Відділення механіки НАН України, Дніпропетровськ

О возможности применения правила Тициуса—Боде к определению орбит спутников планет

Надійшла до редакції 15.12.99

Показана можливість застосування розширеного правила Тициуса—Боде для визначення орбіт супутників планет. Виявлена аналогія цих супутникових систем структури атомів: Землі — водню, Марса — гелію, Юпітера — вуглецю, Сатурна — неону, Урана — азоту, Нептуна — кисню, що відповідає кількісному розподілу елементів у Всесвіті. Зроблено висновок про існування невідомих загальних закономірностей самоорганізації мікро- і макросистем.

1. В последнее время возрастает понимание того, что не только объекты микромира, но и мегамир следует рассматривать с единой точки зрения. В 1980-е гг. в зарубежной периодике возник необычный интерес к теме квантования в большом и волновом строении мегасистем Вселенной (Louise R., Oldershaw R. L., Wayte R., Greenberger D. W. — по [11, 12]). Перспективность исследования мегаквантовых эффектов при анализе астрономических систем за границей была отмечена более 15 лет назад [12]. Появились публикации о фрактальности (самоподобии) в самоорганизации материи, когда ее различные формы по своему строению отражают масштабную инвариантность микро- и макромира в раскрытии тайн мегамира, о существовании в астрономии принципов, аналогичных принципу Паули об определенных состояниях электронных оболочек, которые запрещают некоторые конфигурации (взаимное размещение) спутников [6, 12]. Недавно было показано, что существует некоторое более глубокое подобие строения атомов и планетных систем [7] (в этой схеме было допущение, связанное с тем, что аналогией атома водорода служили, кроме планеты Плутон, и спутник Нептуна Тритон; недавно была открыта новая планета — Плутино, что усиливает модель [6], так как эта планета более корректно заменяет Тритон). Таким образом, если вначале мир атома строился по подобию Солнечной системы, теперь закономерности микромира привлекаются для объяснения процессов Вселенной.

2. Впервые дискретность планетных орбит, их «разрешенность», была описана в 1766 г. немецким математиком Д. Тициусом, который установил арифметическое правило, связывающее позицию планеты (ее номер n) со средним расстоянием от Солнца R : $R = 0.1(4 + 3 \cdot 2^n)$, где для Меркурия $n = -\infty$, для Венеры $n = 0$, для Земли $n = 1$. Для трансурановых планет эта подмеченная закономерность в расположении планет не выполняется (без изменения последовательности n). Приведенная формула, названная правилом Тициуса—Боде (Т—Б), инициировала многих астрономов на активные (и надо сказать, эффек-

тивные) поиски новых планет, хотя и не имела твердой теоретической основы.

3. Сравнение рассмотренных подходов с возможностями правила Тициуса—Боде показывает, что в нем заложены более глубокие закономерности, чем это считалось.

Преобразуем представленное выше математическое выражение правила Т—Б, введя в качестве нормировочной величины R_1 — расстояние от Солнца до первой планеты Меркурия: $\bar{R} = R/R_1 = 1 + 2^{n-2}\bar{h}$, где n — порядковый номер орбиты, \bar{h} — относительная величина единицы дискретности радиуса орбиты, равная $3/4$ для Солнечной системы согласно расчетам Д. Тициуса. С учетом этого численного значения конечный вид формулы будет следующим

$$\bar{R} = 1 + 3 \cdot 2^{\nu}, \quad (1)$$

где $\nu = n - 4$. Эта формула точно описывает орбиты движения планет (для Нептуна при $n = 26/3$; для Плутона $n = 9$). Отметим, что расчеты по (1) дают отношение относительных расстояний орбит, половина величин которых совпадает с радиусами допустимых орбит атома водорода, т. е. формула Т—Б дает дискретные «разрешенные» значения орбит планет.

