

УДК 524.38

Солнце и трансцендентальный мир двойных звезд

В.А. Котов

НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, Крым, Научный
e-mail: vkotov@crao.crimea.ua

Поступила в редакцию 25 января 2007 г.

Аннотация. Теория тяготения гласит, что двойная с орбитальной частотой ν излучает гравитационные волны на удвоенной частоте и высоких гармониках. Отсюда следует, что если волна частоты ν_G продолжительное время падает на совокупность двойных, могут образоваться (а) дефициты двойных с частотами вблизи половинной частоты ($\nu_G/2$) и соответствующих гармоник (нестабильные орбиты) и/или (б) избытки двойных на частотах, близких к “совершенной” несоизмеримости с $\nu_G/2$ и гармониками (стабильные орбиты). Предполагается, что частоты стабильных орбит близки к кратности с $\pi\nu_G/2$ и $\nu_G/2\pi$, где π выступает как “идеальный” фактор, обеспечивающий наилучший антирезонанс двойных.

Статистический анализ частот 5774 тесных двойных систем Галактики (ТДС) с периодами P менее 10 сут основан на вычислении резонанс-спектра, показывающего наилучшее общее кратное данной выборки частот с учетом π -фактора. Оказалось, что распределение ТДС промодулировано частотой $\nu_G = 104.4(5)$ мкГц, причем эффект наиболее сильно выражен для сверхбыстрых и компактных ротаторов – взрывных переменных и родственных объектов (ВП). Частота ν_G в пределах ошибки совпадает с “таинственной” частотой $\nu_0 = 104.160(1)$ мкГц, обнаруженной ранее в спектре мощности пульсаций Солнца и в вариациях блеска некоторых внегалактических источников. Это подтверждает “когерентное космическое колебание” Вселенной с частотой $\nu_0(\nu_G)$. Новое астрофизическое явление естественным образом объясняет “провал” ВП на частотах $\approx \pi\nu_G/3$ ($P \approx 153$ мин) и максимумы на соседних частотах $\approx \pi\nu_G/2$ и $\approx \pi\nu_G/4$ ($P \approx 102$ мин и ≈ 204 мин). Подчеркиваются замечательная “мистическая” роль трансцендентного числа π для мира двойных звезд и загадка физической природы “универсального” колебания $\nu_0(\nu_G)$.

THE SUN AND THE TRANSCENDENTAL WORLD OF BINARY STARS, by V.A. Kotov. The gravitation theory states that a binary with an orbital frequency ν emits gravitational waves at the double frequency and higher harmonics. This implies if the wave with the frequency ν_G is acting on the sample of binaries for a long time, then (a) a lack of binaries with frequencies near the half-frequency, $\nu_G/2$, and corresponding harmonics (nonstable orbits) and/or (b) excesses at frequencies close to a “perfect” incommensurability with $\nu_G/2$ and harmonics (stable orbits), would be created. The frequencies of stable orbits are supposed to be close to the near-commensurability with $\pi\nu_G/2$ and $\nu_G/2\pi$, where the π number stands out as an “ideal” factor providing the best antiresonance of binaries.

The statistical analysis of frequencies of 5774 close binary systems of Galaxy (CBS) with periods P less than 10 d is based on the calculation of the resonance-spectrum which shows the best commensurable frequency of a given set of binaries but with the π factor accounted for. It is found that the CBS distribution is modulated by the frequency $\nu_G = 104.4(5)$ μHz , with this effect being mostly pronounced for superfast and compact rotators – cataclysmic variables and related objects (CV). The frequency ν_G , within the error limits, coincides with the “mysterious” frequency $\nu_0 = 104.160(1)$ μHz discovered earlier

in the power spectrum of oscillations of the Sun and in the luminosity variations of some extragalactic objects. This supports the “coherent cosmic oscillation” of the Universe with the $\nu_0(\nu_G)$ frequency. The new astrophysical phenomenon explains naturally the CV “gap” at frequencies $\approx \pi\nu_G/3$ ($P \approx 153$ min) and maxima at adjacent frequencies $\approx \pi\nu_G/2$ and $\approx \pi\nu_G/4$ ($P \approx 102$ min and ≈ 204 min). The remarkable and “mystical” role of the transcendental number π in the world of binary stars is emphasized, together with the conundrum of the physical nature of the “universal” $\nu_0(\nu_G)$ oscillation.

Ключевые слова: Солнце, пульсации, двойные звезды, взрывные переменные, число π

1 Вводные замечания

В физике и астрономии неявно считается, что время “однородно и течет равномерно”, испытывая лишь иногда, согласно общей теории относительности (ОТО), релятивистское замедление. Таким должно быть время и для нас на Земле, и для далеких звезд, и для частот повторяемости всех физических процессов в обозримой Вселенной. В частности же, для частот ν обращения двойных. Астрофизики уверены, что эти частоты определяются лишь конкретными физическими параметрами самих систем: природой и массами компонент и их взаимодействием, обменом массой и размерами орбит, химическим составом, временем эволюции и т. д. И нет других необычных или “сверхъестественных” причин, которые бы влияли на распределение частот их орбитального движения в “однородном, изотропном, непрерывном и равномерном” пространстве-времени. Или, согласно современным воззрениям, в физическом или “космологическом” вакууме с его удивительной “темной энергией” и чудесной антигравитацией (Чернин, 2005).

Надо признать, однако, что во всех уравнениях физической теории и в любых эмпирических исследованиях время присутствует лишь как математический символ t , говорим ли о чисто земных, социальных или биологических явлениях, процессах и событиях, о физическом времени в наших опытах или о космологическом времени Вселенной, начиная с “волшебного момента” Большого взрыва, “эры Планка” и начала безумной “инфляции” с последующим расширением. На самом же деле *физического времени* как такового, а тем более его *свойств*, мы не знаем, ибо у нас всюду t – просто временная, “равномерно растущая” координата – “стрела времени”, или просто математический символ. (Здесь не касаемся релятивистских эффектов, связанных с понятием интервала времени и обусловленных взаимным движением систем отсчета с большими скоростями и ускорениями, а также временных эффектов в сверхсильных гравитационных полях. Обходим стороной и феномен обратной “стрелы времени” для гипотетического антивещества, “замороженное” время черных дыр и “вывернутое наизнанку” время т. наз. “кратовых нор” в ядрах галактик. Может быть о некоторых загадочных свойствах времени и даже в виде неких “волн времени”, находящихся по “ту сторону” физики и астрофизики, в свое время догадывался Н.А. Козырев, но мы такие свойства здесь тоже не обсуждаем. О его концепции времени и временного аспекта Мироздания см. Еганова (2002).)

Слабость наших представлений о времени приводит и еще к одной странности: временная шкала (или скорость “бега”, “секунда”) принимается неизменной, одинаковой и в нашу эпоху, и в эру Планка, в отличие от пространственной шкалы, которая изменялась в согласии с “бешеным” экспоненциальным инфляционным “раздутием” сразу после “магического взрыва” и последующим медленным, но ускоряющимся расширением Вселенной, которое наблюдается и в современную эпоху... Говоря же языком *антропного принципа*, временной поток, или реку времени, мы лишь “ощущаем”. Причем как равномерный ход неких биологических или механических “часов”, или какого-либо строго периодического, небесно-механического или атомного процесса.

