

**Числофизика: Сборник статей за 2013 г
(Physics: Collection of articles for 2013)**

Александр Васильевич Исаев
(Alexander Vasilievich Isaev)

Abstract

Статьи рассказывают о том, как законы мира натуральных чисел (а также проточисел и экзочисел) "моделируют" дискретное пространство-время (его фундаментальную "ткань").

The articles describe how the laws of the world of natural numbers (as well as proto-numbers and ex-numbers) "model" discrete space-time (its fundamental "fabric").



<http://svetlana-anael.berdsk.ru/wp-content/uploads/2012/04/numerologiya-magiya-sudibi.jpg>

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Три столпа виртуальной космологии	3
2. Тёмная материя в мире ... чисел	7
3. Постоянная тонкой структуры... в мире чисел?	10
4. «Любовь» природы к малым числам	14
5. Про двойников нашей Вселенной	17
6. Возраст Вселенной – 29 млрд лет	20
7. Числа Ферма и... фракталы	24
8. Многоугольники и... 4 % видимой Вселенной	27
9. Видимая яркость звезд (и в... рублях)	36
10. Скрытое время в квантовой теории и в мире чисел	40
11. Размерность пространства	44
12. Довзрывная эпоха (перед Большим взрывом)	50
13. Цифровая физика	58
14. Что такое изоморфизм?	60



<http://lounb.ru/lipnames/images/stati/cheboshov/cheboshovt6.jpg>

1. Три столпа виртуальной космологии

В мире чисел существует бесконечный ряд так называемых *простых чисел*: 2, 3, 5, 7, 11, 13, ... – эти числа делятся только на 1 и на самих себя. Все остальные натуральные числа N называют *составными*. В мире натуральных чисел *простые числа* – это что-то вроде *фундаментальных* «кирпичиков» мироздания в физике. Скажем, вроде фундаментальных частиц (в Стандартной модели), или вроде квантовых струн, лежащих в основе всего на свете (в теории струн). *Фундаментальность* простых чисел заключается в том, что *любое* натуральное число N в *каноническом виде* – это произведение исключительно *простых чисел*, например, $N = 12345678 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 47 \cdot 14593$ и никакой иной набор простых чисел (их порядок значения не имеет) при перемножении ни даст число $N = 12345678$, то есть никакие иные сомножители этого числа N нам не дадут.

Рассмотрим ряд *простых чисел* $P = 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, \dots$, и соответствующие им *порядковые номера* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, При этом мы будем полагать, что всякое простое число P ещё имеет и *условный* порядковый номер (E), который определяется по *формуле Эйлера* (только в рамках виртуальной космологии):

$$E = P/\ln P. \quad (1.1)$$

Разумеется, также можно говорить, что формула (1.1) выдает нам *условное* количество (E) простых чисел на *отрезке* $[2; P]$, то есть от числа 2 до числа P (включительно, поэтому мы говорим «отрезок»). Формулу (1.1) автор «выкрасил» зеленым цветом – как исторически одну из самых «ранних» в *теории чисел* (которую смогли угадать многие занимавшиеся математикой). Надеюсь, разные цвета формул и их графиков (на рисунках) в данной работе облегчат понимание предлагаемого текста читателем.

История математики, как и всякая история, – эта «наука» крайне сомнительная, зависящая от личных предпочтений историков-авторов. Кроме того, и в математике, и в физике «заимствование» (мягко говоря) чужих мыслей, идей, открытий, распространено не меньше, чем в других сферах человеческой деятельности, что также запутывает историю математики. Так вот, насколько автор понял историков, именно гениальный Леонард Эйлер (1707 – 1783) в своих рассуждениях впервые связал (правда, без полного доказательства) формулу (1.1) с законом *распределения простых чисел*. Поэтому данную формулу автор и назвал *формулой Эйлера*, в которой *условное* количество простых чисел на отрезке $[2; P]$ обозначил буквой E по ряду причин. Во-первых, по фамилии Эйлер (*Euler*). Во-вторых, в рамках виртуальной космологии количество простых чисел (напоминаю, *фундаментальных* объектов мира чисел) на отрезке $[2; P]$ автор связывает с некой «энергией» этого отрезка, а в физике энергию принято обозначать буквой E (помните, $E = m \cdot c^2$).

Ещё раз подчеркну, что речь идет именно об *условном* номере E (*условном* количестве простых чисел), поскольку формула (1.1) всегда выдает некое *вещественное* число E (у которого после десятичной запятой идет бесконечный ряд цифр), а «настоящий» порядковый номер может быть только *целым* числом (1, 2, 3, 4, 5, ...). Однако, чем больше число P , тем ближе условный номер E к «настоящему» порядковому номеру. Например, при $P = 530911$ условный номер $E = 40274,383\dots$ имеет *относительную погрешность* ОП $\approx 9\%$ (поскольку реальный номер $E = 43900$). А если, скажем, $P = 1,27 \cdot 10^{62}$, то условный номер E имеет ОП $\approx 0,71\%$. Формула (1.1) вытекает из *теории чисел*, в которой архиважный закон $E \sim P/\ln P$ [со знаком тильды (\sim) вместо знака точного равенства ($=$)] – это так называемый *асимптотический* закон, то есть, чем больше число P , тем ближе будет отношение $P/\ln P$ к реальному количеству (E) простых чисел на *отрезке* $[2; P]$.

Формула Эйлера – это первый *столп* (несущая часть опорной конструкции) моей *виртуальной космологии*. Причем формула Эйлера ($E = P/\ln P$) предельно лаконичная (более короткую формулу не придумать?) и в этом – особая *красота* данной формулы. Однако, как правило, за красоту надо платить, вот и формула Эйлера, увы, ... наименее точная среди других подобных формул (начиная с числа $P = 31$ и вплоть до колоссального числа *Скьюза*).

Что касается «других подобных формул», то к ним в первую очередь надо отнести очень похожую на неё формулу $E = P/(\ln P - 1) = P/(\ln P - \ln e) = P/\ln(P/e)$. Знаменитый русский математик и механик П. Л. Чебышёв (1821 – 1894) доказал, что уменьшение знаменателя формулы $E = P/\ln P$ именно на

единицу – наилучшим образом улучшает исходную формулу (Эйлера). Полученную столь «простым» путем формулу (в теории чисел «простота» весьма обманчива) мы назовем *формулой Чебышева*:

$$E = P/(\ln P - 1). \quad (1.2)$$

Параметр E «по Чебышеву» всегда в $1/(1-1/\ln P)$ раз больше, чем параметр E «по Эйлеру», то есть при очень больших числах P (скажем, «на бесконечности») формула Чебышева «сливается» с формулой Эйлера (ну а про различия этих формул мы ещё поговорим). Формула Чебышева (в теории чисел данную формулу, вообще говоря, так не называют) – это второй столп виртуальной космологии.

Третий столп – это самая точная в рамках виртуальной космологии (и ещё относительно несложная) формула, позволяющая вычислить *условное* количество (E) простых чисел на отрезке $[2; P]$. Данная *формула Гаусса* записывается так:

$$E = \text{li}(P) - \text{li}(2), \quad (1.3)$$

где $\text{li}(P)$ – *интегральный логарифм* (читается «ли от P ») – это специальная функция, определяемая интегралом от функции $1/\ln x$, когда аргумент x пробегает все вещественные значения от $x = 0$ до $x = P$ (здесь P может быть любым вещественным числом). Насколько автор понял историков, великий немецкий математик, механик, физик и астроном Карл Гаусс (1777 – 1855) первым предложил использовать подобную формулу для оценки количества простых чисел на отрезке $[2; P]$. Поэтому формулу (1.3) мы назовем *формулой Гаусса* (лиловой формулой).

Интегральный логарифм $\text{li}(P)$ вычисляется по формуле:

$$\text{li}(P) = G + \ln|\ln P| + C, \quad (1.4)$$

$$G = \ln P^{1/1!} + \ln P^{2/2!} + \dots + \ln P^{k/k!} + \dots, \quad (1.5)$$

где (очень важные разъяснения и замечания):

G – бесконечная *гауссова сумма* (мой термин), о которой подробно сказано в моей книге «Виртуальная космология» (в главе 4 «Гауссовы слагаемые огромных чисел»), написанной ещё в 2009 году.

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$ – аргумент (и порядковый номер) гауссова слагаемого. В формуле (1.5) у каждого вещественного числа P бесконечно много гауссовых слагаемых, однако аргумент k можно ограничивать в разумных пределах (которые вам будут вполне очевидны при вычислениях на ПК).

$\ln|\ln P|$ – это логарифм $|\ln P|$ (логарифм модуля логарифма P).

$C = 0,577215664901\dots$ – постоянная Эйлера-Маскерони – математическая константа, до сих пор хранящая свои тайны; скажем, не выявлено, является ли это число рациональным, то есть представимым обыкновенной дробью целых чисел (m/n).

$\text{li}(2) = 1,04516378011749\dots$ – находится по формуле (1.4), можете проверить как вы поняли эту формулу. Интегральный логарифм $\text{li}(P)$ имеет единственный положительный ноль в точке $P = 1,451369234\dots$ (число Рамануджана-Солднера), то есть при данном P мы получим $\text{li}(P) = 0$ и $E = \text{li}(2) \approx 1,45$. Иначе говоря, якобы «простое» число $P \approx 1,45$ имеет условный номер $E \approx 1,45$, что уже показывает нам некую погрешность (даже «самой точной») формулы Гаусса при малых числах P .

Точность трёх столпов виртуальной космологии мы будем оценивать по *относительной погрешности* (ОП), которая здесь имеет общепринятый смысл и вид:

$$\text{ОП} = (E_p - E)/E, \quad (2.1)$$

где $E_p = 1, 2, 3, 4, \dots$ – *реальный* порядковый номер простого числа P (в ряду всех простых чисел), а E – это *условный* (приблизительный) порядковый номер, полученный по одной из трёх формул (наших трёх столпов): (1.1), (1.2), (1.3). Когда E_p меньше E , то формула (2.1) выдает знак «минус», который, увы, «не виден» в *логарифмической шкале* – наиболее удобной шкале в рамках виртуальной космологии, а также (что говорит в пользу последней) и в рамках *реальной* космологии – раздела астрономии, изучающей всю Вселенную как единое целое. Поэтому мы будем рассматривать *модуль* ОП – это значение ОП без учета знака «минус», а записывается модуль так: $|\text{ОП}|$ или $\text{abs}(\text{ОП})$, то есть *абсолютная величина* ОП (это просто второе и равноправное название модуля ОП).

Относительные погрешности (их модули), вычисленные по формуле (2.1) представлены в виде графиков на рис. 2.1. Ниже приведу пояснения к этим графикам, причем в данной главе вместо символа P (простое число) мы будем писать более общий символ N , который подразумевает любое вещественное число (в том числе и простое число P).

Итак, на рис. 2.1 видны существенные различия в точности формул Эйлера [$E = N/\ln N$] и Чебышева [$E = N/(\ln N - 1)$], которые возникают «всего лишь» из-за «минус» единицы в знаменателе. Мы видим, что в самом начале натурального ряда (от $N = 2$ до $N = 17$) относительная погрешность формулы Эйлера (ОПэ) меньше относительной погрешности формулы Чебышева (ОПч), однако затем (при $N >$

17) всегда будет выполняться только такое неравенство: $ОПЭ > ОПЧ$, то есть формула Эйлера уступает в точности формуле Чебышева. И если у формулы Эйлера ОП направляется к нулю плавно (в виде зеленой «шпаги»), то у формулы Чебышева происходит некий *взлёт точности* (провал ОП вплоть до $ОПЧ = 0,00001\%$ при $N = 2243$, когда формула Чебышева выдает $E = 333,99997$ – это почти реальный номер $E_p = 334$). В районе *взлёта точности* (условно говоря, от $N = 73$ до $N = 10700$) формула Чебышева даже точнее формулы Гаусса. На отрезке от $N = 10^9$ до $N = 10^{24}$ (за пределами графика) ОПЭ в 18...50 раз превышает ОПЧ, а их отношение даже *растет* близко к такому закону: $ОПЭ/ОПЧ = 1,002 \cdot \ln N - 2,1953$, хотя при очень больших N («на бесконечности») ОПЧ сливается с ОПЭ, так как формула Чебышева «сливается» с формулой Эйлера (см. гл. 1).