4. В микромире подобная дискретность, аналогичная правилу Т—Б, обнаруживается, например, при относительном представлении длин волн излучения спектров атома водорода и гелия. Обработка экспериментальных данных в относительном виде (по отношению к первой минимальной в серии длине волны λ_0) дала для серий Лаймана ($n = 1$), Пашена ($n = 3$) и Брекета ($n = 4$) результат, аналогичный правилу Т—Б, но более общего вида:

$$\bar{\lambda} = \lambda/\lambda_0 = 1 + 3^{\alpha} 2^{\beta} \Delta \quad (2)$$

где $\alpha = N - n$; $N = 1, 3, 4, 5$; $\beta = m^0 - m$, $m^0 = 4, 6, 8$ соответственно при порядковом номере орбиты (по мере удаления от ядра) $n = 1, 3, 4$. Здесь Δ — относительная разница между близкими орбитами ($n = 1$, $\Delta = 3/\lambda_0$; $\lambda_0 = 94$ нм; $n = 3$,

Таблиця 1. Моменти імпульса планет Сонячної системи

Планета	Орбитальний момент імпульса M_L , 10^{39}	Собственный момент імпульса M_S , 10^{30}	$\mu = M_L/M_S$, 10^6	ΔM_L , 10^{39}	Число квантов, 10^{39} $H = 0.92 / H = 770$	Изменение ΔM_L в квантах
Меркурий	0.92	0.835	1100		1/	
Венера	18.47	-18.4	-1000	17.55	20/	19
Земля	26.61	6100	4.36	8.14	29/	9
Марс	3.54	182	19.56	-23.1	4/	25
Юпитер	19320	$5.79 \cdot 10^8$	0.033		/25	
Сатурн	7800	$0.122 \cdot 10^8$	0.639	11520	/10	15
Уран	1700	$-0.0136 \cdot 10^8$	-1.16	6100	/2.2	8
Нептун	2436	$0.0179 \cdot 10^8$	1.36	740	/3.1	1
Плутон	150	72.5	2000	-2290		-3

$\Delta = 46/\lambda_0$; $\lambda_0 = 2165$ нм; $n = 4$, $\Delta = 46/\lambda_0$, $\lambda_0 = 2165$ нм). Для серии Пфунда $\alpha = 8 - m$, $\beta = 3$.

5. Таким образом, мегамир, как и микромир, квантован, хотя проявление этого совершенно различно. Мы сравнили (см. табл. 1) моменты импульса различных планет, что позволило найти некоторую единицу их квантования. Орбитальный момент импульса M_L по своей величине делит планеты на три группы: (а) первые четыре планеты с величиной $M_L \sim 10^{39}$ кгм²/с, (б) — последующие четыре планеты с $M_L \sim 10^{42}$ кгм²/с и планета Плутон с $M_L \sim 1.5 \cdot 10^{41}$ кгм²/с. Собственный момент импульса M_S их делит соответственно только на две группы: это первые четыре планеты и Плутон и остальные четыре планеты.

Градиация между двумя группами планет четко проявляется при сравнении отношения моментов импульса $\mu = M_L/M_S$. По этому параметру все они разделяются на две группы значений μ , между которыми отличие в 3—4 порядка. Если взять во внимание предлагаемую модель подобия с молекулой воды, то это разделение соответствует отнесению планет к «подоболочкам 1s и 2s» (Меркурий, Венера, Земля, Марс и Плутон) и к «подоболочке 2p» (Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун). Учитывая, что основной характеристикой орбиты является момент импульса, который квантуется, можно ожидать разницу между различными устойчивыми орбитами, дробную некоторому «кванту орбитального планетного импульса» H . В этом случае следует ожидать, что планеты вращаются по «разрешенным орбитам», отличающимся на целое число «астрономических» квантов. Если в качестве такого кванта выбрать M_L для Меркурия как минимальную величину, необходимую для попадания на эту нижнюю орбиту, то действительно мы получаем целое число квантов для планет «подоболочек 1s и 2s». Для планет «подоболочки 2p» таким «астрономическим квантом» является величина, близкая к скачку момента импульса между Ураном и Нептуном и равная $0.77 \cdot 10^{42}$ кгм²/с. В этом случае целые числа получаются для Юпитера и Сатурна, а для Урана и Нептуна расчетные значения несколько превышают их. Это отличие уменьшается для случая определения величины изменения M_L . Таким образом, значение орбитального момента импульса планет Солнечной системы квантуется двумя разными величинами, отличающимися между собой в 837 раз.