Да, пусть у времени постоянные “темп” или “скорость” (хотя никому неизвестно, в чем точный научно-объективный смысл этих слов в применении ко времени: нет у него абсолютной шкалы или меры, нет ни четкого начала, ни конца, кроме направления; время бежит, но скорость его бега

невозможно нам определить...). Или пусть по Ньютону: “Абсолютное, истинное и математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью”. Тогда интересно знать, равнозначны ли *периоды* процессов, “распределенные” в этом загадочно бегущем и равномерном *времени*? Ведь астрономы хорошо знают, что часто вещи или объекты в Космосе на деле не такие, как поначалу представляются: внешность часто обманчива. Сейчас, например, открыто более 200 экзопланет, находящихся на орбитах возле звезд солнечного типа, что обрадовало искателей внеземных цивилизаций (ВЦ). Но ведь когда говорим о ВЦ и их сигналах, мы заранее предполагаем отсутствие в Космосе полной естественной физической причинности...

Действительно, все ли во Вселенной на деле детерминировано? Нет ли нарушений причинности по крайней мере с точки зрения устоявшихся представлений? И особенно – когда рассматриваем процессы во *времени*, их повторяемость, синхронизм или *частоты*? Все ли космические явления и их частоты подчиняются известным нам законам? И в частности, частоты движения двойных? Напомним, что Кант когда-то полагал, что (а) в космологии на деле много *антиномий*, (б) разум по своей природе антиномен и диалектичен, (в) вещи (у нас космические объекты и процессы) в принципе непознаваемы, (г) мир и конечен – и не имеет пределов, (д) наши эмпирические знания могут неограниченно расти и углубляться, но при этом мы не приближаемся к пониманию “вещей в себе”, и (е) все процессы протекают как причинно-обусловленные и существуют *свободные* процессы (Асмус, 1973). А наблюдаются ли вообще непричинные связи и *свободные*, по Канту, явления в Космосе? Например, в мире двойных?

Движение тесных двойных систем (ТДС) представляет собой особый случай, дарованный нам природой и самой Вселенной для рассмотрения “качества повторяемости” процессов во времени – обращений *звезд* вокруг друг друга – в далеком Космосе и с участием звездных масс и огромных гравитационных ускорений. Нам предоставлена возможность внимательно посмотреть на распределение именно *частот* (или периодов) очень массивных объектов, грандиозных по земным масштабам “гравитационных гантелей”, периодически движущихся в океане физического вакуума, или, на современном языке – в поле действия *таинственной темной энергии, загадочной антигравитации и/или мистической квинтэссенции*. Ведь совокупность двойных Галактики – это громадная лаборатория, где можно узнать о физических процессах то, что невозможно на Земле. Определяется ли движение “среднестатистической двойной” только ее собственными параметрами? Нет ли особенности в распределении орбитальных частот двойных – *пекулярности*, не зависящей от внутренних вышеперечисленных свойств самих систем? Нет ли дополнительной, общей закономерности, “управляющей” их движением в океане загадочного пространства-времени?

Ранее нами уже рассматривались орбитальные частоты 5200 двойных Галактики, наилучшее общее кратное которых оказалось равным $\nu_1 = 164.3(1.0)$ мкГц (период 101.4(6) мин; в скобках – стандартная ошибка в формате последних цифр; Котов, 2005). Природа такой “элитной” частоты устойчивости, или преимущественного (анти-) резонанса ТДС, загадочна и требует детального рассмотрения. Тем более, что сейчас наш список ТДС возрос на 574 объекта. Согласно гипотезе Котовых (2000), почти-стационарность – или “предпочтительность” – некоторых орбитальных частот ν двойных обусловлена почти-несоизмеримостью их половинных частот $\nu/2$ и/или соответствующих целочисленных гармоник с “универсальной” частотой $\nu_0 \approx 104.16$ мкГц, природа которой неизвестна. Фактором же “идеальной” несоизмеримости, или устойчивости, таких предпочтительных орбит является число π , характеризующее геометрию нашего пространства:

$$2 \times \frac{\nu_1}{\nu_0} = 3.15(2) \approx \pi. \quad (1)$$

2 Необходимое число π

Принято считать, что числа – просто *математические* абстракции, удобные для описания окружающего нас мира. Сама же Вселенная “управляется” и объясняется уравнениями с участием *физических* чисел-констант, таких как c , G , \hbar , e и др. (обозначения обычные), имеющих размерность, –

и результаты не зависят от системы отсчета и принятых единиц, (Теория инфляции, в частности, вводит понятие некоего скалярного поля, которое противостоит гравитации и “осуществляет” инфляцию. Это просто число, типа температуры, – одно и то же в каждой точке пространства и “ускорявшее” расширение, но изменявшееся со временем, чтобы инфляция потом прекратилась.) А каков смысл и природа *безразмерных* констант: α (постоянная тонкой структуры), e (неперово число), Ω (отношение средней плотности Вселенной к критической)..., – которые тоже “правят” Вселенной?

Какова роль числа π , характеризующего евклидово пространство? Примерно 3500 лет тому назад древние египтяне, вычисляя площадь круга, принимали $\pi \approx 3$, или более точно $\pi \approx (16/9)^2$. А в III в. до н. э. Архимед нашел, что число находится между $3\frac{10}{71}$ и $3\frac{1}{7}$. “Магическое” и *иррациональное* число π входит во многие формулы арифметики, геометрии и кинематики, без него не обходятся ни электромагнетизм, ни астрофизика, ни квантовая физика с теорией относительности (достаточно вспомнить постоянную Планка $h = 2\pi\hbar$ и угол 2π радиан, стягиваемый окружностью...). А ведь это число по- существу отражает всего лишь несоизмеримость длины окружности L и ее диаметра D , выступая тем самым как фактор совершенной устойчивости, стационарности, некий “абсолют” кругового и равномерного движения: отношение L/D невозможно представить рациональной дробью. Движение по кругу, согласно Платону, – “идеальное” и ему свойственны “наивысшая красота и законченность”.

Число π занимает важное место и в теории чисел; последовательность его десятичных цифр представляется случайной, и тайна ее скрыта за непробиваемой бетонной стеной. (Сейчас вычислено более 10^{12} десятичных знаков π (Плуфф, 2005). А вот Синнот (2006) считает такие вычисления не имеющими особого смысла: диаметр наблюдаемой Вселенной, выраженный в размерах кварка, требует всего лишь 45 десятичных знаков...). В научно-фантастической новелле К. Сагана (С. Sagan) ученые открывают сообщение “творца”, глубоко скрытое в цифрах числа π ... Само же оно, будучи не только иррациональным, но и *трансцендентным*, не удовлетворяет никакому алгебраическому уравнению с целыми коэффициентами. А по Канту, “трансцендентный”, или “трасцендентальный”, значит за пределами по отношению к миру явлений. Отсюда, по-видимому, и наше постоянное удивление *непостижимым* числом π . И здесь сразу же приходит на ум древнегреческий *пифагорейзм* – представление о числе как принципе всего существующего, о космосе и вещах как числах.