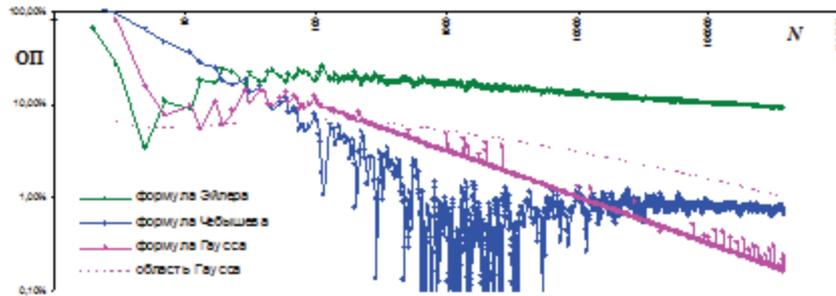


Рис. 2.1. Модули относительной погрешности (ОП) трёх наших формул

Поскольку формула Гаусса (1.3) требует довольно долгих вычислений, то вместо реальной ОП формулы Гаусса для многих чисел $N > 100$ автор использовал свою эмпирическую формулу (жирная лиловая прямая линия на рис. 2.1):

$$ОП_{min} = -1/N^{0,5}, \quad (2.2)$$

которая близка к реальной $ОП_{min}$ – наименьшей ОП формулы Гаусса. А вот пунктирная (тонкая) лиловая линия – это линия наибольшей ОП формулы Гаусса, для которой мы запишем:

$$ОП_{max} = -1/(8 \cdot \pi) \cdot (N^{0,5}) \cdot \ln N / \text{li}(N). \quad (2.3)$$

Формула (2.3) известна в *теории чисел* (для $N > 2656$, см. статью «Гипотеза Римана» в Википедии). Таким образом, начиная с $N = 2657$ относительная погрешность формулы Гаусса находится (почти) между $ОП_{min}$ и $ОП_{max}$. Причем, начиная, скажем, с числа $N = 2 \cdot 10^6$ ($ОП_{max} \sim 0,56\%$) и почти до *числа Скъюза*, (не более, чем 10^{371} , см. гл. 3) модуль $ОП_{max}$ будет меньше $ОПЧ$ формулы Чебышева, то есть формула Гаусса будет самой точной из трёх наших формул.

Согласно формуле (2.2) $ОП_{min}$ формулы Гаусса убывает настолько быстро, что, с точки зрения формулы Эйлера, значение, полученное по формуле Гаусса (скажем, для $N > 10^8$), вполне можно принять за E_p – *квазиномер* (почти реальный порядковый номер) простого числа N и оценивать ОП формулы Эйлера относительно квазиномера E_p . Тогда, для ОП формулы Эйлера можно записать:

$$ОПЭ = 1/(\ln N - \ln \ln N), \quad (2.4)$$

что больше реальной ОПЭ, причем формула (2.4) имеет смысл весьма интересной *вероятности* (см. гл. ???). Ещё формула (2.4) позволяет заметно повысить точность формулы Эйлера:

$$EЭ = (1 + ОПЭ) \cdot (N/\ln N). \quad (2.5)$$

При $N = 10^5 \dots 10^{62}$ у формулы (2.5) модуль ОП в 20...47 раз меньше, чем у классической формулы Эйлера ($E = N/\ln N$) и в 0,6...3,0 раза больше, чем у формулы Чебышева. При $N = 1,27 \cdot 10^{62}$ формула (2.5) выдает $EЭ$ с точностью: ОП = -0,015% (у формулы Чебышева ОП = +0,005%)

Моя эмпирическая формула (2.2) верна для грубых оценок ($ОП_{min}$ у формулы Гаусса), по крайней мере, до $N = 10^{24}$ и, вероятно, даже до $N = 10^{63}$, но вот для гораздо больших чисел N формула (2.2) не верна в принципе, поскольку существует так называемое число Скъюза.

Число Скъюза

Пусть E – *условный* порядковый номер (простого числа), полученный по формуле Гаусса (1.3), а E_p – реальный порядковый номер того же самого простого числа N . Так вот, только в самом начале натурального ряда для простых чисел $N = 2, 3, 5, 7$ разница ($E_p - E$) имеет знак «плюс», а для всех прочих чисел (при $N > 7$) разница ($E_p - E$) будет иметь знак «минус». То есть по мере роста чисел N

формула Гаусса (1.3) выдает условные номера больше реальных ($E_p < E$), и это будет продолжаться до тех пор, пока число N не достигнет так называемого числа Скъюза.

Число Скъюза (N_c) – это число, при котором указанная разница ($E_p - E$) впервые после $N = 7$ сменит знак «минус» на «плюс». После числа Скъюза (при $N > N_c$) разница ($E_p - E$) будет менять свой знак («плюс» на «минус» и наоборот) неограниченное количество раз. Надо заметить, что указанное событие (смена знака при достижении числа Скъюза) никак не угадывается на рис. 2.1, поскольку в качестве вертикальной оси (с модулем ОП) мы выбрали *логарифмическую* шкалу, на которой нуля просто нет. То есть смену знака у разницы ($E_p - E$) можно доказать («увидеть») только аналитически (с помощью формул), но сделать это – весьма непросто. Известный математик Джон Литтлвуд в 1914 году дал неконструктивное доказательство того, что смена знака неизбежна. Стенли Скъюз, исходя из гипотезы Римана, в 1933 году впервые оценил число, при котором впервые (после $N = 7$) происходит смена знака: $N_c = e^{(e^{(e^{79}))})}$, где $e = 2,718\dots$, то есть $N_c \sim 10^{(10^{(10^{34}))})}$. В 1955 году Скъюз дал новую оценку, но уже без предположения верности гипотезы Римана: $N_c = e^{(e^{(e^{(e^{7,705}))})})}$, то есть $N_c \sim 10^{(10^{(10^{963}))})}$. И это (второе) число Скъюза – одно из самых больших чисел, когда-либо применявшихся в математических доказательствах (хотя и намного меньше числа Грэма). В 1987 году Риел без предположения верности гипотезы Римана свёл число Скъюза к $N_c = e^{(e^{(27/4)})} = e^{854,05876} = 10^{370,913}$. Таким образом, мы вправе утверждать следующее: **число Скъюза не более $8,185 \cdot 10^{370}$** , поскольку вся история его поиска наводит на мысль, что число Скъюза вполне может оказаться ещё меньшим числом, скажем, числом порядка 10^{201} , которое в рамках виртуальной космологии «отражает» возраст Вселенной на момент её смерти.

К 2016 году известно, что **число Скъюза** заключено между 10^{19} и $1,39822 \cdot 10^{316}$ (см. Википедию).

Вероятности

Наши три формулы позволяют вычислить примерное количество (E) простых чисел на отрезке $[2; N]$. Значит, для данного отрезка мы можем оценить *вероятность встречи* (P) простого числа, то есть если на отрезке $[2; N]$ случайным образом взять (выбрать) натуральное число, то оно окажется *простым числом* с вероятностью, равной $P = E/N$. Например, формула Эйлера приводит к такой оценки этой вероятности:

$$P = (N/\ln N)/N = 1/\ln N. \quad (1)$$

При этом на отрезке $[2; N]$ реальные *порядковые номера* простых чисел, в свою очередь, также образуют натуральный ряд: 1, **2**, **3**, 4, **5**, 6, **7**, 8, 9, 10, **11**, 12, **13**, 14, ..., $E = N/\ln N$ (последний номер, найденный по формуле Эйлера). В этом ряде номеров, разумеется, есть простые номера (простые числа, они выделены жирным шрифтом), а их количество примерно равно $E/\ln E$. И мы вправе ввести такое понятие, как *вероятность встречи* с простым номером (P_n):

$$P_n = (E/\ln E)/E = 1/\ln E = 1/[\ln N - \ln \ln(N)]. \quad (2)$$

То есть, если на отрезке $[2; E]$ случайным образом взять (выбрать) простое число, то его порядковый номер (в ряду всех простых чисел) окажется *простым числом* с вероятностью P_n . При этом очевидно, что полученная вероятность P_n будет больше вероятности P – на это указывают формулы (1) и (2).

Очевидно также, что с ростом числа N отношение указанных вероятностей будет приближаться к единице:

$$P/P_n = 1 - \ln \ln N / \ln N \quad (3)$$

В формуле (3) параметр $\ln N / \ln \ln N$ (обратный нашему) имеет важные значения (в теории чисел). Например, он характеризует «нормальную степень сложности» числа N (в трактовке Г.Г. Харди), то есть количество *простых чисел* в каноническом разложении случайно взятого большого числа N . Возможно, автор не корректно излагает слова Харди, поэтому добавлю следующее уточнение (результаты моих «изысканий»). Пусть мы рассматриваем особые, скажем, *сплошные* числа N (*праймориалы*), у которых каноническое разложение – это первые простые числа (в 1-й степени), идущие сплошь, без пропусков. Например, 37-е сплошное число N «строится» из 37-ми первых простых чисел $N = 2 * 3 * 5 * 7 * 11 * 13 * 17 * 19 * \dots * 157 = 3,5 * 10^{61}$. Обозначим через X – количество разных простых чисел (в 1-й степени) в каноническом разложении любого натурального числа N («внутри» числа N); так, в

нашем примере $X = 37$. Тогда для большого сплошного числа N (скажем, от 10^8 до 10^{306}) можно записать следующую эмпирическую формулу:

$$X = Q \cdot \ln N / \ln \ln N, \quad (4)$$

где $Q = (1,542 - 0,05 \cdot \ln \ln N)$ – это коэффициент, убывающий от 1,394 до 1,214 (при выше указанных N) и обеспечивающий формуле (4) модуль ОП не более 1%. Для 37-го сплошного числа N формула (4) выдает нам $X = 37,028$ (что близко к реальному $X = 37$), при этом коэффициент $Q = 1,294$ (заметно больший единицы) говорит нам, что 37-е сплошное число N (как и прочие большие сплошные числа) превышает «нормальную степень сложности», близкую к параметру $\ln N / \ln \ln N$.

© А. В. Исаев, 2013

2. Тёмная материя в мире... чисел

Ученые давно заметили, что галактики во Вселенной попросту распались бы, если бы они содержали только *наблюдаемое* вещество (наблюдаемое всеми известными техническими средствами и методами). Поэтому, дабы не подвергать сомнению основные законы физики, была введена концепция так называемой *скрытой (темной) материи*. Впервые о ней заговорил в 30-х годах XX века швейцарский астроном Фриц Цвикки (1898–1974). В настоящее время скрытая материя – это головная боль для всех ученых. Ниже приводятся лишь некоторые общеизвестные факты, связанные со скрытой материей; факты, которые существенны в контексте данной статьи (посвященной миру... чисел).

В конце 1998 г. астрономы обнаружили ускоренное расширение нашей Вселенной. Параметром этого ускорения является *лямбда-член (космологическая постоянная)*. Это было самое интересное и неожиданное открытие науки в конце XX века! Лямбда-член соответствует энергии вакуума, которая почти не изменяется при расширении Вселенной. Современный лямбда-член (в нашу эпоху) также может иметь «динамическое» происхождение, он может быть результатом неких физических процессов, которые ученые пока не понимают.

Возможно существование однородного фона скрытой материи (70 - 80% всей скрытой материи). Не исключено, что именно пустое пространство (вакуум) обладает такими свойствами. Если бы вакуум имел небольшую, но конечную плотность энергии, то именно она бы подходила для того, чтобы описать динамику Вселенной. Энергия вакуума из-за того, что у него отрицательное давление, должна ускорять разлет Вселенной. И наблюдателю видно, что расширение Вселенной ускоряется, то есть, вероятно, 2/3 жизни Вселенной в ней доминирует вакуумоподобная (скрытая) энергия. На долю обычной материи приходится менее 10% общей плотности во Вселенной (обычная материя по своим свойствам близка к пыли). На долю скрытой материи приходится свыше 90% общей плотности во Вселенной. На долю светящейся материи (звезд, газа, пыли) приходится менее 1% общей массы Вселенной. Проявления скрытой материи наблюдали впервые в нашей Галактике. Возраст Вселенной оказывается больше почти в два раза, если соглашаться с тем, что 90% общей плотности Вселенной приходится на скрытую материю, а 10% на обычное вещество. При расширении Вселенной плотность скрытой материи остается почти постоянной, а не убывает как плотность обычного вещества.

Существует так называемая проблема *динамической генерации* лямбда-члена. В физике есть понятие «физический вакуум» – это море виртуальных (эффемерных) частиц, которые проявляют себя странным образом: они как бы и не взаимодействуют с окружающим внешним миром, переопределяя только массы элементарных частиц, заряды и моменты. Но наиболее всего странно следующее свойство физического вакуума. В каждой точке пространства-времени содержится бесконечно много виртуальных частиц, и все они весят бесконечно много. Проблема бесконечной массы физического вакуума является проблемой номер один в теоретической физике.

А теперь мы обратимся к миру чисел, который, возможно, является неким «зеркалом», «моделью» ... реального мироустройства.

Бесконечное множество *натуральных чисел* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...) включает в себя только две группы чисел: *простые числа* и все прочие (составные) числа. *Простые числа* – это бесконечный ряд чисел (2, 3, 5, 7, 11, 13, ...), которые делятся только на самих себя и на единицу ($N = 1$). Важнейшая теорема общеизвестной *теории чисел* гласит, что на отрезке натурального ряда от 1 до числа N количество (K_p) простых чисел оценивается красивой (в своём предельном лаконизме) формулой:

$$Kp = N/\ln N, \quad (1)$$

где речь идет о так называемом *асимптотическом* равенстве (его обозначают тильдой – волнистой линией, но автор для упрощения понимания поставил знак обычного равенства), то есть подлинное равенство достигается только при бесконечно большом числе N . Правильней будет говорить, что количество (Kp) простых чисел *устремляется* к выражению $N/\ln N$ (по мере роста правой границы N), а в самом начале натурального ряда формула (1) не работает – это своеобразная область... *сингулярности* в мире чисел (и всё сказанное легко проверить на компьютере). Из формулы (1) в частности вытекает, что в натуральном ряду на каждое простое число *в среднем* приходится $\ln N$ составных чисел (поскольку $N/Kp = N/N/\ln N = \ln N$).