6. В последнее время в связи с полетами АМС «Пионер-10, -11», «Вояджер-1, -2» существенно расширились наши представления как собственно о нашей Солнечной планетной системе, так и особенно об их спутниковых системах. Появилась возможность проанализировать их орбиты с разных точек зрения, в том числе и с точки зрения возможности применения к ним правила Т—Б. Необходимо отметить, что здесь появляются чисто формальные трудности, связанные с идентификацией собственно спутников планет (а не обломков, астероидов, захваченных

мощными планетными потоками). Поэтому мы будем придерживаться условия, что к спутникам планет относятся, как правило, сферические небесные тела с размерами порядка 100 км (или несколько тел — дуплет, триплет, мультиплет, находящиеся на определенной выделенной фиксированной орбите) — первое приближение. Для идентификации спутниковых систем планет мы используем также идею о возможном подобии строения этих систем структуре других атомов, как это имеет место для всей Солнечной системы и молекулы воды (второе приближение).

6.1. Наипростейшей и наиболее изученной является система Земля—Луна. Как можно сразу определить, эта система подобна атому водорода (см. рис. 2), в котором Земля — это «как бы» ядро водорода — протон, а Луна — это «как бы» электрон. Нас здесь не должно смущать, что мы выделяем «внутри кислорода», как части уже рассмотренной ранее молекулы воды, «водород». Такой подход как раз и может показать, что мы имеем дело не с «химическим элементом», а с подобием, за которым кроется неизвестная нам общая закономерность.

6.2. Каким «элементам» подобны спутниковые системы других планет? В качестве «подсказки от Природы» мы используем данные о количестве разных элементов во Вселенной: 77.4 % водорода, 20.8 % гелия, 0.9 % кислорода, 0.4 % углерода, 0.09 % азота [3]. В определенной степени рассматриваемая идея согласуется с подходами образования планет Солнечной системы. Так, академик Н. А. Шило [10] делает вывод, что «Солнце

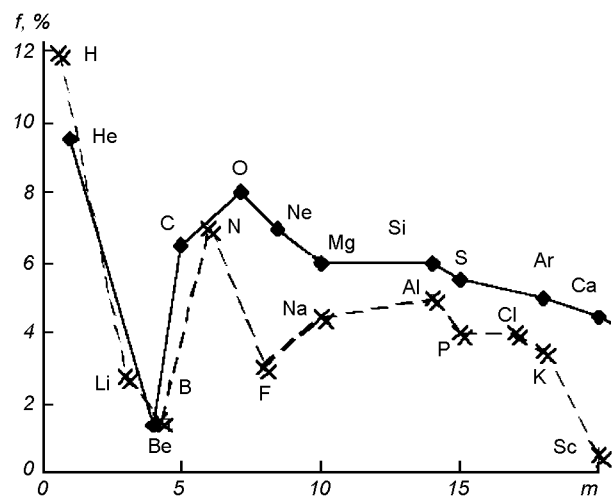


Рис. 1. Залежність між космічною розповсюдженістю елементів та їх порядковими номерами в таблиці Менделєєва

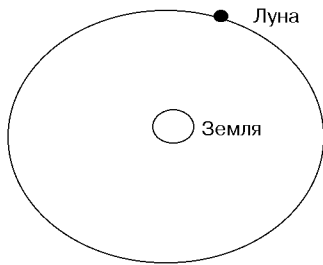


Рис. 2. Система Земля—Луна (Плутон—Харон) — аналогия атому водорода

Таблица 2. Распределение элементов по степени их убывания

Литературный источник				Планеты
Шило [10]	Вальтер [2]	Аллер [13]	Ефремов [3]	
H	H	H	H	Земля
He	He	He	He	Мартс
O	O	O	C	Юпитер
Ne	C	Ne	N	Сатурн
N	N	C	O	Уран
C	Ne	N	Na	Нептун