3 Тесные двойные системы

Движение двойных, согласно ОТО, происходит в четырехмерном многообразии – мире пространства и времени, а главная причина движения – всемирное тяготение. А вот тот же Кант в свое время полагал, что пространство и время *трансцендентальны*, т. е. недоступны теоретическому познанию (как, впрочем, и сама категория *причинность*)...

Изучать круговое движение и сопутствующие эффекты на Земле непривлекательно из-за малости лабораторных масс и размеров возможных компонент и их орбит, а также из-за притяжения Земли и ускоренного движения земной системы отсчета. Для нас наиболее интересны поэтому тесные пары звезд, обращающихся вокруг друг друга с большими скоростями при действии огромных гравитационных сил и ускорений. И мы привыкли к тому, что если релятивистские эффекты, обмен веществом и влияния магнитного поля и гравитационного излучения малы или отсутствуют и нет посторонних сил, то движения компонент двойной должны полностью описываться законами Кеплера. Теперь обратимся к системе двойных Галактики не как к *отдельным* двойным звездам, а сразу ко всей их совокупности: к единой “специальной лаборатории” двойных для изучения кругового движения в “вакууме” – или *идеального* движения по Платону.

Пусть на совокупность двойных действует некий периодический процесс; например, в виде внешней гравитационной волны частоты ν_G (период P_G ; эксцентриситета пренебрегаем). Эту гипотетическую частоту считаем *по порядку величины* сопоставимой, в среднем, с существенной частью частот двойных и находящейся в пределах $\nu_{min} < \nu_G < \nu_{max}$, где ν_{min} и ν_{max} – минимальная и максимальная частота рассматриваемых двойных. Согласно ОТО и теории гравитационного излучения,

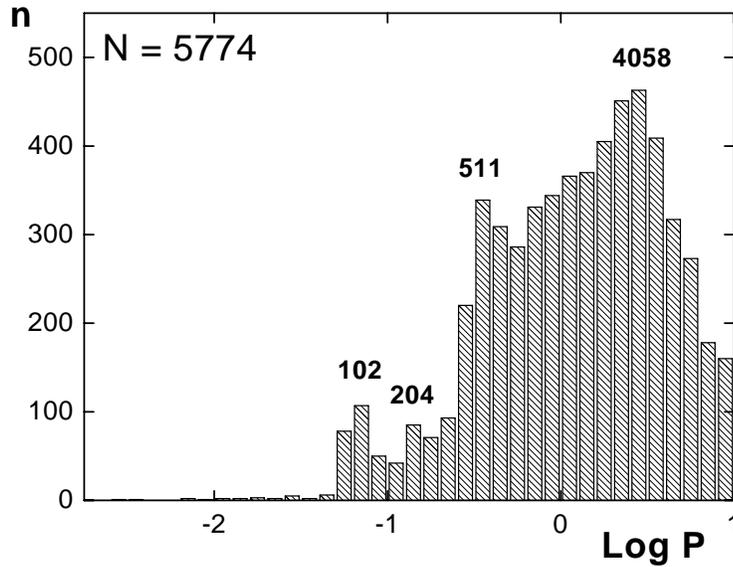


Рис. 1. Распределение 5774 двойных Галактики с периодами $P < 10$ сут; отдельные заметные пики обозначены числами (период в минутах)

наиболее эффективное взаимодействие систем с волной происходит на частотах $\approx \nu_G/2$ и высоких гармониках. Соответствующие орбиты должны более быстро, чем “в среднем”, эволюционировать, быстрее меняя свои частоты. Орбиты же с частотами $\approx Z^m \pi^k \nu_G/2$, согласно п. 1, должны быть наиболее устойчивы по отношению к ν_G -резонансу, и в распределении двойных могут образоваться излишки таких систем (здесь $k = \pm 1$, $m = \pm 1$ и Z – достаточно малое целое положительное число, как в обычной теории резонансов).

Для обоснования π -несоизмеримости, или квази-стационарности, орбит можно рассуждать и так. Пусть имеется двойная с периодом $P = 1/\nu$, и в конкретный момент времени в данной точке орбиты вторичная встречает максимум плоской ν_G -волны, т. е. максимум метрического тензора напряжений, причем направление распространения волны в этой точке параллельно вектору скорости вторичной (поскольку гравитационные волны в ОТО поперечные). За время $P/2$ вторичная совершит пол-оборота вокруг первичной и встретит волну в другой ее фазе. Будем считать, что орбита устойчива, если вторичная после пол-оборота встретит волну с условием:

$$2P_G/P = Z^m \pi^k. \quad (2)$$

Очевидно, что (2) – выражение π -несоизмеримости периодов движения по окружности (вторичной) и вдоль диаметра (возмущений метрики). Или, другими словами, аналог отношения “ $L/D = \pi$ ” окружности, но в более общем виде – для пространства-времени (если скорости обоих гипотетических “движений” принять равными, например, скорости света). При этом возможны, в частности, пять таких случаев:

(a) резонанс-спектр ТДС не покажет никакой особой, выделенной частоты: распределение ν – практически чистый шум по отношению к потенциальным модулирующим частотам (скрытая, “несущая” частота отсутствует или имеет слишком малые амплитуду и продолжительность действия; само же распределение ν при грубом усреднении определяется лишь физикой и эволюцией самих двойных и эффектами наблюдательной селекции, – см. на рис. 1 распределение всех ТДС Галактики в масштабе $\log P$, в грубом приближении близкое к фрагменту квази-нормального);

(б) модулирующая частота присутствует, но *дефициты*, т. е. минимумы, статистически необнаружимы, поскольку влияние внешней волны на орбиту двойко: оно может или увеличивать, или уменьшать частоту двойной в зависимости от особенностей орбиты – эксцентриситета, фазы волны, масс компонент, размера и ориентации орбиты и др. (в среднем влияние волны уравнивается, дефициты практически незаметны или отсутствуют);

(в) наиболее сильно выражены *излишки* двойных на определенных частотах, обусловленные π -стационарностью: орбиты с (почти-) несоизмеримыми частотами не испытывают существенного изменения;

(г) модулирующая частота ν_G существует, и она, несмотря на peculiarity орбитальных параметров (см. б), создает *дефициты* двойных на частотах кратных $\nu_G/2$;

(д) комбинация случаев в и г.

Согласно Котову (2005), ситуации а, б, г и д не оправдываются: распределение ТДС с высоким уровнем значимости обнаруживает *излишки* двойных на определенных частотах, т. е. двойные Галактики “вертятся” по ситуации в.

Нами составлен список ТДС Галактики с периодами $P_i < 10$ сут, где P_i – период двойной, $i = 1, 2, \dots, N$ – порядковый номер, N – полное число систем (у нас $N = 5774$) (рис. 1). Данные взяты из всех доступных нам каталогов двойных и текущей литературы; в анализ не вошли только двойные, обнаруженные Удальским и др. (1996) в галактическом балдже в ходе эксперимента *OGLE*: их эволюционный статус может отличаться от других систем Галактики (к тому же периоды многих этих систем требуют проверки).