В рамках *виртуальной космологии* (моей игры-теории) так называемый *Большой отрезок* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., $8 \cdot 10^{60}$) содержит столько натуральных чисел – сколько *планковских времен* содержится в возрасте Вселенной (13,7 миллиарда лет). То есть для Большого отрезка в формуле (1) мы имеем $N = 8 \cdot 10^{60}$, поэтому на каждое простое число *в среднем* приходится около 140 составных чисел [поскольку $\ln N = \ln(8 \cdot 10^{60}) = \ln 8 + 60 \ln 10 = 140,2...$] или, иначе говоря, на Большом отрезке в среднем каждое 140-е число является простым числом (однако на самом деле простые числа расположены весьма *неравномерно* в ряду всех чисел).

Простые числа – это кирпичики, из которых строятся все натуральные числа, поскольку любое натуральное число N можно представить в виде *произведения* простых чисел:

$$N = (P1^{C1}) * (P2^{C2}) * (P3^{C3}) * (P4^{C4}) * (P5^{C5}) * \dots, \quad (2)$$

где $P1, P2, P3, P4, P5 \dots$ – простые числа (2, 3, 5, 7, 11, ...); $C1, C2, C3, C4, C5 \dots$ – *показатели степени*, то есть простое число $P1$ умножается само на себя $C1$ раз; простое число $P2$ умножается само на себя $C2$ раз и т.д. Например, $N = 261360 = (2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2) * (3 \cdot 3 \cdot 3) * (5 \cdot 1) * (11 \cdot 11) = (2^4) * (3^3) * (5^1) * (7^0) * (11^2)$, и всякий другой набор простых чисел (и показателей степени) никогда не даст нам числа $N = 261360$. Формулу (2) называют *каноническим разложением* натурального числа N (на простые сомножители), и указанное разложение всегда единственное для любого натурального числа – это так называемая основная теорема арифметики (и её все мы проходили в школе).

Напомню, что любое число в степени 0 дает нам единицу (так, в указанном выше примере есть сомножитель $7^0 = 1$) – это объясняет, почему в каноническом разложении *обычно* не пишут простые числа в нулевой степени – ведь умножение на единицу не изменяет конечного результата (не изменяет само число N). Поэтому в общеизвестной (в «обычной») математике всякое *простое число* не подлежит каноническому разложению (якобы это ни к чему не приводит). Однако в рамках *виртуальной космологии* автор предлагает рассмотреть и нулевые степени (всех простых чисел P , меньших данного числа N) и, более того, даже рассматривать канонические разложения... *простых чисел*, например, для простого числа $P = 13$ будем записывать: $13 = (2^0) * (3^0) * (5^0) * (7^0) * (11^0) * (13^1) = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 13$. Таким образом, впредь будем полагать, что в каноническом разложении любого натурального числа N имеют значение (некий «смысл») количество единиц, «предшествующих» старшему простому числу в каноническом разложении данного N (старшее число P никогда не превосходит числа N – это важно понимать и помнить).

Далее попробую раскрыть перед читателем («тайный») смысл такого взгляда на мир чисел.

В рамках *виртуальной космологии* введем ряд новых понятий (в «обычной» математике их нет).

Канон числа N – это сумма всех ненулевых показателей степени в каноническом разложении числа N . Канон числа будем обозначать малой буквой k , то есть $k = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + \dots$, например, канон числа $N = 261360$ будет равен десяти: $k = 4 + 3 + 1 + 2 = 10$, а у первых натуральных чисел $N = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ будут соответственно такие каноны $k = 1, 1, 2, 1, 2, 1, 3, 2, 2$ (ясно, что у всех *простых чисел* канон равен единице).

Наши «манипуляции» с показателями степени в каноническом разложении (в данном случае – сложение ненулевых показателей степени) вполне могут оказаться далеко не бессмысленным занятием (как, наверное, поспешат заявить скептики виртуальной космологии). Ведь общеизвестная *теория чисел* также немало «манипулирует» с показателями степени в каноническом разложении числа N . Например, *перемножение* всех ненулевых показателей (правда, увеличенных на единицу) дает нам... количество всех целых делителей числа N (включая 1 и само число N), то есть дает нам *мин* (T) числа N . Например, тип числа $N = 261360$ вычисляется следующим образом: $T = (4 + 1)(3 + 1)(1 + 1)(2 + 1) = 120$, то есть у числа $N = 261360$ насчитывается именно 120 целых делителей (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11,

12, 15, 16, 18, ..., 261360), иначе говоря, тип числа N равен 120 ($T = 120$), и это – *важнейший параметр* данного числа N (с чем, вероятно, согласится даже скептик).

Канон отрезка $[2; N]$ – это сумма канонов (k) у всех натуральных чисел от 2 до N (включительно). Канон отрезка будем обозначать большой буквой K . Ещё в конце 2004 года (в своей книге «Зеркало» Вселенной», в гл.20) автор показал, что канон отрезка можно оценить следующей формулой (точнее говоря, *асимптотическим равенством*):

$$K = G * N, \quad (3)$$

где $G = 1/(2 - 1) + 1/(3 - 1) + 1/(5 - 1) + 1/(7 - 1) + 1/(11 - 1) + \dots + 1/(P - 1)$ и все простые числа идут подряд вплоть до старшего простого числа P , не превосходящего конец отрезка (число N). Выражение для G близко к сумме *Гаусса-Мертенса*, поэтому для наших оценок принимаем такое допущение: $G = (\ln \ln N + 0,261497)(1 + 1/\ln \ln N)$. Коэффициент G растет чрезвычайно медленно и к концу Большого отрезка (при $N = 8 * 10^{60}$) достигает значения $G = 6,26$. Полученная формула (3) поначалу кажется несколько парадоксальной. В самом деле, ведь половина всех натуральных чисел N делится на 2, третья часть всех N делится на 3, одна шестая часть всех N делится и на 2, и на 3 и т.д. Поэтому мы интуитивно ожидаем, что много чисел N должны иметь и большие каноны (большое количество простых сомножителей в каноническом разложении), а большие отрезки натурального ряда – также должны иметь большие каноны... Однако полученная формула (3) показывает, что даже на Большом отрезке *средний* канон числа будет всего лишь около 6 (поскольку $k = K/N = 6,26 * N/N = 6,26$) – это очередной яркий пример «магии семёрки» в мире чисел (и подобных примеров «магии семёрки» немало в виртуальной космологии). Таким образом, преобладают *малые* каноны и мир чисел очередной (уже который раз!) наилучшим образом «отражает» *фундаментальное свойство реального мира – малые особи более распространены, чем крупные* – здесь термин «особь» надо понимать максимально широко, как в мире чисел, так и в реальном (физическом) мире, где «особи» это: суперструны, кварки, элементарные частицы, атомы, молекулы и все прочие материальные объекты (и их разнообразные параметры).

Скрытый канон числа N – это количество всех *нулевых* показателей степени в каноническом разложении числа N или, иначе говоря, это количество «скрытых» единиц в каноническом разложении числа N . Скрытый канон числа будем обозначать малой буквой w ; так, для чисел $N = 261360$ и $N = 13$ (см. выше) можно записать соответственно: $w = 1$ и $w = 5$. Если число N – это достаточно большое *простое число*, то его скрытый канон – это количество (Kp) всех предшествующих (то есть *меньших*) простых чисел, которое можно оценить по формуле (1), то есть скрытый канон достаточно большого простого числа N можно оценить по формуле: $w = N/\ln N$. Так, даже для (совсем небольшого) простого числа $N = 13$ мы получаем вполне правдоподобную оценку скрытого канона: $w = 13/\ln 13 = 5,07$.

Говоря о скрытом каноне, скажем, числа $N = 261360$, мы как бы допускаем существование *скрытого числа* с каноническим разложением $(2^0) * (5^0) * (11^0) * (13^0) * (17^0) * (19^0) * \dots = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * \dots$. Таким образом, любой отрезок натурального ряда (в том числе и Большой отрезок) в этом смысле содержит почти *в два раза больше чисел*. Вероятно, *каждое скрытое число – это одна из бесконечных ипостасей (сущностей) «многоликой» единицы – таинственного числа $N = 1$* . Здесь уместно напомнить, что если скрытая (темная) материя действительно существует во Вселенной, то тогда возраст Вселенной следует признать (как утверждает астрофизик М. В. Сажин) почти в два раза большим (почти 17 миллиардов лет, см. выше про скрытую материю во Вселенной).

«Отражение» миром чисел проблемы так называемой *динамической генерации* лямбда-члена (из теоретической физики) можно усмотреть в «*числовом вакууме*» – море виртуальных (эфемерных) «скрытых» единиц в канонических разложениях натуральных чисел. Можно с полным правом сказать, что «скрытые» единицы проявляют себя странным образом: они как бы и не взаимодействуют с окружающим миром чисел, «переопределяя» только значения натуральных чисел, их делители и свойства чисел. Но наиболее всего странно следующее свойство числового вакуума. У каждого натурального числа N содержится как бы бесконечно много «скрытых» единиц (ведь сколько раз не умножай число N на единицу – ничего не меняется). В этом проявляется загадочная «многоликость» и «неисчерпаемость» единицы (числа $N = 1$). Познание тайны числа $N = 1$ является важной проблемой в виртуальной космологии.

Скрытый канон отрезка [2; N] – это сумма скрытых канонов у всех натуральных чисел от 2 до N (включительно). Скрытый канон отрезка будем обозначать большой буквой *W*. Очевидно, что суммарный скрытый канон всех *простых чисел* (*Wp*) на достаточно большом отрезке можно оценить асимптотическим выражением:

$$Wp = 2/\ln 2 + 3/\ln 3 + 5/\ln 5 + 7/\ln 7 + \dots + N/\ln N = 0,5(N/\ln N)^2 \quad (4)$$

Признаюсь, что формулу (4) автор просто... угадал («увидел» при исследованиях указанной суммы в программе «Excel» в марте 2012 года). При $N = 7$ относительная погрешность формулы (4) достигает максимума (90%), а далее, по мере роста N , относительная погрешность довольно быстро (и бесконечно?) убывает, например, до 8% при $N = 120000$.

Однако, чему равен суммарный скрытый канон (*W*) *всех* чисел (а не только *простых чисел*) на данном отрезке? Для ответа на этот вопрос автор рассуждал так (читатель может пропустить этот абзац, здесь пишу скорее даже для себя, чтобы не забыть ход собственных мыслей). Формула (4) дает нам «неполное» («частичное») значение скрытого канона отрезка, а «полное» значение мы получим, если... проинтегрируем выражение (4). Для этого совершаем чисто формальные действия: пусть $x = N/\ln N$ и $a = 0,5^{\wedge}0,5$; $b = 0$, тогда $X = a*x + b$ или $X^2 = 0,5(N/\ln N)^2$. Находим интеграл от выражения X^2 (стандартное выражение в математическом справочнике), который равен $(1/3)*a^2*x^3 = (1/6)*x^3 = (1/6)(N/\ln N)^3$. Поэтому в конечном итоге автор полагает, что скрытый канон отрезка [2; N] близок к следующему:

$$W = 1/6*(N/\ln N)^3 . \quad (5)$$

Полученная формула (5) неплохо (близко по порядку числа) стыкуется с ранее сделанными мною оценками в части скрытого канона отрезка (в 2004 году в книге «Зеркало» Вселенной», см. гл. 20). Скрытый канон Большого отрезка по формуле (5) оценивается как $W = 3*10^{\wedge}175$.

Итак, теперь можно более-менее внятно сказать о тех фактах, которые наиболее убедительно подтверждают, что *скрытый канон отрезка* – это некое «отражение» миром чисел *скрытой (темной) материи* в реальной Вселенной.

При расширении Вселенной её объем увеличивается пропорционально кубу характерного размера Вселенной. В качестве последнего в рамках *виртуальной космологии* выступает правая граница числового отрезка [1; N], поэтому грубым «отражением» текущего объема Вселенной является параметр N^3 (длина числового отрезка, возведенная в 3-ю степень, то есть указанная длина «в кубе»). При этом можно оценить, скажем, *среднюю плотность* канона отрезка (*K*) – порядок такой плотности будет следующим $K/N^3 = G*N/N^3 = G/N^2$, то есть указанная плотность довольно быстро убывает по мере удаления (роста) правой границы N (по мере расширения Вселенной). **Именно так ведет себя плотность *видимой материи* – плотность быстро убывает при расширении Вселенной.**

Однако теперь мы можем оценить и, скажем, *среднюю плотность* скрытого канона отрезка (*W*) – порядок этой плотности будет следующим $W/N^3 = 1/6*(N/\ln N)^{\wedge}3/N^3 = (1/6)/(\ln N)^{\wedge}3$, то есть указанная плотность остаются почти постоянной, несмотря на удаление (рост) правой границы отрезка (несмотря на расширение Вселенной). **Именно так ведет себя плотность *скрытой (темной) материи* – плотность почти не меняется при расширении Вселенной.**

В данной статье приводится лишь примерная «иллюстрация» того, как мир чисел «отражает» таинственную скрытую (тёмную) материю реальной Вселенной. Вероятно, подобные «отражения» помогут лучшему пониманию загадочной природы скрытой материи, а также природы самого натурального ряда – неисчерпаемого и таинственного математического объекта.

© А. В. Исаев, 2013

3. Постоянная тонкой структуры... в мире чисел?