вместе с планетами и их спутниками представляет собой единую космическую систему, обладающую внутренней физической и геометрической согласованностью». Автор отмечает, что в ходе формирования Солнечной системы «определилось распределение состава вещества — тяжелых и легких элементов — между Солнцем и планетами: с одной стороны, и их спутниками — с другой». Отмечается также, что рассмотрение распространенности химических элементов в Солнечной системе и в ближайшем ее окружении в зависимости от их положения в таблице Менделеева скрывает «важные закономерности»: количество элементов снижается от легких к тяжелым элементам, при этом элементы с четным и нечетным числом протонов образуют разные, но вместе с тем и согласованные кривые (см. рис. 1 в [10]). Отметим важный для данного рассмотрения момент, связанный с порядком количественного убывания элементов во Вселенной. Мы использовали по этому вопросу четыре источника: [2, 3, 10, 13]. В табл. 2 показано убывание элементов по разным источникам.

Из рассмотрения этой таблицы напрашивается аналогия между структурой планетных систем и строением атомов, наиболее распространенных во Вселенной.

6.3. Таким образом, если Земля — это «ядро водорода», то ее масса должна кратно содержаться в ядрах других планет (под ядрами мы подразумеваем твердую часть). В табл. 3 представлены расчеты согласно различным данным. В качестве исходных мы использовали данные [7] — по планетам, [8] — по массе их ядер, [9] — по эмпирической формуле для расчета атомного радиуса: $R/R_3 = \sqrt[3]{A/A_H}$ — радиус ядра планеты, R_3 — радиус Земли, A и A_H — массовые числа ядра.

Необходимо отметить, что решение рассматриваемой нами задачи зависит от точности определения исходных данных, которыми являются значения масс ядер планет и количество орбит спутников. Если количество спутников планет в настоящее время известно более-менее точно, и здесь главная проблема (уже упомянутая выше) связана с идентификацией космических тел как собственно спутников, то масса ядер планет дается

Таблица 3. Масса ядер планет в долях массы Земли и относительный радиус планет

Планета	Масса	Доля ядра	Масса ядра A , расчет [8]/[9]/[4]	Радиус	Расчет $(A/A_H)^{1/3}$
Земля	1	1	1	1	1
Мартс	0.108	1	0.108	0.534	2
Юпитер	318	0.03—0.04 [6]	9.5—12.7 (12)/(15)/(19)	11.2	2.3
Сатурн	95	0.25—0.28 [6]	23—26 (23)/(19)/(19.5)	9.4	2.84
Уран	14.5	0.94	13.6 (14)/	4.1	2.4
Нептун	17	0.97	16.1 (16)/	3.9	2.5
Плутон	0.0021	1	0.0021	0.18	1

различными авторами с большим разбросом. Поэтому в табл. 3 мы приводим их значения со ссылкой на источник. Уточненные данные по планете Сатурн и анализ космической распространенности элементов дал нам возможность уточнить представленную ранее аналогию [8] относительно планеты Сатурн. Из анализа табл. 3 видно, что четыре планеты «подоболочки 2р» имеют ядра, масса которых близка к относительной атомной массе следующих элементов (значения приведены в скобках): углерода (Юпитер), неона (Сатурн), азота (Уран), кислорода (Нептун). Расчетные относительные радиусы ядер хуже согласуются с оценкой, приведенной в таблице (что вполне объяснимо, так как мы не могли учитывать изменение плотности вещества планет с приближением к центру ядра).

6.4. Что касается Марса и Плутона, то они меньше по размерам Земли, относятся к той же подоболочке, что и Земля, и по структуре аналогичны гелию (Мартс, рис. 3) и водороду (Плутон, рис. 2). Мартс имеет два спутника. Поэтому, принимая в качестве нормирующей величины расстояние до первого спутника Фобоса, мы получаем относительное расстояние до Деймоса, равное 2.5. Это значение точно совпадает с расчетом по формуле (1), аналогичной формуле Т—Б, но при степени равной $\nu = n - 3$.

6.5. В настоящее время вокруг Юпитера вращается 16 небесных тел. Наибольшие из них — хорошо известные галилеевы спутники, остальные тела — небольшие по размерам или вращаются на близких орбитах (см. рис. 5).