4 Спектр ТДС Галактики

Анализ частот $\nu_i = 1/P_i$ основан на вычислении функции соизмеримости $F_0(\nu)$, максимум которой отвечает наилучшей целочисленной кратности – по методу наименьших квадратов – между данным набором ν_i и пробными частотами ν (Котов, 2005). В поисках же π -эффекта ТДС, имея в виду ситуацию в (см. п. 3), сформируем новую суммарную функцию

$$F(\nu) = F_0(\pi\nu/2) + F_0(\nu/2\pi), \quad (3)$$

с фактором “устойчивости” орбит π^k . Затем, по аналогии с обычным спектром мощности временной переменной определим резонанс-спектр (РС) или просто *спектр*:

$$F_1(\nu) = F(\nu) \times |F(\nu)| / 4. \quad (4)$$

Максимальное значение РС указывает на пробный период $P' = 1/\nu'$, который наилучшим образом соизмерим с данной выборкой модифицированных периодов $\pi P_i/2$ и $P_i/2\pi$.

Спектр $F_1(\nu)$, вычисленный для 5159 систем с периодами менее 5 сут, показан на рис. 2, где максимальный пик отвечает периоду $P_* = 159.7(7)$ мин. Его априорная значимость, т. е. для наперед заданного периода, равна $W' = 6.1\sigma$; с учетом же числа независимых пробных частот, ≈ 1000 , фактическая значимость $W = 4.8\sigma$ с вероятностью $p \approx 1.6 \times 10^{-6}$. Если менять верхнюю границу периодов двойных, P_L , в пределах 1–10 сут, значение P_* практически не изменяется, а значимость W' варьирует от 5.5σ до 9.1σ (см. табл. 1, где приведены периоды пиков P_* для разных P_L). Таким образом, результат – присутствие доминантного периода P_* – не зависит от границы P_L и говорит, что наиболее устойчивы системы с периодами $\approx 2\pi^k Z^m P_G$, где период гипотетической волны, или “процесса”, $P_G = 159.7(7)$ мин, а частота $\nu_G = 104.4(5)$ мкГц.

Другие пики на рис. 2 меньше по амплитуде и статистически малозначимы или незначимы при учете числа пробных частот. Например, второй по высоте пик $\log \nu = 2.368$ ($P \approx 71.4$ мин) имеет априорную значимость 4.8σ , но фактическая его значимость $W = 3.2\sigma$. Он является, по-видимому, артефактом вычислений, поскольку отсутствует в спектрах рис. 4–6 (заметим, в частности, что $4P_G/9 \approx 71.0$ мин, $\pi P_G/7 \approx 71.7$ мин, а в среднем ≈ 71.4 мин).

Детальные вычисления показали, что P_G -эффект обусловлен в основном первым слагаемым выражения (3), поскольку нормированные амплитуды пиков P_* первого и второго слагаемого отвечают значимостям W' примерно 5.5σ и 3.1σ соответственно (при изменении P_L в пределах 5–10 сут).

Таблица 1. Период P_* двойных при различных границах P_L

P_L , сут	N	P_* , мин	W'
10.0	5774	159.3(0.7)	6.0 σ
9.0	5706	159.4(0.7)	5.8 σ
8.0	5622	159.6(0.7)	5.7 σ
7.0	5523	159.4(0.7)	6.0 σ
6.0	5380	159.4(0.7)	5.8 σ
5.0	5159	159.7(0.7)	6.1 σ
4.0	4852	159.7(0.8)	5.5 σ
3.5	4642	159.4(0.9)	6.5 σ
3.0	4330	159.7(1.0)	7.6 σ
2.5	3964	159.7(1.2)	5.6 σ
1.5	3032	159.8(1.9)	8.4 σ
1.0	2382	160.4(2.8)	9.1 σ

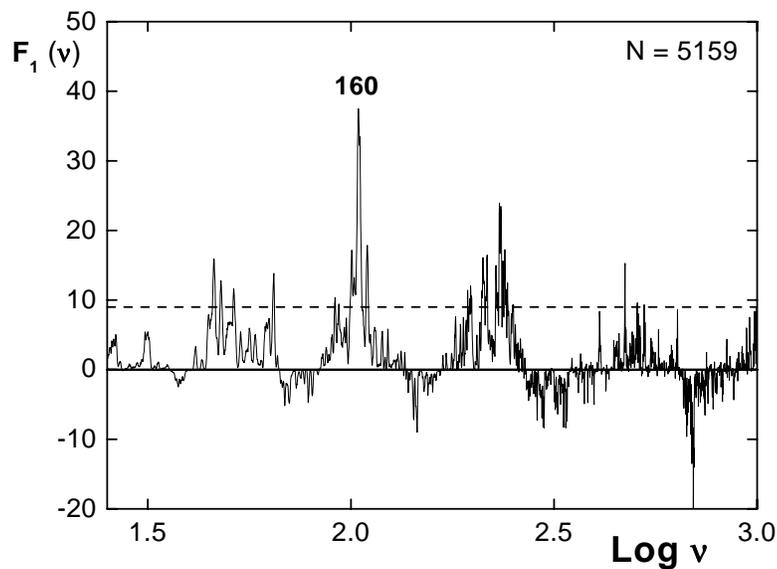


Рис. 2. Спектр $F_1(\nu)$ для 5159 ТДС с периодами $P < 5$ сут. Пунктирная линия соответствует априорной значимости 3σ , частота ν – в мкГц (то же на других аналогичных графиках); главный пик отвечает периоду 160 мин

5 Взрывные переменные

Особый интерес представляют сверхбыстрые ротаторы – взрывные переменные, рентгеновские двойные малой массы и родственные объекты (ВП, $N = 609$), распределение которых показано на рис. 3. Большинство ВП имеют периоды < 1 сут, поэтому вначале вычисления сделаны только для первого слагаемого функции (3). Затем, согласно алгоритму (4), для всех ВП вычислен соответствующий спектр $F_2(\nu)$, приведенный на рис. 4. Главный пик со значимостью $W' = 8.5\sigma$ соответствует периоду 160.3(2.8) мин – тому же, что и “резонанс-период” P_* выборки всех ТДС согласно рис. 2 и табл. 1.

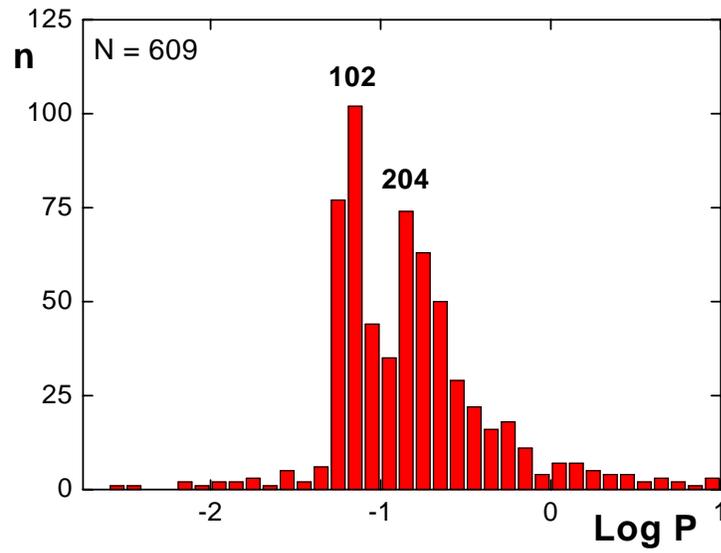


Рис. 3. Гистограмма орбитальных периодов 609 взрывных переменных (включая родственные объекты; период P – в сутках). Числами указаны периоды двух главных пиков: 102 мин и 204 мин