Рассмотрим натуральное число $N = 6.746.328.388.800$, у которого количество целых делителей равно $T = 10080$. Параметр T – это так называемый *тип* числа N , причем понятие «тип числа» – одно из главных понятий в *виртуальной космологии* (где автор придумал немало новых терминов, иначе, просто невозможно *популярно, доступно* излагать «математические» тексты). Взятое нами число N – особое, это первое число (в бесконечном ряду всех натуральных чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...), у которого тип T впервые «дорос» до конкретного указанного значения $T = 10080$, то есть у всех предыдущих

натуральных чисел типы T были меньше. Поэтому, чтобы не забыть об указанной особенности выбранного нами числа N , мы назовем его **мощным** числом. Очевидно, что **мощных** чисел немало в начале натурального ряда, однако потом, при мысленном движении вправо от единицы, мощные числа появляются все реже и реже. Для справок приведу первый десяток **мощных** чисел $N = 2, 6, 12, 24, 48, 60, 120, 180, 240$ и, соответственно, их типов $T = 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20$ (сами проверьте на ПК).

Однако вернемся к нашему (достаточно большому!) **мощному** числу N , и посмотрим на все его делители (D), выписав их строго по возрастанию:

1, ..., 10, ..., 100, ..., 1001, ..., 10010, ..., 100035, ..., 1000350, ..., 10021284, ..., 100105775, ..., 1002128400, ..., 10039179150, ..., 102217096800, ..., 1124388064800, ..., 6746328388800.

Автор специально привел (выборочно) только такие делители, каждый из которых почти на порядок (почти в 10 раз) больше предыдущего делителя. При этом **порядковые номера** ($k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$) указанных выше делителей (в общем ряду всех делителей взятого нами числа N) следующие: 1, 10, 76, 330, 1002, 2298, 4173, 6262, 8051, 9235, 9818, 10026, 10075, 10080.

Надеюсь, что теперь читатель более охотно поверит, что работать с **таким** набором делителей крайне неудобно, ведь наибольший делитель на 13 (!) порядков больше первого делителя (единицы). Поэтому большинство (малых и средних) делителей мы просто... не увидим, например, на обычном (линейном) графике $D = f(k)$, где каждый делитель D – это некая (вообще говоря, неизвестная нам) **функция** f от его порядкового номера k . Замечу, что такой график пытливый читатель сам может построить (по приведенным выше цифрам), скажем, в общедоступной программе *Excel*. Кстати говоря, почти вся **виртуальная космология** легко «укладывается» в рамки нехитрой программы *Excel* (мою теорию очень легко проверить!).

А теперь посмотрим не на сами делители (D) нашего **мощного** числа N , а на **логарифмы** его делителей, то есть мы **прологарифмируем** каждый делитель: $\ln(D)$. При этом мы получим следующий ряд чисел:

0,000; ...; 2,303; ...; 4,605; ...; 6,909; ...; 9,211; ...; 11,513; ...; 13,816; ...;
16,120; ...; 18,422; ...; 20,725; ...; 23,030; ...; 25,350; ...; 27,748; ...; 29,540.

Как видим, логарифмы всех делителей оказались в интервале значений от 1 до 30, что дает нам возможность построить вполне удобный для работы график: $\ln(D) = f(k)$ [по горизонтальной оси графика – **линейная** шкала, а по вертикальной оси графика – **логарифмическая** шкала]. Таким образом, исследовать (на компьютере) все делители D больших **мощных** чисел N очень удобно именно в логарифмической шкале, то есть удобно работать с величинами $\ln(D)$, а «взять логарифм» (\ln) любого числа (кроме нуля!) – компьютеру не проблема (это стандартная функция, «зашитая» в память любого компьютера, калькулятора). Вот почему далее мы будем работать только с логарифмами делителей – $\ln(D)$ (т.е. работаем в логарифмической шкале).

Мы рассмотрим, как логарифмы $\ln(D)$ всех делителей (напомню, что их количество равно $T = 10080$) расположились (распределились) по следующим **интервалам** (равной длины, всего мы «нарезали» 31 интервал, а, строго говоря, конечно, это – полуинтервалы):

[0; 1); [1; 2); [2; 3); [3; 4); [4; 5); [5; 6); [6; 7); ..., [29; 30); [30; 31).

Каждому из этих интервалов мы присвоим своё «имя», обозначив его символом ***m***, а численно этот **аргумент** (ниже станет ясно, что автор вправе его так называть) будет равен **середине** соответствующего интервала, то есть мы получим такой ряд значений:

m = 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; ... **15,5**; ... 29,5; 30,5.

В каждый из указанных интервалов попадает (соответственно) такое количество делителей D , [а, точнее говоря, величин $\ln(D)$, всего 31 число]:

1, 1, 5, 13, 27, 51, 94, 154, 234, 339, 453, 579, 699, 809, 880, **912**, 903, 850,
760, 646, 525, 397, 285, 196, 124, 72, 39, 20, 8, 3, 1 (в сумме – 10080 штук значений).

Как мы видим самым «густонаселенным» оказался интервал с «именем» ***m*** = 15,5, у которого больше всего делителей – 912 штук. Таким образом, **вероятность** (***P***) того, что наугад взятое натуральное число из отрезка [1; N] окажется делителем числа N и при этом «попадет» именно в его самый «густонаселенный» интервал, очевидно, будет равна следующему: ***P*** = $912/T = 912/10080 = 0,0905$. Полученное числовое значение (0,0905) вероятности ***P*** = 0,0905 надо понимать в том смысле, что если мы в каждом опыте 10000 раз возьмем число X (случайным образом, из диапазона от 1 до числа N), то в **среднем** (по всем опытам) в 905 случаях (из 10000) взятое число X окажется делителем N и попадет именно в его самый «густонаселенный» интервал. И чем больше таких опытов (по 10000 случайных

чисел X в каждом) мы проделаем – тем «надежнее» мы получим число 905 (как следствие того, что факта, что *вероятность* равна $P = 0,0905$).

Аналогичным образом мы можем получить (подсчитать) вероятности P для каждого указанного выше интервала (для каждого m):

при $m = 0,5$ получим $P = 1/10080 = 0,0001$;

при $m = 1,5$ получим $P = 1/10080 = 0,0001$;

при $m = 2,5$ получим $P = 5/10080 = 0,0005$;

при $m = 3,5$ получим $P = 13/10080 = 0,0013$;

.....

при $m = 15,5$ получим $P = 912/10080 = 0,0905$;

.....

при $m = 27,5$ получим $P = 20/10080 = 0,0020$;

при $m = 28,5$ получим $P = 8/10080 = 0,0008$;

при $m = 29,5$ получим $P = 3/10080 = 0,0003$;

при $m = 30,5$ получим $P = 1/10080 = 0,0001$.

Найденные нами вероятности P на графике $P = f(m)$ (при значениях *аргумента* $m = 0,5; 1,5; 2,5; \dots; 29,5$) образуют характерный «колокол» (Гаусса) *нормального распределения* (см. в Википедии) дискретной случайной величины при следующих условиях:

– *математическое ожидание* $M = 14,7700$ (этот параметр характеризует, где именно расположена вершина «колокола»: при меньших или больших значениях аргумента m);

– *дисперсия* $D = 18,3012$ (этот параметр характеризует «рисунок» самого «колокола»: насколько крутые или пологие у него боковые скаты; эти скаты всегда симметричные).

Более того, все (достаточно большие) *мощные* числа N и похожие на них натуральные числа X (коих – бесконечно много!) также приводят нас к *нормальным* распределениям! Разумеется, что у них будут свои параметры: *матожидание* и *дисперсия*. И такое положение вещей из виртуального мира чисел (обилие указанных нормальных распределений) – очень напоминает нам картину реального мироздания, где нормальное распределение играет важнейшую роль во многих областях знаний, особенно в физике. Физическая величина подчиняется нормальному распределению, когда она подвержена влиянию огромного числа *случайных* помех. Ясно, что такая ситуация крайне распространена, поэтому можно сказать, что *из всех распределений в природе чаще всего встречается именно нормальное распределение* – отсюда и произошло его название (нормальное). Образно говоря, мирозданием правит Его Величество Случай (мы живем в мире, построенном на вероятности) – именно это порождает нормальные распределения в природе! И вся пикантность ситуации в том, что в мире чисел... нет места ни малейшей случайности, поскольку распределение делителей у любого натурального числа – это строго *детерминированный процесс*. В основе него лежит элементарный алгоритм (так называемой *Пирамиды делителей*), где все делители всех чисел словно «забетонированы» раз и навсегда, но при этом лучше всего их описывает именно... нормальные распределения – «венец» игры Случая!

Ну а далее мы приходим к одному из самых интересных и фундаментальных выводов виртуальной космологии: поскольку *логарифмы* делителей $\ln(D)$ подчиняются нормальному распределению, то, значит, сами делители D нашего *мощного* числа N подчиняются так называемому *логнормальному распределению* (см. в Википедии). И это, опять-таки, справедливо для всех (достаточно больших) *мощных* чисел N , а также для любых других натуральных чисел X (их бесконечно много!), лишь *похожих на мощные числа*: у таких чисел X также относительно много целых делителей и они распределяются вполне определенным образом, в том числе и на графике $\ln(D) = f(k)$ (см. выше).

Во Вселенной (в масштабах от микромира до макрокосмоса) логнормальных распределений, похоже, гораздо больше, чем нормальных распределений, однако это трудно заметить в масштабах, характерных для повседневной жизни человека (в масштабах порядка метра). Поэтому о логнормальных распределениях мало кто слышит. Для простоты изложения и мы далее будем продолжать вести разговор только о *нормальных* распределениях логарифмов делителей $\ln(D)$, помня о том, что они являются «лакмусовой бумажкой» *логнормальных* распределений (более фундаментальных по своей природе, но чья «математика» сложнее для понимания, поэтому мы не будем её касаться).

значением от 0 до 1 – все эти значения W будут *равновероятны*. В части понятия «кern», возможно, справедливы и такие (согласитесь, очень красивые!) утверждения:

С ростом числа N сумма kernов у всех натуральных чисел на отрезке $[1; N]$ асимптотически устремляется к правой границе отрезка (то есть к самому числу N).

У натуральных чисел N *минимальная дисперсия* (D_{\min}) будет определяться отношением $T/K = 2$ (при условии, что $T > 2$ и $K > 1$). Поэтому $D_{\min} = 1/(2 \cdot \pi)(T/K)^2 = 0,6366\dots$ Это число очень близко к пресловутому «золотому сечению» (0,618), «тень» которого (аналогичным образом) очень часто возникает в рамках *виртуальной космологии* (равно как и в нашей реальной жизни, которую мир чисел «отображает» словно некое волшебное зеркало!).

В рамках виртуальной космологии из *альфа-гипотезы*, возможно (?), вытекает даже *предсказательная сила* в части «динамики» ПТС во времени: *девятая цифра* после запятой в числовом значении $1/\text{ПТС}$ (137, 035999679...) увеличится на единицу примерно через 34 года; *восьмая цифра* увеличится на единицу примерно через 134 года, *седьмая цифра* – через 1141 год, *шестая цифра* – через 11209 лет, *пятая цифра* – через 111885 лет.

И это далеко не единственное предсказание *виртуальной космологии* – в книгах и статьях автора их гораздо больше. Кроме того, весьма любопытен философский аспект ключевой гипотезы: *математическая («внутренняя») структура мира чисел – это простейшее «зеркало» основ мироздания (математического «фундамента» нашей Вселенной)*.

Разумеется, можно совершенно по-разному относиться к *виртуальной космологии*, но, всё-таки любопытно, что скажут скептики-профессионалы (физики-математики-философы), когда «предсказания» моей «бредовой» теории однажды... *начнут сбываться* (пока они находятся за гранью возможностей экспериментальной физики).

© А. В. Исаев, 2013

4. «Любовь» природы к малым числам

«Любовь» природы к малым числам покажем на конкретных примерах.

Малое количество фундаментальных физических констант (ФФК), которые определяют важнейшие параметры (размер, массу, время жизни и т.д.) многих объектов во Вселенной (причем, как правило, не более трех ФФК для конкретного физического параметра).

Так называемый «фактор» Больцмана оказывает предпочтение частицам *меньших* масс, поэтому, например, один из главных выводов науки нуклеосинтез гласит, что 99,9% всей массы вещества во Вселенной приходится на атомы водорода и гелия (*самые легкие* атомы). Вообще в природе *малые особи более распространены, чем крупные*. Особи – в самом широком понимании, а не только живые существа. Скажем, это не только членистоногие (насекомые, которые по числу видов составляют около 90% живых обитателей Земли), но и россыпь мелких камушков в грудке щебня; и наименьший уровень энергии, который выбирает природа всякий раз при создании разнообразных кристаллических конфигураций.

Именно благодаря повсеместному преобладанию *малых* особей в природе мы сплошь и рядом обнаруживаем *тильда-распределения* (так автор назвал *логнормальные распределения*, пытаюсь рассказать о них в наиболее доступной форме в рамках космологии чисел). Во многом благодаря тильда-распределениям закон Бенфорда, так «любящий» *малые* числа (1, 2, 3, ...), обнаруживается в реальном мире буквально на каждом шагу.

Малые числа обычно воплощают собой некие начальные (граничные) условия. В реальном мире в зависимости от начального состояния сложных объектов (рождение Вселенной, эволюция биосферы, ряд экономических систем и т.д.) законы, по которым они будут развиваться, оказываются разными! Поэтому важность начальных условий (и *малых* чисел) просто невозможно переоценить.

