

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-2-83-92

ФИЗИКА ЧИСЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ

Х. Мюллер*

Рим, Италия

Аннотация. Предлагается подход к проблеме устойчивости систем большого количества связанных периодических процессов, основанный на физической интерпретации некоторых положений теории чисел. Рассматриваются возможные приложения этого подхода к физике планетных систем, астрофизике, физике элементарных частиц и биофизике.

Ключевые слова: число Эйлера, масштабная инвариантность, резонанс, Солнечная система, космическое фоновое излучение, протон, электрон

Введение

Одной из нерешенных фундаментальных проблем физики [1] является устойчивость систем большого количества связанных периодических процессов, какими являются, например, планетные системы.

В данной статье мы предлагаем подход к проблеме устойчивости таких систем, основанный на физической интерпретации некоторых положений теории чисел.

Отправной точкой предлагаемого здесь подхода является измерение как источник данных, которые позволяют нам разрабатывать, верифицировать и фальсифицировать теоретические модели реальности. Результатом измерения является отношение физических величин, одна из которых принята за эталонную величину, называемую единицей измерения.

Независимо от того, измеряется ли расстояние, размер или угол, длина волны или фаза, частота, скорость или длительность какого-либо процесса, масса какого-либо тела или его температура, изначально это отношение представляет собой действительное число, независимо от его последующей интерпретации как компонент вектора или тензора, например.

Будучи действительным числом, результат измерения может аппроксимировать рациональное, иррациональное алгебраическое или трансцендентное число. Различие между рациональными, иррациональными алгебраическими и трансцендентными числами – это не только математическая задача, но и важный аспект устойчивости связанных периодических процессов [2]. Целочисленные, или рациональные, отношения частот связанных периодических процессов могут порождать параметрические резонансные взаимодействия [3], которые могут дестабилизировать эти процессы [4]. Например,

* E-mail: hm@interscalar.com

астероиды не могут длительное время существовать на орбитах, неустойчивых из-за резонансного влияния Юпитера [5]. Такие орбиты формируют щели Кирквуда – области в поясе астероидов, в которых астероиды практически отсутствуют.

В случае рационального отношения орбитальных периодов планет гравитационное взаимодействие постепенно раскачивало бы их орбитальные движения, что могло бы привести к резонансной катастрофе, которая могла бы дестабилизировать Солнечную систему. Следовательно, долговременная устойчивость Солнечной системы возможна только в том случае, если долгосрочно удастся избежать рациональных отношений орбитальных периодов.

В соответствии с этой идеей иррациональные отношения орбитальных периодов не должны порождать дестабилизирующее резонансное взаимодействие, потому что иррациональные числа не могут быть представлены как отношение целых чисел. Однако алгебраические иррациональные числа, будучи действительными корнями алгебраических уравнений, могут быть преобразованы в рациональные числа путем умножения. Например, алгебраическое иррациональное число $\sqrt{2} = 1,41421\dots$ не может стать коэффициентом масштабирования в реальных системах связанных периодических процессов, потому что $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$ создает условия для возникновения параметрического резонанса.

Таким образом, только трансцендентные отношения могут предупреждать параметрический резонанс, ибо их нельзя преобразовать в рациональные или целые числа путем умножения и, следовательно, они в принципе не могут порождать резонансные взаимодействия.

Итак, трансцендентные числа определяют такие отношения физических величин, которые позволяют избежать дестабилизирующих параметрических резонансных взаимодействий.

Однако частоты реальных периодических процессов непостоянны, а флуктуируют. Их изменение во времени описывается производными. Естественно, эти производные также подвержены флуктуациям, которые, в свою очередь, описываются более высокими производными.

Очевидно, существует только одно трансцендентное число, которое позволяет избежать параметрического резонанса в отношении любых производных. Это – число Эйлера $e = 2,71828\dots$ Оно является основанием естественной экспоненциальной функции e^x , единственной реальной функции, которая совпадает со всеми своими производными. Как следствие, число Эйлера позволяет избежать параметрических резонансных взаимодействий между периодическими процессами и любыми их производными. Для рациональных показателей естественная экспоненциальная функция всегда трансцендентна [6]. Таким образом, количественные отношения, равные числу Эйлера и его рациональным степеням, являются условием устойчивости связанных периодических процессов в системах любой степени сложности [7].