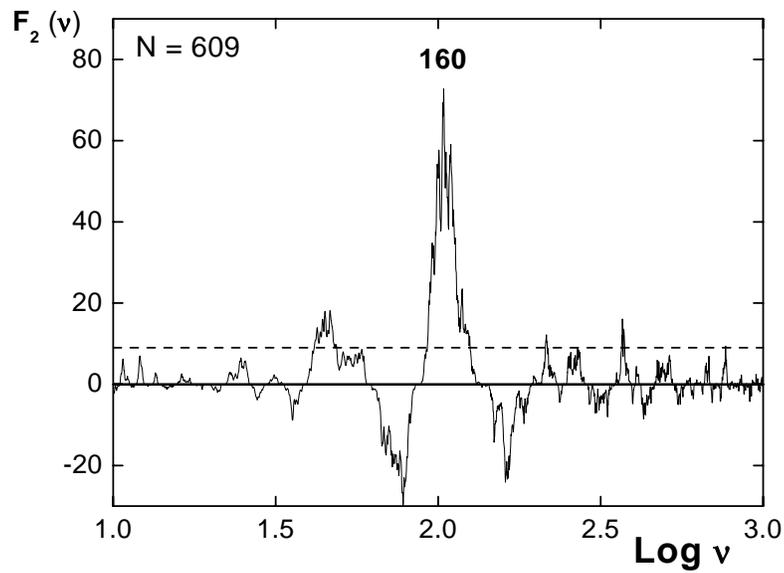


Рис. 4. Спектр $F_2(\nu)$, вычисленный для 609 взрывных переменных и родственных систем; максимум соответствует периоду 160 мин

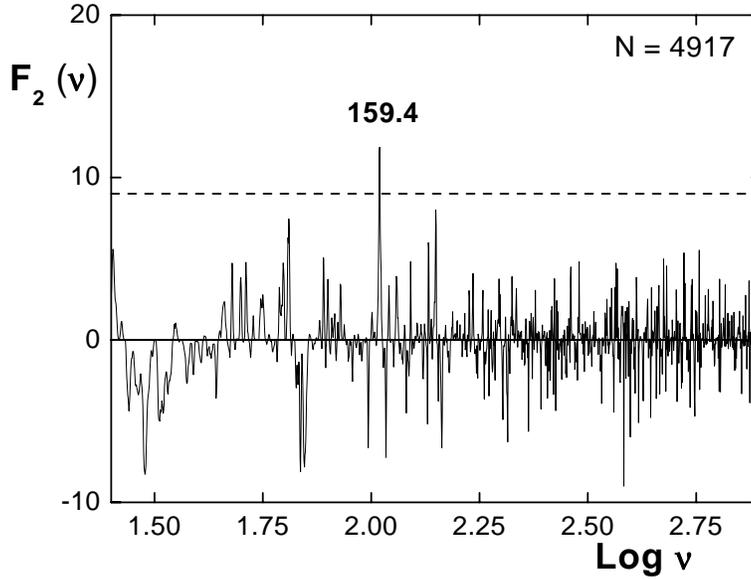


Рис. 5. То же, что на рис. 4, для 4917 двойных с периодами < 7 сут (ВП-системы исключены). Главный пик соответствует $P = 159.4(7)$ мин

Можно было бы думать, что $P_G(P_*)$ -максимум ВП обусловлен известными особенностями распределения (рис. 3): “провалом” для $P \approx 153$ мин и максимумами на периодах $P_1 = 102$ мин и $P_2 = 204$ мин, поскольку $P_1 = P_2/2 \approx 2P_G/\pi$. Котовым (2005), однако, показано, что ситуация обратная: сами экстремумы обусловлены “вездесущим” P_G -антирезонансом.

Для дополнительного доказательства вычислен такой же спектр $F_2(\nu)$ для “обычных” ТДС, т. е. с исключением ВП. А именно: для 4917 двойных Галактики с периодами < 7 сут, без ВП. Результат показан на рис. 5, где максимальный пик отвечает периоду 159.4(7) мин. Он установлен выше по независимой выборке ВП-систем, поэтому фактическая значимость пика $W = W' = 3.4\sigma$ ($p \approx 7 \times 10^{-4}$; при изменении границы P_L от 1.5 сут до 10 сут период пика не изменяется, значимость же остается в пределах $3.1\sigma - 3.7\sigma$).

6 Спектры ВП-систем и остальных ТДС

Не менее интересны спектры $F_1(\nu)$, вычисленные отдельно для ВП-систем и для всех остальных “обычных” ТДС с периодами менее 10 сут. Эти спектры приведены на рис. 6 и 7: у обоих доминирует один и тот же “мистический” период P_G :

ВП-системы ($N = 609$): $P_* = 159.0(2.8)$ мин, $W' = 7.0\sigma$,

другие ТДС ($N = 5165$): $P_* = 159.3(0.7)$ мин, $W' = 4.1\sigma$.

Итак, распределение всех ТДС нашей галактики модулируется периодом $P_G = P_* \approx 160$ мин неизвестной природы. А именно, число систем с периодами

$$P \approx 2\pi^k Z^m \times P_G \quad (5)$$

статистически больше, чем для случайно распределенных систем, со значимостью *неравномерности* примерно 5σ ($p \approx 6 \times 10^{-7}$). Причем эффект этот наиболее сильно выражен при $k = -1$, т. е. для соизмеримостей типа $P_i \approx 2Z^m P_G/\pi$.

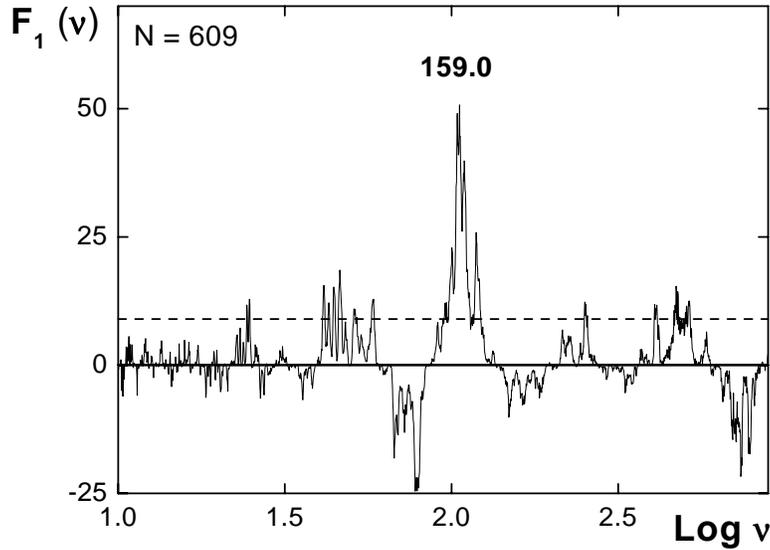


Рис. 6. Спектр $F_1(\nu)$ для 609 ВП-систем. Главный пик соответствует периоду 159.0(2.8) мин

У самых быстрых ротаторов – ВП (вместе с родственными объектами) – модуляция “ $2P_G/\pi$ ” проявляется явным образом. А именно в виде трех знаменитых особенностей распределения на рис. 3: (1) максимум на периоде $\approx P_1 = 2P_G/\pi \approx 102$ мин, (2) максимум $\approx P_2 = 4P_G/\pi \approx 204$ мин и (3) провал на периоде $\approx (P_1 + P_2)/2 = 3P_G/\pi \approx 153$ мин. Интерес вызывает и совпадение $P_G/2$ с короткопериодическим “обрывом” распределения вблизи $P \approx 80$ мин.