Замечание. Ниже приводятся конкретные числа, подсмотренные в природе. Для каждого числа подборка начинается, вообще говоря, с фундаментальных параметров Вселенной, а заканчивается – спорными примерами (числа в них, скажем, могут быть попросту другими).

Один своеобразный танец струн (и ничего более) лежит в основе всего сущего в этом мире (согласно теории струн); химический элемент с зарядом ядра атома равным **1** (водород) – это самый распространенный элемент во Вселенной; только **1** сперматозоид (из миллионов) оплодотворяет яйцеклетку человека; **1** ствол обычно у деревьев; **1** человек стоит во главе государства (и всякого мероприятия); в *пифагореизме* число **1** – это абсолютная и неделимая единичность (без неё нет других чисел), символизирующая единство бытия и мира; в знаменитом учении Лао-Цзы о Дао (якобы, лежащем в основе мира) говорится: «Дао рождает **1**, одно рождает **2**, два рождает **3**, а три – все существа».

2 (или **3**) кварка образуют любой из адронов; **2** символизирует полярность и во Вселенной («+» и «-») заряды, свет – тьма, женское – мужское, и т.д.); **2** (или **3**, или **4**) слоя атомов (молекул) – такой чаще всего бывает периодичность дальнего порядка в кристаллах; **2** пространственные конфигурации у тубулинов; **2** полимерные цепочки образуют ДНК; **2** класса образуют нуклеотиды (У, Ц и А, Г) в ДНК; **2** формы (В и Z) существования ДНК; ...

2-мя плитками Пенроуза можно замостить плоскость непериодическим образом. Трёхмерные аналоги этих плиток могут служить основой для новой необычной формы материи – «квазикристаллов». Пока неизвестно, есть ли единственная плитка, способная покрыть всю плоскость непериодически.

3 семейства фундаментальных частиц; **3** координаты (и не более) имеют пространства, в которых могут существовать устойчивые системы (это доказано); **3** элемента симметрии (её плоскость, ось, центр); **3**-мя путями образуются кристаллы (из расплава, раствора и пара); **3** цвета (красный, синий, зеленый) формируют любой другой цвет; **3** нуклеотида составляют кодон в ДНК; **3** форменных элемента в крови млекопитающихся (эритроциты, лейкоциты и кровяные пластинки); **3** вида мышечных волокон; **3,5** – это отношение плодного периода человека к зародышеву (**7** и **2** месяца); **3** составляющих солнечной атмосферы.

4 силы в природе; **4** сорта нуклеотидных звеньев в ДНК (А, Г, Т, Ц); **4** компоненты входят в ядро клетки; **4** компоненты входят в цитоплазму клетки; **4** фазы при непрямом делении клетки; **4** краски позволяют раскрасить любую карту; **4** типа галактик различают астрономы; **4** периода в истории человечества (согласно теории Сергея Капицы); **4** вида тканей у человека; **4** письменные системы у человечества (алфавиты, логографические, ...); в $4 \div 5$ раз можно сократить тексты на любом языке (почти без потери информации).

Числа 1, 2, 3, 4 – «любимцы» всех мистических учений.

1) В *пифагореизме* возникла весьма оригинальная арифметика, придававшая пластичный и жизненный смысл каждому числу:

“**1**” – абсолютная и неделимая единичность, без неё нет ни одного числа. Символизирует единство бытия и мира. Точка была единицей положения, а пространство представлялось как сумма точек (дискретное пространство!).

“**2**” – уход в неопределенную даль. Символизирует полярность во Вселенной (свет – тьма, женское – мужское, жизнь – смерть, добро – зло, правое – левое, предел – беспредельность, прямое – кривое, единое – многое и т. д.).

“**3**” – первое оформление бесконечности, это совершеннейшее из чисел, ибо имеет начало, середину и конец.

2) Мудрейший китайский философ Лао-Цзы (579–499 гг. до н. э.), в своем знаменитом учении о Дао (якобы, лежащем в основе мира) утверждал, что «Дао рождает одно, одно рождает два, два рождает три, а три – все существа. Все существа носят в себе «инь» и «ян» наполнены «ци» и образуют гармонию».

3) Согласно одному из основных догматов христианства (которое возникло в 1 веке нашей эры), бог един по своей сущности, но существует как три личности (“лица”, “ипостаси”): бог-отец, бог-сын и святой дух; все лица троицы равносущны (между ними нет элемента подчинения) и извечны. На сегодняшний день в мире существует более 36 религий, и нет сомнений, что многие из них по-своему “обыгрывают” числа 1, 2, 3.

4) “Бог любит троицу. Святой счет, что троица. Три перста крест кладут” – так гласят русские пословицы. Безусловно, богатейший фольклор всех наций и народностей также упоминает “святую троицу” и числа 1, 2, 3.

В связи со сказанным можно заметить, что годы жизни Пифагора и Лао-Цзы практически совпадают (Пифагор был старше на 3 года, и оба мудреца прожили по 80 лет), что все равно не исключает плагиат идей как минимум из общего более раннего источника (накопленной человеческой мудрости). Очевидно, наши далекие предки смогли увидеть (угадать, почувствовать) исключительную роль чисел 1, 2, 3 просто созерцая окружающий мир. Всё довольно просто, например, у большинства пород деревьев в структуру заложена очевидная триада: *ствол – ветки – веточки*, на которых бесчисленное множество листочков. Даже этого достаточно, чтобы пылливый ум задумался на тему «1, 2, 3». Именно в *наблюдениях природы и их обобщениях* лежат корни мудрости и многочисленных мифов, легенд, учений древних философов, религиозных учений, сказок, пословиц, поговорок и т. д., и т. п.

О «магии» числа семь (точнее говоря, целых чисел от 5 до 9) – см. в статье автора «**Магия» числа 7»** (в «Сборнике-2010»).

Число 12 (дюжина) – это число выделяют некоторые энтузиасты-исследователи тайн мироздания (к их когорте относится и ваш покорный слуга). Если отбросить мистику, то можно упомянуть следующие факты:

12 – это максимально возможное число измерений (11 пространственных + время); **12** фундаментальных частиц; число **12** связано с условием существования планет; **12** эпох Вселенной (см. космологию); **12** пар оснований в витке ДНК; **12** пар ребер у человека; **12** месяцев в году; **12** часов; **12**-ти балльная шкала землетрясений; дюжина (**12** штук) в счете предметов; и т.д.

В мире чисел мы сталкиваемся с *дюжиной* классов (см. на данном портале мою книгу «Леонард Эйлер и космология чисел»).

Числа **16, 32, 64, 128, 256, 512...** «Выделяет» ли природа эти числа? Приводимые ниже примеры – лишь слабый намек на утвердительный ответ.

14 решеток Браве (в кристаллографии); **15** – это «ПТС» сильного взаимодействия; **16** (и более?) ФФК можно насчитать в физике; **16** грамматических правил в языке эсперанто; **17** видов важнейшего минерального сырья на Земле; **14** периодов в жизни мужчины (с точки зрения медицины); **15** религий внутри христианства; ...

20 канонических аминокислот в структуре белка; **23** хромосомы в сперматозоиде; **21** фраунгоферова линия в спектре Солнца; **21** тип в биологической систематике; **23** видимых звездных величин в шкале у астрономов; **21** стиль в пластическом искусстве; **21** группа инструментов в симфоническом оркестре; **21** основная структурная единица во Вселенной; ...

32 варианта расположения атомов вокруг узла решетки (см. кристаллографию); **29** скоплений галактик в крупнейшем из сверхскоплений; **26** костей в стопе ноги и **27** костей в кисти руки человека; **32** зуба у человека; **32** краски на палитре художника (это *max*); **33** основных языка мира; до **33** букв содержат большинство алфавитов; **33÷34** позвонка в позвоночнике человека; **33** термина указывают темп в музыке; **33** значимых религии на планете; **39** спутников у Юпитера (это *max*); **46** хромосом в структуре ДНК; ...

64 кодона (см. ДНК); свыше **60** типов молекул в межзвездной среде; **50** сверхскоплений галактик; **64** символа в языке Брайля для слепых; **77** классов в биологической систематике; **64** клетки на шахматной доске; ...

128 – верхний предел числа протонов в ядре атома; ученые ищут уже **118**-й химический элемент («стабильный?»); **128** – этому (?) равно *отношение (max/min)* величины периодов повторяемости (в нанометрах) в большинстве кристаллов; периоды элементарных ячеек в биологических кристаллах (у вирусов) в среднем в **128** (?) раз превышают периоды в простейших кристаллах (*max* – в 400 раз); **83** химических элемента распространены в земной коре; ~ **90** электронов (в электронном облаке) в самых тяжелых атомах; ~ **100** больших спутников планет в солнечной системе; ~ **100** отношение поперечника Галактики к её толщине; в **102** раза Плутон дальше от Солнца, чем Меркурий; **120** наций и народностей было в СССР (в 1979 г.); ...

~ **137** – это величина обратная *постоянной тонкой структуры* (1/ПТС), важнейшая ФФК, причем *безразмерная*. Именно поэтому энтузиасты-исследователи «обнаруживают» заветное число 137 где

только возможно. См. статьи автора «Постоянная тонкой структуры... в мире чисел?», «Число Данбара». Число Данбара — ограничение на количество постоянных социальных связей, которые человек может поддерживать. Поддержание таких связей предполагает знание отличительных черт индивида, его характера, а также социального положения, что требует значительных интеллектуальных способностей. Лежит в диапазоне от 100 до 230, чаще всего считается равным 150 (однако мне кажется, что это может быть число 137). Величина названа в честь английского антрополога Робина Данбара, который и предложил это число. Стадные приматы отличаются сложным общественным поведением — активно строят отношения с другими членами стаи, обычно с помощью груминга. Данбар заметил зависимость между уровнем развития новой коры больших полушарий головного мозга и размером стаи у приматов. На основании данных по 38 родам приматов он вывел математическую зависимость между развитием неокортекса и размером стаи, и, основываясь на оценке развития человеческого мозга, предложил оценку оптимального размера человеческого стада. Для проверки своей теории Данбар обратился к данным антропологии. Средние размеры деревень традиционных поселений колеблются в предположенных им пределах. Кроме того, размеры неолитических поселений составляют до 200 человек.

230 фёдоровских групп (в кристаллографии); **~ 250** нуклонов в ядре самых тяжелых атомов; **200** иероглифов хватает для повседневного общения; **~ 200** наименований музыкальных инструментов; **~ 200** музыкальных форм (симфония,...); **~ 200** денежных единиц на планете (1994 г.); **206** костей в теле человека (85 парных и 36 непарных); **176** территориальных единиц было в СССР (1982 г.); **400÷600** мышц в теле человека; ...

6 января

© А. В. Исаев, 2013

5. Про двойников нашей Вселенной

Наша Вселенная видится нам в виде сферы (диаметром порядка $43 \cdot 10^{26}$ метров), в центре которой находится планета Земля. И в настоящее время космологи уже твердо знают, что наша Вселенная не единственная, что одновременно с ней существуют и другие (параллельные) вселенные в некоей свехвселенной. Другие вселенные могут иметь совершенно иные свойства (неизвестные нам физические законы). Существование таких вселенных может объяснить особенности нашей Вселенной и ответить на фундаментальные вопросы о природе времени и познаваемости физического мира. При этом наша Вселенная должна быть одной из наиболее вероятных. Более того, существуют *двойники* нашей Вселенной, которые в точности её копируют. В том числе существует точная копия нашей планеты, и там сейчас сидит ваша точная копия, уважаемый читатель, и читает точно такую же статью. Ученые, оказывается, даже оценили расстояние до ближайшей копии нашей планеты — это порядка 10^{28} метров [то есть $10^{(10^{28})}$ м]. Более подробно об этом пишет известный шведско-американский космолог Макс Тегмарк (род. 1967) в очень интересной статье «Параллельные вселенные» (см. по ссылке: <http://www.modcos.com/articles.php?id=40>).

В Википедии есть статья «Тегмарк Макс», в которой в том числе сказано: «Тегмарк сформулировал собственную «Окончательную теорию всего», единственный постулат которой состоит в том, что «все математически непротиворечивые структуры существуют физически». Эта простая теория без свободных параметров подразумевает, что в математических структурах, достаточно сложных, чтобы содержать *способные к самоосознанию подструктуры* [кстати, *этого* лично я в статьях Тегмарка не увидел, см. ниже], эти последние будут воспринимать себя живущими в «реальном» физическом мире. Эта идея обозначается как «математическая гипотеза Вселенной» (причем эта гипотеза в Википедии есть только на английском языке, словно русскоязычные эксперты ещё просто не доросли до идей Тегмарка?).