Из ближних к планете спутников мы выделили на первую орбиту триплет из Амальтеи с радиусом 120 км и двух очень малых тел — Метиса с радиусом 20 км и Андрастеи размером

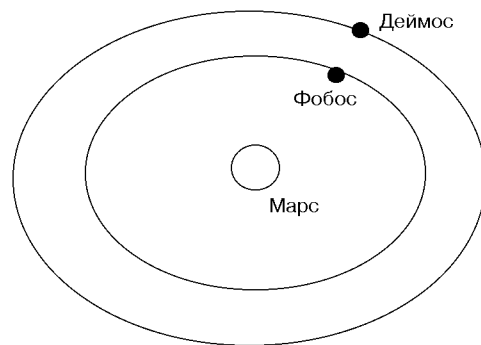


Рис. 3. Система Мартс—Деймос—Фобос — аналогия атому гелия

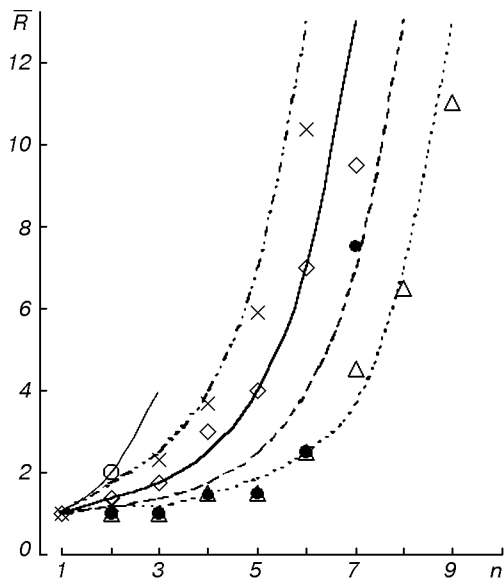


Рис. 4. Зависимость среднего относительного расстояния планет от их порядкового номера n : 1 — Марс, 2 — Юпитер, 3 — Уран, 4 — Нептун, 5 — Сатурн