Что касается распределения всех ТДС Галактики (рис. 1), то и здесь видны дополнительные – помимо 102 мин и 204 мин – максимумы, которые следует связать с π -несоизмеримостью, или π -стационарностью, орбитальных частот. А именно:

(а) 511 мин: $\pi P_G \approx 503$ мин,

(б) 4058 мин: $8\pi P_G \approx 4021$ мин.

Вся совокупность ТДС Галактики как бы стремится измерить “неизмеримое π ”...

Выражение (5) – очевидный аналог формулы Бора для квантования момента импульса электрона в атоме водорода:

$$m_e v r = Z \times \hbar, \quad (6)$$

где v – скорость электрона, r – радиус орбиты. Заменяв v фундаментальной скоростью c и выразив r через соответствующий период орбиты $P_e = 2\pi r/c$, для атома получаем:

$$P_e = 2\pi Z \times \hbar/m_e c^2. \quad (7)$$

Сопоставляя (5) и (7) заключаем, что в мире двойных период P_G выступает аналогом константы $\hbar/m_e c^2$ для водородоподобного атома. А умножив обе *временные* константы на c , приходим к удивительному выводу, что длина волны (в см)

$$L_G = c \times P_G = 2.88 \times 10^{14} \quad (8)$$

макрокосмоса служит “квантовым” аналогом комптоновской длины волны микрокосмоса (в см):

$$\lambda_C = \hbar/m_e c = 3.86 \times 10^{-11}. \quad (9)$$

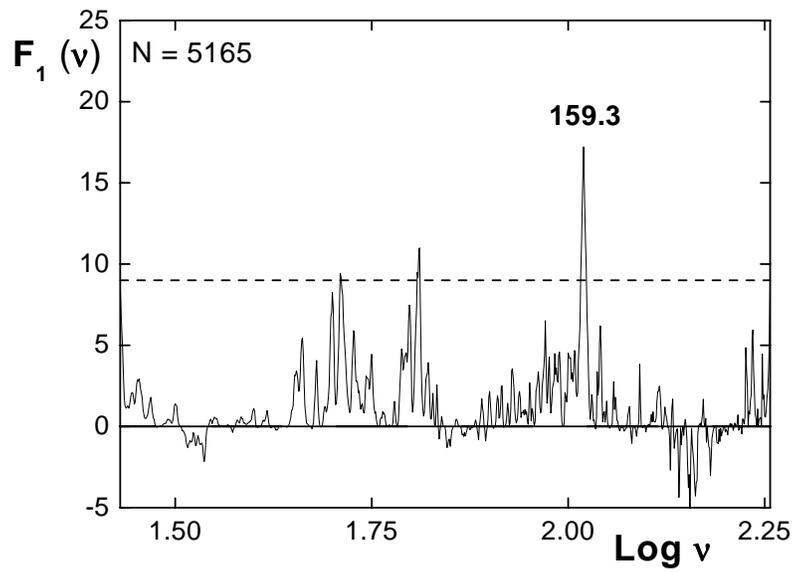


Рис. 7. То же, что на рис. 6, для 5165 двойных с периодами < 10 сут (без ВП-систем). Главный пик отвечает $P = 159.3(7)$ мин

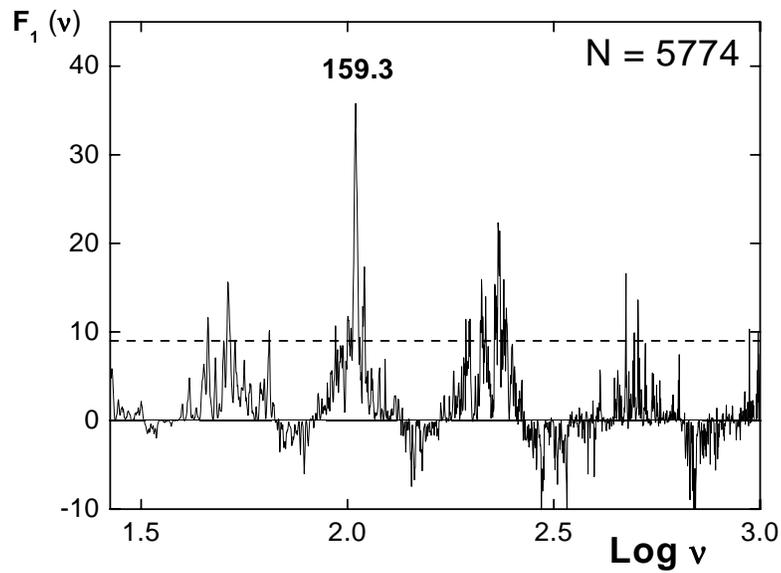


Рис. 8. Спектр $F_1(\nu)$ всех двойных Галактики с периодами < 10 сут ($N = 5774$). Главный пик отвечает периоду 159.3(7) мин

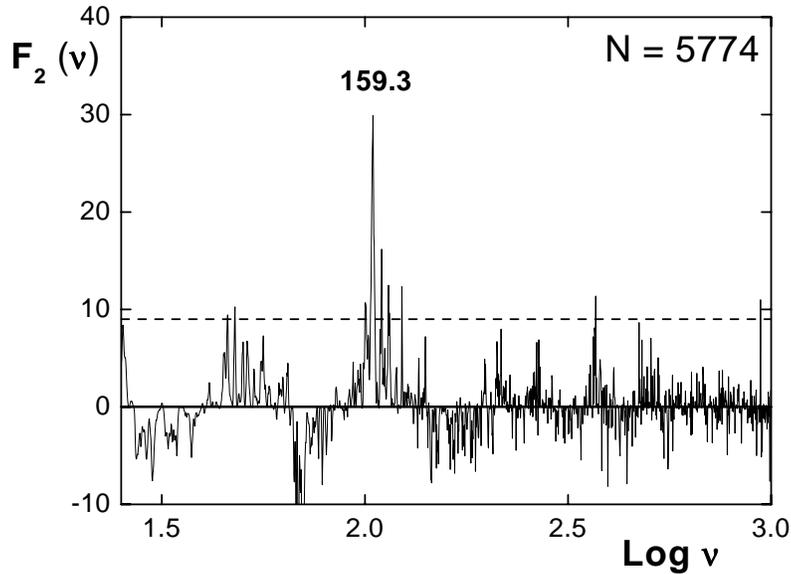


Рис. 9. Спектр $F_2(\nu)$ двойных Галактики с периодами < 10 сут ($N = 5774$)

Как тут не вспомнить идеи Гераклита о единстве Вселенной и о закономерности протекающих в ней явлений.