В статье «Параллельные вселенные» Макс Тегмарк говорит, что ученые рассматривают **4** типа (уровня) параллельных вселенных, и главный вопрос не в том, существует ли свехвселенная, а

сколько уровней она может иметь. Четвертый (IV) уровень – это и есть вселенные Тегмарка, о которых он пишет, например, следующее: «...все математические структуры реализуются физически, и каждая из них соответствует параллельной вселенной. Элементы этой сверхвселенной не находятся в одном и том же пространстве, но существуют вне времени и пространства. В большинстве из них, вероятно, *нет наблюдателей* [курсив мой, эти слова противоречат Википедии?]. Гипотезу можно рассматривать как крайний платонизм, утверждающий, что математические структуры платоновского мира идей... существуют в физическом смысле... любая самосогласованная физическая теория может быть выражена в форме некоей математической структуры... Занимаясь классификацией математических структур, ученые должны заметить, что структура, описывающая наш мир, является наиболее общей из тех, что согласуются с наблюдениями... Либо будет найдена математическая структура, точно описывающая нашу Вселенную, либо мы наткнемся на предел невероятной эффективности математики и будем вынуждены отказаться от гипотезы об уровне IV... Жалобы на непостижимость имеют эстетическую, а не научную природу и оправданы лишь при аристотелевском мировосприятии [мир есть, и он таков!, а каким он мог бы быть ещё? – это лишний вопрос (а у Платона это – важнейший вопрос)]. Когда мы задаем вопрос о природе реальности, не следует ли нам ожидать ответа, который может показаться странным?... Наш выбор сводится к тому, что считать более расточительным и неизящным – множество слов или множество вселенных. Возможно, со временем мы привыкнем к причудам нашего космоса и сочтем его странность очаровательной».

Когда автор писал (в январе-феврале 2013 года) свою очередную книгу «Тёмная энергия...», то про космолога Макса Тегмарка ещё ничего не знал (сам автор, инженер-механик, и, увы, достаточно ленив, лишь иногда на меня что-то «накатывает» по теме *виртуальная космология*, словно мне её кто-то... «диктует» время от времени). Разумеется, сам бы автор не осмелился утверждать, что «вселенная» мира чисел (виртуальная космология, космология чисел)... «*существует в физическом смысле*». Автор только осторожно говорит, что мир чисел «отражает» («символизирует», «олицетворяет», «отождествляет» и т.п.) физический мир, являясь неким «зеркалом», «моделью» Вселенной, некоей простейшей (или наоборот... сложнейшей?) математической моделью реального пространства-времени. Для своих «бредовых» гипотез, словно оправдываясь перед научным миром, автор даже придумал специальный термин – «*рефлексия*». А ключевая моя рефлексия звучит предельно просто: *планковское время отражает число «е»* (это фундаментальная математическая константа, основание натуральных логарифмов, $e = 2,718\dots$).

Планковское время или (просто второе название) *элементарный временной интервал (эви)* – это «квант времени», наименьший временной интервал, существующий в известной нам физике и равный $5,39106 \cdot 10^{-44}$ секунды. За планковское время фотон (квант света, имеющий в вакууме скорость 299.792.458 м/сек) проходит *планковскую длину* (элементарную длину, «квант расстояния»), равную $1,6161999 \cdot 10^{-35}$ метра. Причем физики пока плохо понимают, что происходит в масштабах, меньше планковских (на расстояниях меньше 10^{-35} м и времени, меньше, чем 10^{-44} сек), хотя и для меньших масштабов уже есть немало физических гипотез (скажем, теория суперструн, М-теории). Вот и виртуальная космология автора (особенно, в книге «Тёмная энергия...») также заглянула «ниже» планковских масштабов, исследовав поведение функции $E = N/\ln N$ в интервалах (0; 1) и (1; e). Функция $E = N/\ln N$ при больших числах N – это, по сути дела, асимптотический закон распределения *простых чисел* (2, 3, 5, 7, 11, 13, ...), относящейся к самым замечательным (и фундаментальным) законам *теории чисел* (сложнейший раздел высшей математики, изучаемый в университетах). Оказалось, что поведение функции $E = N/\ln N$ в области *экзочисел* (0; 1) и *проточисел* (1; e) удивительно подходит для возможных «подсказок» («трактовок» и даже... «объяснений»?) в части таких физических феноменов, как тёмная энергия, тёмная материя, космологическая постоянная (лямбда-член), постоянная тонкой структуры (ПТС = 1/137), возраст Вселенной, число её измерений и прочих фундаментальных физических понятий, лежащих в основе мироздания.

В книге «Тёмная энергия...» автор просто призывал читателей («уже в 100-й раз») удивиться, восхититься, озадачиться столь парадоксальной «похожести» мира чисел и физического мира. Однако снова в ответ – либо «гробовое молчание» (от настоящих ученых), либо самые язвительные обвинения меня в *нумерологии* и прочих тяжких грехах (от «широкой публики»). Например, вот как публично клеймит меня модератор сообщества «Физика для всех» (что на сайте «Мой Мир») Кислицын А. П. (Anatoli): «...Исаев... несет такую ахинею, что челюсти сводит. Но ничего мы ухмыляясь терпим его, разъясняя нашим школярам его чушь.» В связи с этим у меня возникает закономерный вопрос: а как

люди по типу Кислицына воспринимают идеи космолога Макса Тегмарка, и какие отзывы выслушал этот ученый в части «математической гипотезы Вселенной»? Даже о том, чтобы просто оценить красоту математики (мира чисел, без учета моих «физических» рефлексий и рефлексий) – даже об этом речи быть не может. Тем не менее, ниже автор приведет очередную свою *рефлексию* (навеянную статьей Макса Тегмарка), которая самого автора буквально поразила. Но прежде я напому читателю некоторые важные (и интересные) моменты из виртуальной космологии и даже добавлю свои новейшие «находки» в загадочном мире чисел.

В виртуальной космологии видимую нами Вселенную «отражает» так называемый *Большой отрезок*, расположенный на бесконечной числовой оси от числа $N = e = 2,718$ и вплоть до числа $N = 4,475 \cdot 10^{61}$. Именно столько *планковских времен* «укладывается» в возрасте нашей Вселенной, причем этот возраст, согласно прогнозу виртуальной космологии, вполне может доходить до... 28 миллиардов лет (вместо 13,75 миллиардов лет, принятых в официальной космологии). И именно в пределах *Большого отрезка* автор неоднократно обнаруживает всевозможные «отражения» физического мира, в том числе ПТС = 1/137 и лямбда-члена (космологической постоянной). И здесь, помимо ранее сказанного в моих книгах и статьях, добавлю ещё один удивительный факт в части лямбда-члена. Если вычислить *площадь* (S) под графиком функции $E = N/\ln N$ (это *главная* функция мира чисел и виртуальной космологии) в пределах *Большого отрезка*, то окажется, что эта площадь определяется такой формулой (разумеется, приближительной):

$$S = (N/2)^2. \quad (1)$$

А подстановка в эту формулу правой границы *Большого отрезка* $N = 4,475 \cdot 10^{61}$ (*эви*) дает нам такую площадь: $S = 5 \cdot 10^{122}$ (эви^2). Значит, $1/S = 2 \cdot 10^{-123}$ (эви^{-2}), что почти совпадает с лямбда-членом ($10^{-53} \text{ м}^{-2} = 2,612 \cdot 10^{-123} \text{ эви}^{-2}$). Таким образом, мы получаем, что *лямбда-член обратно пропорционален площади под графиком $E = N/\ln N$ в пределах Большого отрезка?* А вот площадь под этим же графиком ($E = N/\ln N$), но уже в области *экзочисел*, причем области *равномощной* именно *Большому отрезку*, окажется равной $S = 5,4 \cdot 10^{58}$; значит, в этом случае (абсолютно эквивалентном выше рассмотренному?) параметр $1/S = 1,8 \cdot 10^{-59}$, что, вероятно, является второй (равноправной) *ипостасью лямбда-члена?* Разумеется, и данные факты опять проще всего заклеить приговором «*нумерология...*» (это в самом случае – при самой «доброжелательной» критике моих идей), но что сулит подобная точка зрения, кроме «очевидного» морального превосходства над автором данных строк? Какой вред наносит «школярам» Кислицына моё описание *законов мира чисел* (которых до меня никто не знал), и мои указания на удивительные «совпадения» мира чисел с физическим миром?

В рамках виртуальной космологии нашу Вселенную отражает (в том числе) и ряд *натуральных чисел* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., 10^{61} – округляем, здесь это не принципиально). Среди этих натуральных чисел есть около 700 самых «богатых» чисел – так называемых *типомаксов*, то есть имеющих максимальный *тип* (T), где *тип* T – это *количество* всех целых делителей числа N (его возможные делители – это целые числа, лежащие на числовой оси от 1 до числа N включительно). То есть *типомакс* – это такое натуральное число N , у которого *тип* (T) больше, чем у всех предшествующих натуральных чисел (в том числе и у всех предшествующих *типомаксов*). На *Большом отрезке* буквально вчера автор увидел такую закономерность. Если $N = 10^R$ и $N/T = 10^r$ (где R – это порядок *типомакса* N , а r – это порядок отношения N/T , и ясно, что всегда R больше r), то можно записать такое (разумеется, примерное) равенство:

$$r = R \cdot \ln \ln 10 - \ln 10. \quad (2)$$

Из этого выражения вытекает такая (грубая) оценка *типа* T у *типомакса* N :

$$T = 10^R / 10^r = 10^{(R-r)} \quad (3)$$

$$R - r = R \cdot (1 - \ln \ln 10) + \ln 10 = R/6 + 2,3. \quad (4)$$

Поэтому *типомакс* N , лежащий даже далеко за пределами *Большого отрезка*, имеет *тип* T , порядок которого, грубо говоря, в 6 раз меньше, чем порядок данного *типомакса* N (очередная «магия» числа 7 в мире чисел, о которой автор много раз упоминал).

Старший *типомакс* *Большого отрезка* (в самом его конце) будет содержать почти триллион целых делителей (чуть меньше этого), причем *около 142 его первых делителей будут точной копией начала натурального ряда* (то есть это будут такие числа: 1, 2, 3, 4, ..., 140, 141, 142). Откуда взялась именно такая, скажем, *длина копии* (L) натурального ряда ($L = 142$ числа)? Просто по оценкам автора у всякого достаточно большого *типомакса* (N_t) *длина копии* (L) – это логарифм натуральный самого *типомакса*,

то есть для Большого отрезка получаем: $L = \ln(N_T) = \ln(4,475 \cdot 10^{61}) = 142$. И какой бы большой типомакс N_T мы не взяли (даже далеко за пределами Большого отрезка) – всегда **длина копии** натурального ряда будет порядка $L = \ln(N_T)$. (Кстати говоря, среднее расстояние между соседними простыми числами в конце больших отрезков $[1; N]$ также оценивается как логарифм правой границы этого отрезка: $\ln N$. И это замечание говорит о том, что всё далеко не так просто с двойниками Больших отрезков, о которых речь ниже.)

Например, если взять типомакс-монстр (это чудовищно большое число, представить его никак нельзя) $N_T = 10^{(1,943 \cdot 10^{61})}$, имеющий колоссальное количество целых делителей [порядка $T = 10^{(3,24 \cdot 10^{60})}$ целых делителей, см. формулу (4)], то **длина копии** натурального ряда будет «всего лишь» порядка $L = \ln(N_T) = \ln[10^{(1,943 \cdot 10^{61})}] = (1,943 \cdot 10^{61}) \cdot \ln 10 = 4,475 \cdot 10^{61}$, что равно длине *Большого отрезка* (так специально подобран типомакс-монстр N_T). Таким образом, у нашего типомакса-монстра N_T первые $4,475 \cdot 10^{61}$ делителей будут **точной копией** (без единого пропуска) или, иначе говоря, будут... **двойником** Большого отрезка (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., $4,475 \cdot 10^{61}$). Причем о существовании подобных двойников Большого отрезка автор писал как минимум с 2006 года, например, в книге «Суперструны и параллельные миры» (гл. IV, параграфы 21 и 22).

А как ещё можно трактовать число-монстр $N_T = 10^{(1,943 \cdot 10^{61})}$? Во-первых, это правая граница *отрезка-монстра* $[1; N_T]$ на бесконечной числовой оси. Во-вторых, это **расстояние** от начала натурального ряда до типомакса-монстра N_T (причем расстояние в планковских единицах – согласно ключевой гипотезе виртуальной космологии). В-третьих, это почти **расстояние** от конца Большого отрезка (то есть от нас с вами, уважаемый читатель) до типомакса-монстра N_T (порядок этого числа столь велик, что словом «почти» и многими прочими нюансами можно смело пренебречь). Таким образом, автор писал именно о... **двойниках** Большого отрезка (про **расстояния** до них), хотя сам тогда даже понятия не имел, что расстояние до нашего реального двойника у физиков получилось порядка $10^{(10^{28})}$ метров (любопытно, когда физики пришли к такой оценке?).

Ну а теперь ранее обещанная **рефлексия**, о сути которой читатель уже, вероятно, и сам догадался. Итак, в начале данной статьи говорилось, что наш физический **двойник** находится от нас на расстоянии не ближе, чем $10^{(10^{28})}$ метров, что составляет порядка $N_d = 10^{(6,187 \cdot 10^{62})}$ *планковских длин* (поскольку 1 метр = $6,187 \cdot 10^{34}$ планковских длин). Порядок «физического» числа N_d равен $6,187 \cdot 10^{62}$, а порядок рассмотренного нами виртуального типомакса-монстра N_T равен $1,943 \cdot 10^{61}$, то есть оба порядка, практически, совпадают (учитывая возможные погрешности обеих оценок), а, значит, практически, совпадают и сами числа N_d и N_T . Это совпадение (мною никак не «подстроенное», и строго проверяемое кем угодно), возможно, является одним из веских аргументов в пользу научной «легитимности» *виртуальной космологии*. То есть виртуальная космология – это не только вполне правильное описание красивого математического «внутреннего устройства» мира чисел, но и вполне продуктивный физический «бред»: физические фантазии (рефлексии) автора отчасти могут послужить реальными «подсказками» физикам-теоретикам, философам, всем думающим людям. Мои открытия, находки, гипотезы «внутри» мира чисел (без учета моих «физических» фантазий) – не могут не удивить всякого любознательного человека, равнодушного к математике (хотя бы в глубине души). А критикам всегда полезно помнить, что все мои математические результаты (формулы, оценки, гипотезы) легко проверяются. Более того, всякий искушенный читатель может пойти гораздо дальше меня (и всякого другого автора), ибо мир чисел – **бесконечно** сложный, таинственный и прекрасный.