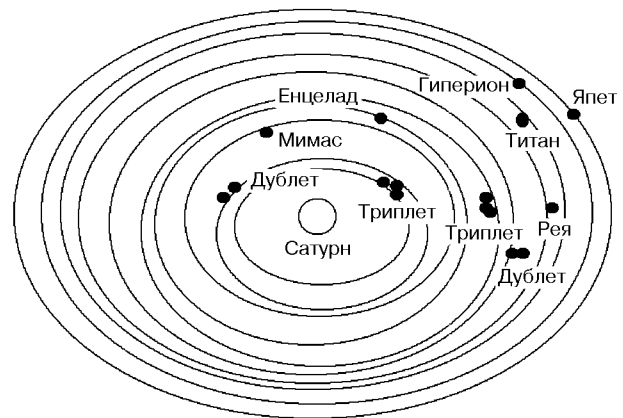


Рис. 6. Система спутников Сатурна — аналогия атому неона

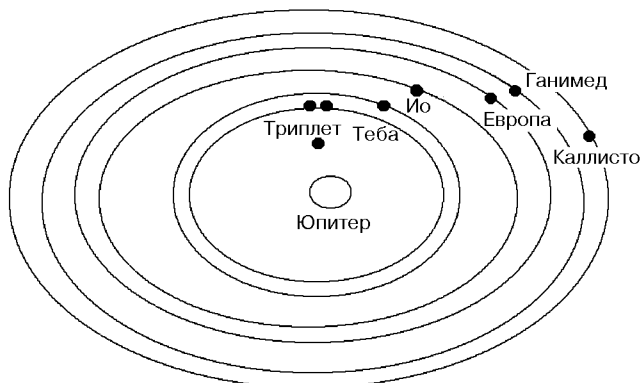


Рис. 5. Система спутников Юпитера — аналогия атому углерода

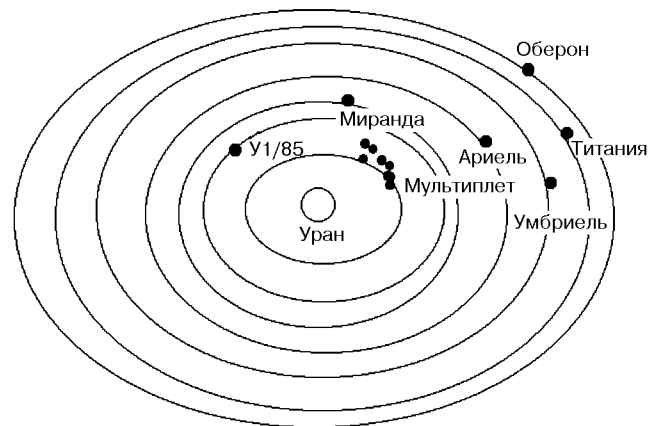


Рис. 7. Система спутников Урана — аналогия атому азота

около 10 км, а на второй орбите — спутник Теба (с радиусом 40 км). На послегалилеевых очень высоких орбитах находится 8 малых тел неопределенной формы, о которых мало что известно, кроме их расстояния от Юпитера 12—24 млн км. В нашей схеме по принятому выше условию мы их учитывать не будем. В качестве расчетной мы использовали формулу (1) с показателем степени $\nu = n - 4$ (отметим, что углерод в L-оболочке имеет 4 электрона!). Согласование расчетов по этой формуле удовлетворительное, но расчеты несколько превышают данные измерений орбит (см. рис. 4, кривая 2). Таким образом, спутниковая система Юпитера подобна структуре атома углерода и подчиняется правилу Т—Б.

6.6. Число известных сейчас тел вокруг Сатурна насчитывает 18, но сферических и достаточно больших 10 (рис. 6): это триплет Атлас с 2 спутниками (S27 и S26), дуплет Янус и Эпиметий — это первая ближайшая орбита 1s; Мимас, Энцелад

— 2s, триплет Тефия — Телесто — Калипсо, дуплет Диона — S6, Рея, Титан, Гиперион, Япет — это оболочка 2p. Что касается Фебы (имеющей массу в сотни раз меньшую, нежели другие спутники, и очень удаленную «неестественную» орбиту с противоположным вращением), то мы будем придерживаться распространенного мнения, что это захваченный Сатурном астероид (или комета), путь которого однажды прошел слишком близко от планеты [5].

Как мы уже установили выше, спутниковая система Сатурна подобна строению атома неона. Расчет по формуле (1) при $\nu = n - 8$ согласуется с данными орбит спутников (см. рис. 4, кривая 5) (отметим, что неон в L-оболочке имеет 8 электронов — число, совпадающее в вычитаемом в показателе ν).

6.7. Расположение спутников вокруг планеты Уран сравнительно просто (см. рис. 7): большая часть небольших спутников (9) представляет мультиплет спутников, которые расположены на первой орбите. Ко второй орбите относится спутник U5, за которым следует 5 больших спутников. Это хорошо показывает, что спутниковая система Урана подобна структуре атома азота: на первой 1s орбитали мы имеем мультиплет спутников и спутник U5, Миранда и Ариэль соответствует орбитали 2s, а Умбриель, Титания и Оберон — орбитали 2p. Расчет орбит спутников Урана по формуле (1) при $\nu = n - 5$ согласуется с данными астрономических наблюдений (см. рис. 4, кривая 3).

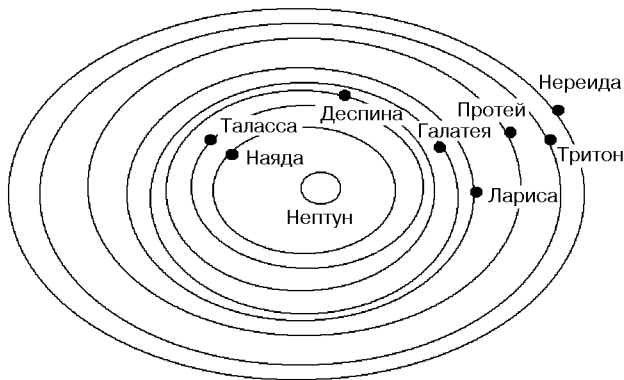


Рис. 8. Система спутников Нептуна — аналогия атому кислорода

Отметим, что число 5 — это число электронов L-оболочки.