Физика числовых отношений в Солнечной системе

Солнечная система содержит более одного миллиона тел крупнее 1 км. Все эти тела совершают орбитальные и вращательные движения. Модели возмущений, основанные на традиционной теории гравитации, предсказывают долговременные крайне нестабильные состояния [8], что противоречит физической реальности Солнечной системы и тысяч экзопланетных систем. Современный набор орбитальных периодов и периодов вращения планет, планетоидов, лун и крупных астероидов в этих моделях является результатом случайного стечения обстоятельств [9]. Дело в том, что законы движения планет Кеплера не могут объяснить современное распределение орбитальных периодов в Солнечной системе, потому что существует бесконечное множество пар орбитальных периодов и расстояний, удовлетворяющих законам Кеплера. Полевые уравнения Эйнштейна не уменьшают теоретическое разнообразие возможных орбит, а увеличивают его.

Несмотря на это теоретическое разнообразие, многие планеты внесолнечных систем, таких как Trappist 1 или Kepler 20, имеют орбитальные периоды, очень близкие к периодам больших спутников Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна [10]. Это удивительно, потому что Trappist 1 находится на расстоянии 40 световых лет от нашей Солнечной системы, а Kepler 20 – почти 1000 световых лет.

Вопрос заключается в том, почему планеты в столь отдаленных системах предпочитают те же орбитальные периоды, если существуют бесконечные возможности? Вероятно, существуют орбитальные периоды, предпочтительные в любой планетной системе галактики. Что делает эти орбитальные периоды предпочтительными?

Мы предполагаем, что предпочтительными с точки зрения устойчивости планетной системы являются орбитальные периоды, которые аппроксимируют трансцендентные отношения, дабы избежать дестабилизирующих параметрических резонансов. Что касается эволюции планетной системы и ее устойчивости, мы ожидаем, что отношение любых двух орбитальных периодов в конечном итоге будет аппроксимировать целочисленные степени числа Эйлера и его корней. Это требование резко снижает теоретическое разнообразие орбит и приводит к тому, что даже в весьма отдаленных друг от друга частях Галактики планетные системы могут иметь похожие наборы орбитальных периодов, что и наблюдается в [11].

Проанализировав отношение периодов обращения планет Солнечной системы, нетрудно заметить, что не только орбитальные периоды соседних планет аппроксимируют целочисленные степени числа Эйлера, но и весьма удаленных друг от друга. Например, сидерический орбитальный период Плутона равен 90 560 дням, а Венеры – 224,7 дням. Натуральный логарифм отношения их орбитальных периодов равен 6,00. В работе [10] мы показали, что отношения орбитальных периодов крупнейших тел Солнечной системы и экзопланетных систем Траппист 1 и Кеплер 20 аппроксимируют целочисленные степени числа Эйлера и его корней. В работе [12] мы проанализировали

орбитальные периоды 1430 экзопланет. Результат подтверждает нашу гипотезу о том, что устойчивость планетных систем поддерживается трансцендентными отношениями орбитальных периодов.

Небесная механика не знает никакого закона о периодах *вращения* небесных тел, кроме сохранения углового момента, который должен оставаться от протопланетного диска. Поэтому нынешнее распределение периодов вращения небесных тел в Солнечной системе считается случайным. Однако этому незнанию противостоит тот факт, что весьма различные по размеру и массе тела, например Юпитер и Церера, а также Земля, Марс и Эрида, имеют почти идентичные периоды вращения.

В работе [12] мы показали, что периоды вращения наиболее крупных тел в Солнечной системе аппроксимируют целочисленные степени числа Эйлера и его корней относительно углового периода собственных колебаний *протона*. Например, период вращения Цереры равен 9,07417 часам и весьма точно аппроксимирует 66-ю степень числа Эйлера, помноженную на угловой период собственных колебаний протона. Периоды вращения Земли и Марса аппроксимируют 67-ю степень числа Эйлера, период вращения Венеры аппроксимирует 72-ю степень числа Эйлера и его квадратный корень, а период вращения Меркурия аппроксимирует 71-ю степень числа Эйлера, помноженную на угловой период собственных колебаний протона.