16 марта

© А. В. Исаев, 2013

6. Возраст Вселенной – 29 млрд лет

Возраст Вселенной – это максимальное время, которое измерили бы часы с момента *Большого взрыва* до настоящего времени, попади они сейчас нам в руки. Эта оценка возраста Вселенной, как и другие космологические оценки, исходит из космологических моделей на основе определения постоянной Хаббла и других наблюдаемых параметров Метагалактики. Существует и некосмологический метод определения возраста Вселенной (по крайней мере тремя способами). Примечательно, что все

эти оценки возраста Вселенной согласуются между собой. Также все они требуют *ускоренного расширения* Вселенной (то есть не нулевого *лямбда-члена*), иначе космологический возраст оказывается слишком малым. Новые данные, полученные с помощью мощного телескопа-спутника «Планк», принадлежащего European Space Agency's (ESA), показывают, что **возраст Вселенной составляет 13,798 миллиарда лет** («плюс-минус» 0,037 млрд лет, всё это сказано в Википедии).

Указанный возраст Вселенной ($B = 13.798.000.000$ лет) совсем нетрудно перевести в секунды:

$$1 \text{ год} = 365(\text{дней}) * 24(\text{часа}) * 60(\text{минут}) * 60(\text{сек}) = 31.536.000 \text{ сек};$$

значит, возраст Вселенной будет равен

$$B = 13.798.000.000 (\text{лет}) * 31.536.000 (\text{сек}) = 4,3513 * 10^{17} \text{ секунд.}$$

Кстати говоря, полученный результат позволяет нам «прочувствовать», что это значит – число порядка 10^{17} (то есть число 10 надо умножить на само себя 17 раз). Эта, казалось бы, небольшая степень (всего-то 17), на самом деле скрывает за собой гигантский отрезок времени (13,798 млрд лет), уже почти ускользающий от нашего воображения. Так, если весь возраст Вселенной – «сжать» до одного земного года (мысленно представить, как 365 дней), то в таком масштабе времени: простейшая жизнь на Земле зародилась 3 месяца назад; точные науки появились не более 1 секунды назад, а жизнь человека (70 лет) – это миг, равный 0,16 секунды.

Однако секунда – это всё ещё огромное время для теоретической физики, *мысленно* (с помощью математики) изучающей пространство-время в предельно малых масштабах – вплоть до размеров порядка **планковской длины** ($1,616199 * 10^{-35}$ м). Эта длина – *минимально возможный* в физике «квант» расстояния, то есть, что происходит в ещё меньших масштабах – физики пока не придумали (нет общепризнанных теорий), возможно, там уже «работает» совсем другая физика, с неизвестными нам законами. Ещё здесь уместно сказать, что в своих (сверхсложных и очень дорогих) *экспериментах* физики пока проникли «всего лишь» на глубину порядка 10^{-18} метра (это 0,000...01 метра, где после запятой стоит 17 нулей). Планковская длина – это расстояние, которое фотон (квант) света проходит за **планковское время** ($5,39106 * 10^{-44}$ сек) – *минимально возможный* в физике «квант» времени. Планковское время имеет у физиков и второе название – **элементарный временной интервал** (*эви* – эту удобную аббревиатуру я также буду использовать ниже). Таким образом, для физиков-теоретиков 1 секунда это колоссальное число планковских времен (*эви*):

$$1 \text{ секунда} = 1 / (5,39106 * 10^{-44}) = 1,8549 * 10^{43} \text{ эви.}$$

В этом временном масштабе возраст Вселенной становится, числом, которое мы уже не в силах хоть как-то себе представить:

$$B = (4,3513 * 10^{17} \text{ сек}) * (1,8549 * 10^{43} \text{ эви}) = 8,07 * 10^{60} \text{ эви.}$$

Почему выше автор сказал, что *физики-теоретики изучают пространство-время*? Дело в том, что пространство-время – это две стороны *единой* структуры (математические описания пространства и времени схожи между собой), которая имеют решающее значение для построения физической картины мира, нашей Вселенной. В современной квантовой теории именно *пространству-времени* отводится центральная роль, существуют даже гипотезы, где вещество (в том числе и мы с вами, уважаемый читатель) рассматривается не более как... *возмущение* этой основной структуры. *Видимое* вещество во Вселенной на 92% состоит из атомов водорода, а средняя плотность видимого вещества оценивается как 1 атом водорода на 17 кубических метров пространства (это объём маленькой комнаты). То есть, как уже доказано в физике, наша Вселенная – это почти «пустое» пространство-время, которое непрерывно **расширяется** и **дискретно** в *планковских масштабах*, то есть на размерах порядка планковской длины и в интервалах времени порядка *эви* (в масштабах, доступных человеку, время течет «непрерывно и плавно», и никакого расширения мы не замечаем).

И вот однажды (ещё в конце 1997 года) автор подумал, что дискретность и расширение пространства-времени лучше всего «моделирует»... ряд натуральных чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... Дискретность этого ряда никаких сомнений не вызывает, а вот его «расширение» можно пояснить таким представлением: 0, 1, 1+1, 1+1+1, 1+1+1+1, Таким образом, если числа отождествлять с планковским временем, то числовой ряд как бы превращается в некий поток квантов времени (пространства-времени). В итоге автор придумал целую теорию, которую назвал **виртуальная космология**, и которая «обнаружила» важнейшие физические параметры Вселенной «внутри» мира чисел (ниже рассмотрим конкретные примеры).

Как и следовало ожидать, официальная космология и физика ответила на все мои (письменные) обращения к ним – абсолютным молчанием. А ирония текущего момента, вполне возможно, состоит в

том, что *теория чисел* (как раздел высшей математики, изучающей натуральный ряд) имеет буквально единственное практическое приложение – это... криптография. То есть числа (причем очень большие, порядка 10^{300}) используются для *шифрования сообщений* (передающих в своей массе сугубо меркантильные интересы людей). А вместе с тем *мир чисел сам по себе является неким зашифрованным сообщением о фундаментальных законах мироздания* – именно это утверждает моя виртуальная космология и делает попытки «расшифровать сообщения» мира чисел. Однако, разумеется, что самая интригующая «расшифровка» получилась бы у физиков-теоретиков, если бы они однажды взглянули на мир чисел без профессиональных предрассудков...

Итак, приведу ключевую гипотезу из последней версии виртуальной космологии: **плаковское время эквивалентно числу $e = 2,718$** ... (число « e », основание натуральных логарифмов). Почему именно числу « e », а не единице (как я думал раньше)? Дело в том, что именно числу « e » равно минимально возможное положительное значение функции $E = N/\ln N$ – главной функции в моей теории. Если в данной функции знак точного равенства ($=$) заменить на знак асимптотического равенства (\sim , эту волнистую линию называют *тильдой*), то мы получим главнейший закон общеизвестной *теории чисел* – закон распределения *простых чисел* (2, 3, 5, 7, 11, ... эти числа делятся только на единицу и самих себя). В теории чисел, изучаемой будущими математиками в университетах, параметр E (правда, математики пишут совсем другой символ) – это приблизительное количество простых чисел на *отрезке* $[1; N]$, то есть от 1 до числа N включительно, и чем больше натуральное число N , тем точнее работает асимптотическая формула.

Из моей ключевой гипотезы вытекает, что в виртуальной космологии **возраст Вселенной эквивалентен, как минимум, числу $N = 2,194 \cdot 10^{61}$** – это произведение возраста B (выраженному в *эви*, см. выше) на число $e = 2,718$. Почему автор пишет «как минимум» – станет ясно ниже. Таким образом, нашу Вселенную в мире чисел «отражает» отрезок числовой оси (с началом в числе $e = 2,718$...), на котором содержится порядка 10^{61} натуральных чисел. Отрезок числовой оси, эквивалентный (в указанном смысле) возрасту Вселенной, назовем **Большим отрезком**.

Зная, правую границу Большого отрезка ($N = 2,194 \cdot 10^{61}$), вычислим количество *простых чисел* на этом отрезке: $E = N/\ln N = 1,55 \cdot 10^{59}$ (простых чисел). А теперь, внимание!, см. также таблицу и рисунок (они ниже). Очевидно, что у простых чисел (2, 3, 5, 7, 11, ...) их порядковые номера (1, 2, 3, 4, 5, ..., E) образуют свой отрезок натурального ряда $[1; E]$, на котором также есть *простые номера*, то есть номера в виде простых чисел 1, 2, 3, 5, 7, 11, ... Здесь мы будем считать, что 1 – первое простое число, ведь иногда и в математике так поступают, а мы, возможно, рассматриваем как раз с тот случай, когда это оказывается очень важным. К отрезку $[1; E]$ всех номеров (из простых и составных чисел) мы также применим аналогичную формулу: $K = E/\ln E$, где K – это количество *простых номеров* на отрезке $[1; E]$. И ещё мы введем очень важный параметр: $K/E = 1/\ln E$ – это отношение количества (K) *простых номеров* к количеству ϵ всех номеров на отрезке $[1; N]$. Ясно, что **параметр $1/\ln E$ имеет смысл вероятности встречи с простым номером у простого числа на отрезке $[1; N]$** . Вычислим эту вероятность: $1/\ln E = 1/\ln(1,55 \cdot 10^{59}) = 0,007337$ и получим, что она всего лишь на 0,54% больше значения... **постоянной тонкой структуры** (ПТС = 0,007297352569824...).

ПТС – это фундаментальная физическая постоянная, причем *безразмерная*, то есть ПТС имеет смысл *вероятности* некоего архиважного для Его Величества Случая события (все остальные фундаментальные физические постоянные имеют размерность: секунды, метры, кг, ...). Постоянная тонкой структуры всегда являлась объектом восхищения для физиков. Выдающийся американский физик-теоретик, один из основателей квантовой электродинамики, лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман (1918 – 1988 гг.) называл ПТС «одной из величайших проклятых тайн физики: магическое число, которое приходит к нам без какого-либо понимания его человеком». Предпринималось большое количество попыток выразить ПТС через чисто математические величины или вычислить на основе каких-либо физических соображений (см. Википедию). Вот и в данной статье, по сути дела, автор приводит своё понимание природы ПТС (снямая с неё завесу таинственности?).

Итак, выше в рамках виртуальной космологии мы получили *почти* значение ПТС. Если немного отодвинуть (увеличить) правую границу (N) Большого отрезка, то увеличится и количество (E) *простых чисел* на этом отрезке, а вероятность $1/\ln E$ уменьшится до «заветного» значения ПТС. Так вот, оказывается, что достаточно увеличить возраст нашей Вселенной всего в 2,1134808791 раз (почти в 2 раза, а это немного, см. ниже), чтобы получить точное попадание в значение ПТС: приняв правую

границу Большого отрезка равной $N = 4,63704581852313 \cdot 10^{61}$, мы получим вероятность $1/\ln E$, которая меньше ПТС всего лишь на $0,0000000000013\%$. Указанная здесь правая граница Большого отрезка эквивалентна, скажем, *ПТС-ому возрасту* Вселенной в 29.161.809.170 лет (почти **29 миллиардов лет**). Разумеется, что полученные здесь цифры не являются догмой (сами цифры могут немного меняться), поскольку важно было объяснить сам ход рассуждений. Причем автор – далеко не первый, кто пришёл (своим *беспрецедентным* путем) к необходимости «удвоения» возраста Вселенной. Например, в книге известного российского ученого М. В. Сажина «Современная космология в популярном изложении» (М.: Едиториал УРСС, 2002 г.) говорится буквально следующее (на стр. 69): «...**Изменяются оценки возраста Вселенной. Если 90% общей плотности Вселенной приходится на новый вид материи (лямбда-член), а 10% на обычное вещество, то *возраст Вселенной, оказывается больше почти в два раза!***» (жирный курсив мой).

Таким образом, если верить *виртуальной космологии*, то помимо чисто «физических» определений ПТС (их также несколько), эту фундаментальную «константу» (у меня она, вообще говоря, убывает со временем) можно определить ещё и так (без ложной скромности замечу, что более *изящного* математического толкования природы ПТС мне встречать не приходилось). **Постоянная тонкой структуры** (ПТС) – это вероятность того, что случайно взятый порядковый номер *простого числа* на отрезке $[1; N]$ сам окажется *простым числом*. И указанная вероятность будет такой:

$$\text{ПТС} = 1/\ln(N/\ln N) = 1/(\ln N - \ln \ln N). \quad (1)$$

При этом не надо забывать, что формула (1) «работает» относительно точно при достаточно больших числах N , скажем, в конце Большого отрезка она вполне пригодна. А вот в самом начале (при возникновении Вселенной) эта формула дает заниженные результаты (пунктирная линия на рисунке, см. также таблицу)

Виртуальная космология (впрочем, как и теоретическая физика) подсказывает нам, что ПТС это вовсе не константа, а «просто» важнейший параметр Вселенной, меняющийся со временем. Так, по моей теории ПТС при рождении Вселенной был равен единице, а потом, согласно формуле (1), уменьшился до современного значения ПТС = 0,007297... При неизбежной кончине нашей Вселенной (через 10^{150} лет, что эквивалентно правой границе $N = 10^{201}$) ПТС уменьшится от нынешнего значения ещё почти в 3 раза и станет равным 0,00219.