6.8. Согласно приведенных выше расчетов ядро Нептуна содержит 16 масс Земли, т. е. соответствует атомному числу кислорода. В кислороде восемь электронов и число известных сейчас спутников у этой планеты тоже восемь (рис. 8). Используя формулу (1) при $\nu = n - 6$ (6 — число электронов L-оболочки) для расчета положения орбит, мы сравнили результаты с известными ранее (по Тритону и Нереиде) и полученными АМС «Вояджер-2» (по остальным шести — Наяде, Талассе, Деспине, Галатее, Ларисе, Протеусу) данными. Как хорошо видно из рис. 4 (кривая 4), согласование имеющихся данных с расчетами удовлетворительное. Исключение составляет самый удаленный спутник Нереида (отличие составляет 9 раз). Если проанализировать результаты по Юпитеру, Урану и Сатурну, то видно, что наибольшее отличие также имеет место для наиболее удаленных спутников. К этому необходимо добавить и расчеты по Солнечной системе, для которой несовпадение расчетов имело место для наиболее удаленных планет — Нептуну и Плутону. Возможно, здесь имеет место неизвестная пока закономерность.

ВЫВОДЫ

1. Подобие структуры Солнечной системы и атомного строения имеет достаточно глубокие корни и широкие возможности. Показано, что экспериментальные данные по спектру испускания атома водорода и атома гелия описываются формулами, аналогичными формуле Тициуса—Боде. Получены новые количественные данные, подтверждающие подобие спутниковых систем: Земли — атому водорода, Марса — атому гелия, Юпитера — атому углерода, Сатурна — атому неона, Урана — атому азота, Нептуна — атому кислорода. Представлены новые обоснования известной гипотезы о подобии Солнечной системы и молекул воды. Предполагается, что за обнаруженным подобием стоят неизвестные общие закономерности самоорганизации микро- и макросистем.

2. Принцип квантования орбит электронов находит свое отражение и в астрономии. Правило Тициуса—Боде представляет собой простейший эмпирический принцип квантования планетных орбит. Показано, что моменты импульса планет — ближних и дальних — вмещают целое число «астрономических квантов».

3. Более широкая трактовка правила Т—Б позволяет находить орбиты не только планет, но и их спутников.

4. Формула (1) в более общем виде может быть записана

Таблица 4. Сравнение расчетов и наблюдаемых значений радиусов вращения планет

Планета	n	$(R/R_1)_{\text{рас.}}$	$(R/R_1)_{\text{наб.}}$
Ближние планеты ($(R/R_1)_{\text{рас.}} = 0.35n$)			
Меркурий	1	0.35	0.39
Венера	2	0.70	0.72
Земля	3	1.05	1.00
Марс	4	1.40	1.52
Дальние планеты ($(R/R_1)_{\text{рас.}} = 9.75n$)			
Сатурн	1	9.75	9.5
Уран	2	19.5	19.2
Нептун	3	29.25	30.1
Плутон	4	39	39.4

следующим образом

$$\bar{R} = R/R_1 = 1 + 3 \cdot 2^{n-p},$$

где p — число планет в L-оболочке спутниковой системы, как аналога некоторого конкретного атома.

5. Аналогия структуры атома и планетных систем позволяет прогнозировать наличие спутников у планет, уточнять их параметры, использовать изложенные подходы для предсказания строения планетных систем других звезд.