7 Все ТДС Галактики

Интерес представляют спектры всех ТДС, $N = 5774$, без разделения на ВП-системы и остальные. Такой спектр $F_1(\nu)$ приведен на рис. 8, где максимальный пик отвечает периоду 159.3(7) мин с априорной значимостью 6σ ; фактическая его значимость $W = 5\sigma$ (заметим, что этот спектр вычислен для широкого диапазона пробных частот: по периоду от 17 мин до 626 мин). Все остальные пики статистически незначимы при учете числа пробных частот.

Спектр $F_2(\nu)$ всех галактических двойных приведен на рис. 9, и он демонстрирует доминирование того же вездесущего π -антирезонанса: $P = 159.3(7)$ мин, $W' = 5.4\sigma$.

8 Свойство физического вакуума?

Когда в начале XXI в. смотрим на далекие объекты Вселенной, представляется, что единственным ограничивающим фактором является лишь наше воображение: новые пространства, новые понятия и экзотические объекты, новая материя и энергия, новые неистовые процессы... Действительно, в последнее десятилетие космологи пришли к выводу, что около 5 % энергии Вселенной сосредоточено в виде обычной материи и примерно 25 % – в виде невидимой “темной материи” (ТМ) состоящей из загадочных частиц нейтрально, оказывающих только гравитационное воздействие на обычное “видимое” вещество, и примерно 0.1 % – в виде фотонов и нейтрино. А 70 % Вселенной еще более таинственны: в форме темной энергии (ТЭ), которая распределена однородно в пространстве и эволюционирует очень медленно, если вообще эволюционирует. Ее плотность почти постоянна в пространстве и времени, и мы пока очень далеки от понимания природы ТЭ, хотя многие космологи уже уверены, что это и есть “космический вакуум” (Чернин, 2005). Расширение же Вселенной

ускоряется, что установлено в 1998 г. по сверхновым типа Ia, и оно происходит благодаря антигравитации, создаваемой ТЭ, или вакуумом. Тогда не является ли странный вид “вакуумной энергии” свойством самого пространства-времени? А найденный “ π - ν_G -эффект” ТДС – свойством этой вакуумной энергии?

Удивительные сюрпризы открывает вереница новых наблюдений и открытий, переворачивая наше понимание Космоса. В связи с этим Кэррол (2005) замечает: “Мы живем в нелепой Вселенной: наблюдаемая смесь обычного вещества, темных материи и энергии не несет много смысла. Но это не сама Вселенная нецелесообразна; абсурдны наши теории, не способные обрести совершенство и смысл”. И даже главный изобретатель и архитектор инфляции Гут (Guth) (Надис, 2005) замечает: “Но мы так же, как и раньше, не нашли ключей к описанию Вселенной в терминах фундаментальной физики”. Возможен и простой ответ: отсутствие вообще причинности в Макромире? Может, сам далекий Космос нелепый, абсурдный?

Гришук (2005), ужасаясь тому, что теоретики “стандартного инфляционного результата” предсказывают произвольно большие амплитуды возмущений плотности и кривизны убежден, что это вымышленная, а не практическая космология, и в основе ее лежит глубоко ошибочная теория, дающая неверные предсказания. До сих пор не все ясно и с проверкой эффектов для света, предсказываемых частной теорией относительности и ОТО, а также с истолкованием красного смещения z и определением возраста Вселенной, а в итоге – со всей теорией расширяющейся Вселенной (Колесников и др., 2005). Кэррол (2005) независимо подчеркивает, что мы идем, вероятно, вообще по неправильному пути; может, ТЭ на самом деле отсутствует, а ОТО терпит поражение на космологических масштабах? Возможно, там включаются неизвестные эффекты и другие, неведомые законы? Мы же добавим: в далеком Космосе, по-видимому, вообще отсутствует причинность? Как в микромире, что доказано в конце прошлого века экспериментами по проверке “локального реализма”. Прочитав и генетика Холдейна (Haldane): “Вселенная не только страннее, чем мы предполагаем, но страннее, чем мы *можем* предположить”.

Многие задаются и таким вопросом: почему в настоящую эпоху ТМ и ТЭ сравнимы между собой? Ответы некоторые ищут в суперсимметрии и экстра-размерностях. Или в “квинтэссенции” – новом “невидимом” поле, подобном электромагнитному или гравитационному, вселенском “моторе”, ускоряющем расширение Вселенной и который сродни, наверное, эфиру конца XIX в. Или даже эфиру или “перводвигателю” Аристотеля и *quinta essentia* средних веков? Не обусловлено ли тогда странное π -свойство двойных звезд самим вакуумом, его загадочными свойствами, разрушающими “нормальную” физику?

9 Пульсации Солнца

В 1974 г. у нашей звезды была обнаружена пульсация с частотой $\nu_0 = 104.160(1)$ мкГц. Объяснить явление в рамках современных гелиосейсмологии и теории внутреннего строения звезд представляется невозможным (Котова, 1985). Пульсация имеет, по-видимому, космологическое происхождение, поскольку (а) такая же частота обнаруживается в вариациях блеска некоторых внегалактических источников и (б) она не зависит от красного смещения z (Котов и Лютый, 2003). Более того, соответствующий период $P_0 = 1/\nu_0 = 160.0101(15)$ мин очень просто выражается через фундаментальные константы физики:

$$P_0 \approx \frac{\hbar^3}{m_e e^4} \times \left(\frac{\hbar c}{2G m_e m_p} \right)^{1/2}, \quad (10)$$

и трактуется как период электрона (159.0 мин), осциллирующего в поле тяжести протона. Близкое значение, 166.9 мин, дает для Солнца и обычная формула маятника:

$$P_{\odot} = 2\pi \times \left(\frac{R_{\odot}}{g_{\odot}} \right)^{1/2}, \quad (11)$$

где g_{\odot} – ускорение силы тяжести на поверхности Солнца; такой же период имела бы гипотетическая планета, обращающаяся на расстоянии R_{\odot} от центра Солнца. Приравняв (10) и (11), получаем еще одно интригующее почти-равенство:

$$\frac{M_{\odot}}{m_p} \approx \left(\frac{R_{\odot}}{a_0} \right)^3, \quad (12)$$

где $a_0 = \hbar^2/m_e e^2$ – радиус первой борновской орбиты (равенство выполняется с точностью до фактора ≈ 2). Отсюда следует, что средние плотности атома водорода и Солнца практически одинаковы.

Соотношения (10)–(12) позволяют говорить о неких “космических вибрациях” атома водорода, основного элемента Вселенной, с частотой $\approx \nu_0(\nu_G)$. Опираясь же на представление квантовой физики о нелокальности фотона и других элементарных частиц, правомерно говорить тогда и о “всеобщих”, или *космологических*, осцилляциях водорода, или даже всей Вселенной, с частотой ν_0 . Понятие нелокальности ведет далее к мысли о когерентности таких *осцилляций* на космологических расстояниях. А если связать такую “когерентную космическую осцилляцию” с флуктуациями некоего *поля*, то последнее следует отождествить, наверное, с квинтэссенцией – гипотетическим полем, пронизывающим обозримую Вселенную. Его упорно ищут космологи, но оно вряд ли отличается от эфира...