Та же закономерность имеет место по отношению к орбитальным периодам. Например, орбитальный период Юпитера аппроксимирует 66-ю степень числа Эйлера, помноженную на период собственных колебаний *электрона* [12]. Таким же образом, радиусы орбит аппроксимируют целочисленные степени числа Эйлера и его корней, помноженные на Комптоновскую длину волны электрона. Например, большая полуось орбиты Юпитера аппроксимирует 56-ю степень числа Эйлера, помноженную на Комптоновскую длину волны электрона. Афелий Юпитера дает как верхнюю аппроксимацию (56,01) этой степени, а перигелий дает нижнюю аппроксимацию (55,91) этой степени. Теперь мы можем применить третий закон Кеплера и выразить гравитационный параметр Солнца μ_s через период собственных колебаний электрона τ_e , скорость света c и целочисленную степень числа Эйлера: $\mu_s = \tau_e \cdot c^3 \cdot e^{36}$. В логарифмах куб большой полуоси, деленный на квадрат орбитального периода Юпитера, дает $56 \cdot 3 - 66 \cdot 2 = 36$ -ю степень числа Эйлера. Так как периоды и большие полуоси лунных орбит аппроксимируют целочисленные степени числа Эйлера и его корней, нетрудно вычислить гравитационные параметры их планет. Они отличаются от гравитационного параметра Солнца только целочисленной степенью числа Эйлера. Например, гравитационный параметр Юпитера аппроксимирует 29-ю степень, параметры Урана и Нептуна – 26-ю степень, параметры Земли и Венеры – 23-ю степень. Таким образом, в физике числовых отношений гравитационный параметр не является случайной величиной. Подробнее об этом мы писали в работе [13].

Квантовая физика числовых отношений

Самые долговечные системы, известные науке, имеют масштаб атома. Протон и электрон образуют стабильные атомы, структурные элементы материи. Времена жизни протона и электрона превышают 10^{29} лет. В чем секрет их долговечности?

С точки зрения стандартной модели элементарных частиц электрон стабилен, потому что он является наименее массивной частицей с ненулевым электрическим зарядом [14]. Его распад нарушил бы целочисленное квантование элементарного электрического заряда. Однако этот ответ только переадресовывает вопрос. Чем же тогда объясняется стабильность элементарного электрического заряда?

Стабильность протона в стандартной модели объясняется исходя из факта, что протон является самым легким барионом, а барионное число сохраняется. Также этот ответ только переадресовывает вопрос. Почему же тогда протон – самый легкий барион? Чтобы ответить на этот вопрос, стандартная модель вводит кварки, которые нарушают целочисленное квантование элементарного электрического заряда.

Отношение протона к электрону является фундаментальной физической постоянной, одинаковой для их энергий и масс покоя, собственных частот и комптоновских длин волн. Это наводит на мысль, что их стабильность может иметь физико-числовое происхождение.

Применяя метод аппроксимации цепными дробями, который предложил Александр Яковлевич Хинчин [15], мы показали [2], что отношение протона к электрону аппроксимирует седьмую степень числа Эйлера и его квадратный корень. Этот результат подсказывает, что стабильность протона и электрона является следствием трансцендентности числа Эйлера. В работе [16] мы показали, что массы покоя известных адронов, мезонов, лептонов и векторных бозонов аппроксимируют рациональные степени числа Эйлера, помноженные на массу покоя электрона. В том числе отношения энергий покоя W/Z -бозонов к энергии покоя электрона (0,511 МэВ) аппроксимируют 12-ю степень числа Эйлера [7]. W -бозон (80 385 МэВ) дает нижнюю аппроксимацию (11,97) степени числа Эйлера, а Z -бозон (91 188 МэВ) дает ее верхнюю аппроксимацию (12,09).

Космологическое значение физики числовых отношений

В работе [12] мы показали, что физико-числовой подход приводит к фрактальному скалярному полю, в котором целочисленные и рациональные степени числа Эйлера являются аттракторами трансцендентных чисел. Эти аттракторы определяют те области значений метрических характеристик, которые обеспечивают долговременную устойчивость периодических процессов, связанных в систему любой степени сложности.

Число Эйлера и его рациональные степени являются универсальными масштабными коэффициентами, которые исключают параметрический

резонанс и, таким образом, стабилизируют периодические процессы, связанные в систему.