В настоящее время у 20 звезд открыты планетные системы, причем многие из планет имеют массу, в несколько раз превышающую массу Юпитера. Вокруг звезды Иpsilon Андромеды вращаются три планеты с массами соответственно в 240, 660 и 1200 раз. Эти планеты находятся относительно близко к центральному светилу, а их периоды вращения соответствуют 4.6 сут, 242 сут и 4 года. Если расстояние до первой планеты принять за 1, то можно вычислить в долях этих расстояний радиусы вращения второй и третьей планет, равные соответственно 14 и 47. Как нетрудно установить, эти значения близки к представленным ранее отношениям расстояний орбит согласно расчетам по формуле (2), но при значениях орбит, не соответствующим их обнаруженным номерам. Что это — не все открытые планеты или другая единица дискретности? Кратность этих орбит, равная 7 радиусам вращения первой планеты, возвращает нас к недавно высказанной идее Ray Tomes, что планеты Солнечной системы образовались в узлах электромагнитных волн, испускаемых Солнцем с двумя разными периодами 5.8 мин и 160 мин. В этом случае радиусы вращения четырех первых планет пропорциональны длине полуволны колебаний с меньшим периодом 0.35 а. е., равной расстоянию до ближайшей планеты Меркурий, т. е. имеет для радиуса вращения ближних планет простую формулу: $R_n = 0.35n$. По расчетам получаем, как хорошо видно из табл. 4, достаточно близкие величины. Для дальних планет подобная пропорциональность имеет место при выборе в качестве расстояния длину полуволны колебаний Солнца с периодом 160 мин, равную 9.75 а. е.: $R_n = 9.75n$.

Соответствующие расчеты представлены в табл. 4. В эту схему вкладываются все планеты, за исключением Юпитера. Но если предположить, что Юпитер образовался в узле полуволны биения этих двух волн, то мы приходим к расстоянию 6.7 а. е., что соизмеримо с реальным радиусом, равным 5.2 а. е. Если звезда Иpsilon Андромеды пульсирует, то стоит ожидать, что полуволна этих колебаний равняется расстоянию до первой

планеты, а остальные образовались или в узлах этих колебаний, или других, наложенных. Все эти гипотезы требуют дополнительных сведений и проверок. Но тем не менее эти и другие выводы могут быть полезными при поиске планет у других звезд.

1. Бобров М. С. Кольца планет. — М.: Знание, 1985.—64 с.
2. Вальтер А. К., Залобовский И. И. Ядерная физика. — Харьков: Основа, 1991.—480 с.
3. Ефремов Ю. Н., Розгачева И. К. Строение и эволюция Вселенной // Земля во Вселенной. — М.: Знание, 1989.—64 с.
4. Кондратьев К. Я. Космические аппараты исследуют Сатурн // Современные достижения космонавтики. — М.: Знание, 1981.—С. 24—61.
5. Ксанфомалити Л. В. Спутники внешних планет и Плутон. — М.: Знание, 1987.—64 с.
6. Милоков В. К., Сагитов М. У. Гравитационная постоянная в астрономии. — М.: Знание, 1985.—64 с.
7. Присняков В. Ф. Об одном удивительном подобии структуры Солнечной системы и молекулы воды // Космічна наука і технологія.—1999.—5, № 2.—С. 113—118.
8. Присняков В. Ф., Приснякова Л. М. Космос, Земля, Жизнь. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2000.—190 с.
9. Хаббард У. Внутреннее строение планет. — М.: Мир, 1987.—480 с.
10. Шило Н. А. Протосолнечное облако // Будущее науки. Международный ежегодник. — М.: Знание, 1990.— Вып. 23.—С. 106—117.

11. Чечельницкий А. М. Волновая структура, квантование и мегаспектроскопия Солнечной системы // Динамика космических аппаратов и исследование космического пространства. — М.: Машиностроение, 1986.—С. 56—76.
12. Чечельницкий А. М. Система Урана, Солнечная система и волновая астродинамика: прогноз теории и наблюдения КА «Вояджер-2». ДАН СССР.—1988.—303, № 5.—С. 1082—1088.
13. Aller L. H. The Abundance of the Elements. — New York, 1961.
14. Kuchling Horst. Physik. — Veb Fachbuchverlag Leipzig.—1980.

**ABOUT THE POSSIBILITY OF APPLYING THE LAW
TITIUS—BODE TO DETERMINE THE ORBITS
OF SATELLITES OF PLANETS**

V. F. Prisniakov

The feasibility of the extended Titius—Bode law for the detection of the orbits of satellites of planets is demonstrated. The analogy of these satellite systems to the pattern of atoms is revealed. The Earth — hydrogen, Mars — helium, Jupiter — carbon, Saturn — neon, Uranus — nitrogen, Neptune — oxygen. These relations are in agreement with the abundances of the elements in the universe. Therefore we may conclude that these are some unknown general regularities in the self-organization of micro and macrosystems.