10 Заключение

По Канту, трансцендентальны все априорные познавательные формы, организующие эмпирическое познание. В этом смысле трансцендентальны формы чувственности – пространство и время, и категории – субстанция, независимость, причинность и др. Кант называл трансцендентальным и “... всякое познание, занимающееся не столько предметами, сколько видами нашего познания предметов, поскольку это познание должно быть возможным а priori”. С этой точки зрения *трансцендентально* не только число π , но и *пространство-время, вакуум, гравитация, возраст Вселенной, сама Вселенная с ее квинтэссенцией, и космология...* Трансцендентально и понятие *фотон* (или “метафизический М-фотон”), с которым мы неизбежно и всегда связываем наше представление о пространстве-времени, материи, фундаментальной скорости c и обмене информацией. Здесь уместно процитировать Клышко (1994), напомнившего нам снова о некоторых нестареющих идеях Платона и Канта: “М-фотон, как и 60 лет назад, остается ‘вещью в себе’, и мы по-прежнему играем роль обитателей платоновой пещеры, наблюдающих лишь тени или проекции квантового мира”.

Действием монохроматической гравитационной волны, имеющей частоту ν_G и реликтовое, например, происхождение, объяснить ν_G -эффект ТДС не удастся из-за крайне малой амплитуды возможных возмущений метрики (Котов, 2005): даже времени существования Вселенной недостаточно, чтобы установился резонанс, или, точнее, π - ν_G -антирезонанс. Поэтому этот эффект – новая загадка астрономии, в основе которой лежит очевидная по значимости, но непонятная по сути “физическая” роль числа π . По убеждению Котова и Лютого (2003), частота $\nu_0(\nu_G)$ – космологической природы и трактуется как частота *когерентной космической осцилляции*, – частота, не зависящая ни от масс компонент, ни от типа или возраста системы или объекта, ни от красного смещения z . Она регистрируется как в глобальных колебаниях Солнца, так и в малоамплитудных флуктуациях блеска активных ядер галактик. Ей подчиняется и распределение частот пульсаций звезд типа Дельта Щита (Котов и Котов, 1997). Физическая природа ν_0 -осцилляции непонятна, но ее свойства тесно связаны, наверное, с квантовыми явлениями нелокальности, необратимости и дальнего действия, экспериментально доказанными в конце ушедшего века для фотонов и элементарных частиц (Белинский, 1997; Кадомцев, 2003).

Число же π выступает для двойных, как и во многих постоянных квантовой механики и атомной физики, в виде “абсолюта” нашего пространства, или как фактор совершенной несоизмеримости частот, или наилучшей устойчивости звездных орбит. И напрашивается вывод: если число π – константа пространства, то, наверное, $P_0 \approx 160.0101$ мин – константа времени? Но вторая, в отличие

от первой, – размерная. Тогда вопрос: можно ли пространство и время объединять в единое четырехмерное многообразие?

Для нас также очевидно, что знаменитый провал взрывных переменных, рентгеновских двойных малой массы и родственных объектов на периоде $3P_G/\pi \approx 153$ мин не связан с эволюцией ТДС. Он не является и продуктом бесчисленных и изящных механизмов теории (см., например, Спруит и Риттер, 1983; Тутуков и др., 1985), а вызван именно π - ν_G -стационарностью орбит. Или, короче, неизвестными пока нам внутренними свойствами пространства-времени с мистической ролью “господина числа” π , всегда вызывающему волнение и трепет теоретиков. Ибо (Левкипп): “Ничего не происходит без причины, все в своей основе имеет силу необходимости”.

Система двойных Галактики приютила прославленное число π , бросив новый вызов нашему разуму. Это число “правит” в мире фундаментальных взаимодействий и среди физических констант, оно зримо, “вещественно” присутствует как в арифметике, так и в геометрии, а сейчас находим его и в Космосе – в мире двойных звезд. Ну как тут не вспомнить снова с уважением Платона, утверждавшего примерно 2400 лет назад, что основа всего – “единое”. А оно у Платона обладает странными свойствами (Лосев, 1975): (а) не имеет никаких признаков и частей (ни начала, ни конца), (б) не занимает никакого пространства, (в) не может двигаться (лишено изменения и множественности), (г) к нему не применимы признаки тождества, различия и подобия, (д) о нем вообще ничего нельзя сказать, ибо оно лишено всякого бытия, ощущения и мышления, и (е) в этом источнике запряваны “идеи” вещей и сами вещи, их становление. Таким “сказанием” – о некоем таинственном – нельзя не восхищаться и в нашу эпоху. Может, оно имеет отношение и к поразительному, вездесущему числу π ? Разве можно о нем сказать лучше? Лучше, чем великолепное размышление Платона о “едином”?..

Для меня удовольствие выразить благодарность Б.В. Комбергу, Л.С. Левицкому, В.М. Лютому и Ф.-М. Саншэ (F.-M. Sanchez) за плодотворные дискуссии по проблемам космологического ν_0 -колебания и квантовой нелокальности, а также С.В. Котову и В.И. Ханейчуку за помощь в разработке вычислительных программ.

Литература

- Асмус В.Ф. // Большая советская энциклопедия. Т. 11. М.: Совет. энцикл. 1973. С. 992.
 Белинский А.В. // Успехи физ. наук. 1997. Т. 167. С. 323.
 Грищук Л.П. // Успехи физ. наук. 2005. Т. 175. С. 1289.
 Еганова И.А. // “Поиск математических закономерностей мироздания. Физические идеи, подходы, концепции.” Новосибирск: ИМ СО РАН. 2002.
 Кадомцев Б.Б. // Успехи физ. наук. 2003. Т. 173. С. 1221.
 Клышко Д.Н. // Успехи физ. наук. 1994. Т. 164. С. 1187.
 Колесников А.И., Лютый В.М., Талызин И.В. // Вестн. Тверского гос. унив. Физика. 2005. №. 9. Вып. 2. С. 124.
 Котов В.А. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2005. Т. 101. С. 58.
 Котов (Kotov V.A.) // Solar Phys. 1985. V. 100. P. 101.
 Котов, Котов (Kotov S.V., Kotov V.A.) // Astron. Nachr. 1997. V. 318. P. 121.
 Котов, Котов (Kotov S.V., Kotov V.A.) // JENAM 2000. Book of abstracts. Moscow: GEOS, 2000. P. 80.
 Котов В.А., Лютый В.М. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2003. Т. 99. С. 65.
 Кэррол (Carroll S.) // Sky and Telescope. 2005. V. 109. №. 3. P. 32.
 Лосев А.Ф. // Большая советская энциклопедия. Т. 20. М.: Совет. энцикл. 1975.
 Надис (Nadis S.) // Sky and Telescope. 2005. V. 110. №. 5. P. 32.
 Плуфф (Plouffe S.) // La Recherche. 2005. №. 392. P. 42.
 Синнот (Sinnott R.W.) // Sky and Telescope. 2006. V. 111. №. 4. P. 92.
 Спруит, Риттер (Spruit H.C., Ritter H.) // Astron. Astrophys. 1983. V. 124. P. 267.
 Тутуков А.В., Федорова А.В., Эргма Э.В., Юнгельсон Л.Р. // Письма в Астрон. журн. 1985. Т. 11. С. 123.

Удальский и др. (Udalski A., Olech A., Szymański et al.) // Acta Astron. 1996. V. 46. P. 51.
Чернин А.Д. // Космология: Большой Взрыв. Фрязино: Век 2. 2005.