С этой точки зрения, орбитальный период Плутона можно рассматривать как результат 6-кратного масштабирования (scaling) числом Эйлера орбитального периода Венеры или 3-кратного масштабирования орбитального периода Юпитера.

Масштабирование числом Эйлера (Euler scaling) является метафизическим принципом, имеющим космологические последствия. Число Эйлера стабилизирует не только периодические процессы, относящиеся к одной и той же системе, но и отношения между процессами, которые относятся к совершенно разным системам и масштабам. Например, число Эйлера стабилизирует периоды вращения и орбитальные периоды небесных тел не только по отношению к периодам других тел, но и по отношению к периодам собственных колебаний протона и электрона, как мы показали в [17] и выше. Однако какой физический смысл может иметь такая масштабная инвариантность?

Исключительная долговечность электрона и протона делает их вездесущими во Вселенной. Следовательно, предотвращение электронного или протонного резонанса в реальных системах является важным условием их долговременной устойчивости. Поэтому небесные тела, принимающие участие в периодических процессах астрономического масштаба, избегают не только параметрические резонансы между собой, но и с протонами и электронами, из которых они сами состоят.

Вероятно, число Эйлера, его целочисленные степени и корни способны стабилизировать любые периодические процессы, независимо от их временных или пространственных масштабов и уровня сложности. Например, орбитальный эллипс Земли завершает полный поворот каждые 112 000 лет относительно неподвижных звезд. В то же время угол наклона земной оси к плоскости её орбиты совершает вековые колебания с периодом 41 000 лет. Нетрудно заметить, что отношение этих периодов аппроксимирует число Эйлера. Кроме того, период 112 000 лет аппроксимирует 77-ю степень числа Эйлера относительно углового периода ($1,28809 \cdot 10^{-21}$ с) собственных колебаний электрона. Поворот земной оси (прецессия) происходит с периодом около 25 765 лет, который аппроксимирует 83-ю степень числа Эйлера относительно углового периода ($7,01515 \cdot 10^{-25}$ с) собственных колебаний протона.

С момента своего рождения Солнце совершило около 20 оборотов вокруг центра Галактики, и за это время Солнечная система проходила много раз через спиральные рукава галактического диска. Орбита Солнца в Галактике не является круговой. Существуют временные вариации расстояния от центра Галактики с периодом 170 миллионов лет. Этот период является результатом 90-кратного масштабирования числом Эйлера периода ($2\pi \cdot 7,01515 \cdot 10^{-25}$ с) собственных колебаний протона. Траектория Солнца совершает также колебания перпендикулярно галактической плоскости с периодом 63 миллиона лет. Нетрудно заметить, что отношение периодов $170 / 63 = 2,7$ аппроксимирует число Эйлера.

Результатом 90-кратного масштабирования числом Эйлера углового периода собственных колебаний протона является недавно обнаруженный геологический цикл с периодом 27 миллионов лет [18]. Отношение $170 / 27 \approx 2\pi$ наводит на мысль, что радиальные компоненты 170 миллионов летних колебаний расстояния Земли от центра Галактики являются мотором 27 миллионов летнего геологического цикла.

В Солнечной системе число Архимеда $\pi = 3,14159\dots$ связывает орбитальные периоды одних тел с периодами вращения других. Например, период полного оборота Солнца (включая полярные регионы) вокруг своей оси равен 35 дней, а орбитальный период Венеры в 2π раз больше. Период вращения Меркурия равен 58 дней, а орбитальный период Земли в 2π раз больше. Орбитальный период Марса равен 1,89 года, а орбитальный период Юпитера в 2π раз больше.

Стабильность и универсальность электрона и протона позволяет рассматривать их физические характеристики как естественную метрологию, полностью совместимую с системой планковских единиц. Макс Планк писал [19], что эти единицы «сохраняют свое значение во все времена и для всех культур, включая инопланетных и нечеловеческих, и поэтому их можно назвать естественными единицами измерения». Через целочисленные и рациональные степени числа Эйлера они задают метрические характеристики процессов, обладающих выделенной устойчивостью и, следовательно, наибольшим распространением во Вселенной.

В космологии, основанной на теории Большого взрыва, современная температура (2,726 К) космического микроволнового фонового излучения, будучи результатом перманентного охлаждения расширяющейся Вселенной, является случайной величиной. В физике числовых отношений это отнюдь не так, потому что 2,72548(57) К в пределах указанной погрешности равна чернотельной температуре электрона, деленной на 21-ю степень числа Эйлера и его квадратный корень, которая также аппроксимирует 29-ю степень числа Эйлера по отношению к чернотельной температуре протона [7].

Резонируя с электронами, микроволны могут повышать их энергию и дестабилизировать материю. Температура 2,726 К позволяет избежать параметрического резонанса космических микроволн с электронами и протонами, дабы не препятствовать образованию сложных молекул, необходимых в том числе и для формирования биосистем.

Образуя атомы и молекулы, протоны и электроны также являются универсальными агентами биофизических и биохимических процессов. Посредством трансцендентного масштабирования число Эйлера стабилизирует биологические процессы вплоть до субатомных масштабов электрона и протона.

Биофизика числовых отношений

Биологические процессы чрезвычайно сложны, и их устойчивость имеет жизненно важное значение. Поэтому мы ожидаем, что отношения граничных частот периодических биологических процессов аппроксимируют число

Эйлера. В том числе нервные системы, вероятно, используют число Эйлера как стабилизатор.

Электрическая активность мозга млекопитающих, включая человека, эмпирически разделена на Тэта (активная фаза сна) в диапазоне частот от 3 до 7 Гц, Альфа (переход от сна к бодрости) от 8 до 13 Гц и Бета (бодрость) от 14 до 36 Гц. Ниже 3 Гц активность мозга меняется на Дельта (глубокий сон), а выше 36 Гц на Гамма (межполушарная активность). Частоты 3,0 Гц, 8,2 Гц, 13,5 Гц и 36,7 Гц определяют границы, разделяющие эти типы мозговой активности. Устойчивость этих частотных границ необходима для нормальной мозговой активности. Сдвиги частотного раздела Тэта–Альфа или Альфа–Бета активностей у человека могут вызывать трудности с речью и пониманием, депрессию, тревогу или другие психические расстройства.

Нетрудно убедиться в том, что отношения этих граничных частот аппроксимируют число Эйлера или его квадратный корень [7]. Кроме того, граничные частоты мозговой активности являются результатом трансцендентного масштабирования собственной частоты электрона. Действительно, разделив угловую частоту ($7,76344 \cdot 10^{20}$ Гц) электрона 46 раз на число Эйлера, мы в точности получим частоту (8,2 Гц) Тэта–Альфа раздела мозговой активности, которая отделена числом Эйлера и его квадратными корнями от всех остальных частотных разделов мозговой активности. Это обстоятельство подчеркивает важность квантово-физической стабильности частотных разделов электрической активности мозга.

Эвристическое значение физики числовых отношений

Физика числовых отношений позволяет прогнозировать эволюцию систем связанных периодических процессов любого уровня сложности. Например, орбитальный период Луны аппроксимируют 61-ю степень числа Эйлера, помноженную на период собственных колебаний электрона. Однако современное значение орбитального периода Луны достигает только 60,95-ю степень числа Эйлера. Следовательно, Луна должна еще увеличивать свой орбитальный период и соответственно, своё расстояние от Земли, что и наблюдается в [20]. В отличие от стандартных моделей физика числовых отношений подсказывает, что увеличение расстояния Луны от Земли прекратится, как только ее орбитальный период достигнет 29 дней, что соответствует целочисленной степени числа Эйлера.

Современная теоретическая физика ориентирована на уравнения, даже если их нельзя решить. Язык уравнений основан на законах сохранения, которые, однако, описывают поведение процессов в некоторых идеальных условиях равновесия и консервации. Тем не менее поиск уравнения, описывающего наблюдаемый процесс, нередко считается приоритетной задачей теоретического исследования. При этом, как правило, числовые отношения считаются частными и остаются за пределами теоретического интереса.

В настоящей работе мы попытались осветить физический смысл числовых отношений и показать их теоретическую и прикладную значимость.

Аппроксимируя трансцендентные отношения количественных характеристик, реальные процессы избегают дестабилизирующих резонансных взаимодействий и обретают продолжительную устойчивость. Вероятно, традиционную парадигму физического взаимодействия следует дополнить принципом избегания взаимодействия, если оно может оказаться дестабилизирующим.

Масштабная инвариантность количественных характеристик относительно целочисленных степеней числа Эйлера и его корней, вероятно, является одной из фундаментальных характеристик организованной материи и универсальным принципом ее устойчивости [21].

Литература

1. *Hansson J.* The 10 Biggest Unsolved Problems in Physics // International Journal of Modern Physics and Applications. 2015. Vol. 1, no. 1. P. 12–16.
2. *Müller H.* The Physics of Transcendental Numbers // Progress in Physics, 2019. Vol. 15. P. 148–155.
3. *Panchelyuga V.A., Panchelyuga M. S.* Resonance and Fractals on the Real Numbers Set // Progress in Physics. 2012. Vol. 8. P. 48–53.
4. *Dombrowski K.* Rational Numbers Distribution and Resonance // Progress in Physics. 2005. Vol. 1. P. 65–67.
5. *Minton D. A., Malhotra R.* A record of planet migration in the main asteroid belt // Nature. 2009. Vol. 457. P. 1109–1111.
6. *Hilbert D.* Über die Transcendenz der Zahlen e und π // Mathematische Annalen. 1983. Vol. 43. P. 216–219.
7. *Müller H.* On the Cosmological Significance of Euler’s Number // Progress in Physics. 2019. Vol. 15. P. 17–21.
8. *Heggie D. C.* The Classical Gravitational N-Body Problem. URL: arXiv:astro-ph/0503600v2. 11 Aug. 2005. P. 1–18.
9. *Wolfson M. M.* Planet formation and the evolution of the Solar System. URL: arXiv:1709.07294. 2017. P. 1–45.
10. *Müller H.* Global Scaling of Planetary Systems // Progress in Physics. 2018. Vol. 14. P. 99–105.
11. Catalog of Exoplanets. Observatoire de Paris. URL: <http://exoplanet.eu/catalog/>
12. *Müller H.* Physics of Transcendental Numbers meets Gravitation // Progress in Physics. 2021. Vol. 17. P. 83–92.
13. *Müller H.* Scaling of body masses and orbital periods in the Solar System as consequence of gravity interaction elasticity // Abstracts of the XII International Conference on Gravitation, Astrophysics and Cosmology, dedicated to the centenary of Einstein’s General Relativity theory. Moscow: RUDN, 2015. ISBN 978-5-209-06616-3.
14. *Steinberg R. I. et al.* Experimental test of charge conservation and the stability of the electron // Phys. Rev. 1975. D 12. P. 2582.
15. *Khinchine A.* Continued fractions // Chicago: University of Chicago Press, 1964.
16. *Müller H.* Fractal Scaling Models of Natural Oscillations in Chain Systems and the Mass Distribution of Particles // Progress in Physics. 2010. Vol. 6. P. 61–66.
17. *Мюллер Х.* Скейлинг как фундаментальное свойство собственных колебаний вещества и фрактальная структура пространства-времени // Основания физики и геометрии. М.: РУДН, 2008. ISBN 978-5-209-03268-7.

18. *Müller H.* Physics of Transcendental Numbers on the Origin of Astrogeophysical Cycles // Progress in Physics. 2021. Vol. 17. P. 225–228.
19. *Planck M.* Über Irreversible Strahlungsvorgänge // Sitzungsbericht der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. 1899. Vol. 1. P. 479–480.
20. *Bills B. G., Ray R. D.* Lunar Orbital Evolution: A Synthesis of Recent Results // Geophysical Research Letters. 1999. Vol. 26, no. 19. P. 3045-3048.
21. *Müller H.* Global Scaling. The Fundamentals of Interscalar Cosmology // New Heritage. Publishers, Brooklyn, New York, USA, 2018. ISBN 978-0-9981894-0-6.

PHYSICS OF NUMERICAL RELATIONSHIPS

H. Müller*

Rome, Italy

Abstract. An approach to the problem of stability of systems of a large number of bound periodic processes is proposed, based on the physical interpretation of certain statements of number theory. Possible applications of this approach to the physics of planetary systems, astrophysics, elementary particle physics and biophysics are considered.

Keywords: Euler's number, scaling, resonance, solar system, cosmic background radiation, proton, electron

* E-mail: hm@interscalar.com