Если бы формула (1) (точное «попадание» в ПТС) была единственным моим «фокусом» по части *нумерологии* (в чём до сих пор абсолютно уверены профессиональные ученые), то автор бы не стал с таким упорством повторять, что мир натуральных чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... (в частности его главный закон $E = N/\ln N$) – это некое «зеркало» нашей Вселенной (и даже... *всякой* вселенной), помогающий нам «расшифровать» самые главные тайны мироздания. Все мои статьи и книги интересны не только *психологам*, которые могут досконально проследить (в своих кандидатских и докторских работах) весь путь восхождения изолированного ума (автор, практически, не общался с грамотными людьми) – восхождения к Истине или падения в глубочайшую пропасть Самообмана. Мои работы содержат много нового фактического материала (новых идей и гипотез) по *теории чисел*, а также содержат весьма любопытную *математическую модель пространства-времени*, аналоги которой обязательно есть, но только на... *далеких экзопланетах*, где разум уже открыл для себя натуральный ряд 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... – самую очевидную, доступную абстрактную Истину, данную *всякому* искушенному разуму во *всякой* вселенной (что почти не вызывает сомнений и само по себе удивительно).

В качестве очередного оправдания скажу про ещё один «фокус» моей нумерологии. Площадь (S) под графиком функции $E = N/\ln N$ (повторяю, главной функции мира чисел!), выражается такой формулой: $S = (N/2)^2$ (это 4-я часть площади квадрата со стороной, равной числу N). При этом в конце *ПТС-го Большого отрезка* (при $N = 4,637 \cdot 10^{61}$) величина, обратная этой площади ($1/S$), будет численно равна... **космологической постоянной** или (просто второе название) **лямбда-члену** $L = 10^{-53} \text{ м}^{-2}$, выраженному в планковских единицах (*эви*): $L = 10^{-53} \text{ м}^{-2} = 2,612 \cdot 10^{-123} \text{ эви}^{-2}$ и это, подчеркиваю, лишь *оценка* L (точное значение физикам не известно). А виртуальная космология утверждает, что космологическая постоянная (лямбда-член) – ключевой параметр Вселенной, убывающий со временем примерно по такому закону:

$$L = 1/S = (2/N)^2. \quad (2)$$

По формуле (2) в конце ПТС-го Большого отрезка мы получаем следующее: $L = [2/(4,637 \cdot 10^{61})]^2 = 1,86 \cdot 10^{-123} \text{ (эви}^{-2})$ – это и есть... истинное значение космологической постоянной (?).

Вместо заключения. Если кто-нибудь укажет мне иную формулу (кроме $E = N/\ln N$) и иной математический объект (кроме элементарного ряда натуральных чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...), которые приводят к столь же *красивым* нумерологическим «фокусам» (столь много и точно «копирующим» реальный физический мир в разных его аспектах), – тогда автор готов публично признать, что нахожусь на самом дне пропасти Самообмана. Для вынесения своего «приговора» читатель может обратиться ко всем работам автора, помещенным на портале «Техно Сообщество России».

6 апреля

© А. В. Исаев, 2013

7. Числа Ферма и... фракталы

Молодой Гаусс уже в 19 лет смог доказать замечательную теорему: если число сторон *правильного* многоугольника равно *простому числу Ферма* (3, 5, 17, 257, 65537), то его можно *построить при помощи циркуля и линейки* (подробно об этом см. в моей статье «Тайны многоугольников»). Позже, уже став признанным «королем математиков», Карл Гаусс (1777–1855) настолько высоко оценил своё первое открытие, что даже завещал сделать пьедестал своей могилы в форме... правильного 17-угольника (впервые построенного Гауссом). Как известно, Гаусс был не только великим математиком, но также и астрономом, и физиком, то есть это был человек с широчайшим научным кругозором. В связи с этим возникает любопытный вопрос: а почему интуиция столь гениального человека по-особому выделила, по сути дела, именно... *простые числа Ферма*? Возможно, Гаусс почувствовал, что речь идет об очевидной «точке соприкосновения» виртуального мира чисел и реального (физического) мира?

Во всяком случае, лично мне хочется верить именно в это, поскольку сам автор с 1998 года пытается доказать (в своих книгах и статьях), что мир *натуральных чисел* – это некое наипростейшее «зеркало» реального мира (описывающих его самых фундаментальных законов). Ниже представлена очередная попытка доказать данное (разумеется, весьма и весьма спорное) утверждение.

Итак, *числа Ферма* описываются нехитрой формулой:

$$N = 2^{(2^m)} + 1, \quad (1)$$

где $m = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$ (до бесконечности). Формула (1) выдает бесконечную последовательность $N = 3, 5, 17, 257, 65537, 4294967297, \dots$, в которой пять первых чисел (выделенных жирным шрифтом) являются *простыми числами*. Напомню, что простые числа ($P = 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, \dots$) делятся только на самих себя и на единицу; иначе говоря, у них только два целых делителя (1 и само число P), а в рамках *виртуальной космологии* мы говорим, что *тип* (T) всех простых чисел равен 2 (записываем так: $T = 2$). Напомню также, что любое натуральное число N «строится» исключительно из простых чисел, подобно тому, как любое видимое вещество во Вселенной строится из атомов (элементов таблицы Менделеева). Например, уже шестое число Ферма (при $m = 5$) является *составным* числом – оно «строится» (путем перемножения) из двух простых чисел: $641 \cdot 6700417 = 4294967297$ (и никакое произведение других *простых чисел* не даст нам числа 4294967297), то есть шестое число Ферма имеет тип $T = 4$, поскольку у шестого числа именно четыре целых делителя: 1, 641, 6700417, 4294967297.

По состоянию на январь 2012 года математиками доказано, что при $m = 5, 6, 7, \dots, 35$ формула (1) выдает исключительно *составные* числа N ; иначе говоря, вплоть до умопомрачительного числа порядка $N = 10^{10.343.311.892}$ других *простых чисел Ферма* не существует. Наличие других простых чисел Ферма (кроме пяти известных чисел: $N = 3, 5, 17, 257, 65537$) – является так называемой *открытой проблемой* в теории чисел (раздел высшей математики). И здесь уместно заметить, что *теория чисел* содержит множество самых разных *открытых проблем*, попытки решения которых предпринимались математиками в течение десятков, а иногда даже сотен лет, но которые пока так и остаются открытыми. При этом у математиков многие *открытые проблемы* (как и с числами Ферма) выходят далеко за рамки *Большого отрезка*, ограниченного «всего лишь» числом $N = 8 \cdot 10^{60}$ – это условное количество *планковских времен* в возрасте Вселенной, то есть Большой отрезок – «главная арена» в рамках моей *виртуальной космологии*. Отчасти поэтому профессиональные математики не признают мои исследования, и, тем более, мой «инженерный» подход (вообще говоря, далекой от «настоящей» аналитики). С другой стороны, профессиональные физики никак не хотят проникнуться *сакральным*

смыслом мира (якобы «примитивных») натуральных чисел. Хотя, возможно, именно этот сакральный смысл и почувствовал Карл Гаусс?

Математиками уже доказано, что при $m = 5, 6, 7, 8$ формула (1) выдает числа N , у которых тип $T = 4$, причем при $m = 8$ имеем $N = 10^{77}$ (около того), то есть уже девятое число Ферма лежит далеко за пределами Большого отрезка. Кстати, в этом проявляется очередная «магия семёрки» в рамках *Большого отрезка* (см. мои статьи про «магию» числа 7), а за его пределами – «магия семерки» исчезает (и бесследно?), что также подтверждает правомочность виртуальной космологии. Вероятно, и у всех последующих чисел Ферма тип (T) будет относительно небольшим, скажем, $T = 4, 6, 8, \dots$, но, с точки зрения *виртуальной космологии*, это уже не должно волновать даже... саму Вселенную, не говоря уже о человеческой цивилизации, весь «долгий век» которой – лишь *крохотный миг* в биографии Вселенной. Ситуация такова, словно виртуальный мир чисел посредством простых чисел Ферма (3, 5, 17, 257, 65537) как бы «очерчивает» некие временные границы существования *разумной жизни* во Вселенной, условные символы которой – «циркуль и линейка» (в контексте теоремы Гаусса).

Чтобы ясно понимать, насколько мал тип (T) у чисел Ферма, достаточно знать из *теории чисел*, скажем, *формулу Дирихле*. Эта формула гласит, что *средний арифметический тип* (T_s) всех натуральных чисел на отрезке от 1 до N (включительно) устремляется к следующему красивому выражению:

$$T_s = \ln N + 2C - 1, \quad (2)$$

где $C = 0,577215\dots$ – постоянная Эйлера-Маскерони (фундаментальная математическая константа). При этом T_s можно рассматривать не только как параметр *отрезка* $[1; N]$, но и как параметр самого *числа* N (правой границы указанного отрезка). В этом смысле любое натуральное число N имеет свой параметр T_s , например, для чисел $W = 2; 4; 16; 256; 65536$ мы соответственно получим $T_s = 1,5000; 2,0000; 3,1250; 5,7266; 11,2453$ – убедитесь в этом сами, складывая типы (T) первых натуральных чисел (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...), поскольку формула (2) в начале натурального ряда (в области его «сингулярности») работает весьма плохо.

С другой стороны, для достаточно больших чисел N в качестве оценки можно полагать $T_s = \ln N$ (не учитываем малую «поправку» $2C - 1 = 0,1544\dots$). Так, например, в конце *Большого отрезка* мы получаем $T_s = \ln(8 \cdot 10^{60}) = \ln 8 + 60 \cdot \ln 10 = 140$ (округляем до целого числа). То есть, в конце Большого отрезка средний тип достигает значения порядка $T_s = 140$ (для справок: в конце Большого отрезка максимально возможный тип $T_{max} = 7 \cdot 10^{11}$, то есть у некоторых натуральных чисел N может быть порядка *и-триллиона* целых делителей), а вот у *чисел Ферма* тип всего лишь равен $T = 4$ (и всегда, вплоть до бесконечности, $T_{min} = 2$ будет у *простых чисел*).

А теперь мы посмотрим, что произойдет, если из формулы (1)... убрать единицу. Очевидно, при этом мы получим совсем уже элементарную формулу:

$$W = 2^{(2^m)}, \quad (3)$$

которая (при $m = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, \dots$) выдает бесконечную последовательность натуральных чисел: $W = 2; 4; 16; 256; 65536; (4,29 \cdot 10^9); (1,84 \cdot 10^{19}); (3,40 \cdot 10^{38}); (1,15 \cdot 10^{77}); \dots$. При этом *теория чисел* точно указывает нам тип данных чисел (количество их целых делителей): $T = 2^m + 1$, то есть для чисел W мы получим соответственно: $T = 2, 3, 5, 9, 17, 33, 65, 129, 257, \dots$. И нетрудно заметить, что эти значения лишь ненамного превосходят *средний (арифметический) тип* этих же чисел (см. выше значения T_s для чисел W): $T/T_s = 1,3333; 1,5000; 1,6000; 1,5716; 1,5117; 1,4774; 1,4601; 1,4514$. Таким образом, с ростом W отношение T/T_s устремляется к значению $1/\ln 2 = 1,4426\dots$, поскольку для чисел W верны следующие оценки: $T_s = \ln W = \ln(2^{(2^m)}) = (2^m) \cdot \ln 2$; $T/T_s = (2^m + 1)/[(2^m) \cdot \ln 2] = 1/\ln 2$ (при m стремящемся к бесконечности).

Здесь уместно заметить, что пресловутое «золотое сечение» («магическое» число 1,618), вероятно, является «бледной тенью» отношения T/T_s и ему подобных отношений (численно, скажем, из диапазона 1,4...1,8), которых обнаруживается довольно много в рамках *виртуальной космологии*. То есть в математической структуре реального пространства-времени «зашито» много важных параметров, численно близких (в среднем) к значению 1,618, поэтому природа «приучила» человека воспринимать данный (чисто математический) факт, как проявление некой... «божественной гармонии». Даже уже сказанного достаточно для предположения о том, что формула (3) выдает довольно важную последовательность натуральных чисел W (и не только из-за их предельной близости к *числам Ферма*), служащими, вероятно, некими «реперными точками» *Большого отрезка* (наравне с *простыми числами Ферма*).

Наконец в своих рассуждениях мы подошли к тому, ради чего, собственно говоря, и была задумана данная статья. Так вот, оказывается, что рассмотренную выше последовательность натуральных чисел $W = 2; 4; 16; 256; 65536; (4,29 \cdot 10^9); (1,84 \cdot 10^{19}); (3,40 \cdot 10^{38}); \dots$ можно представить не только в виде формулы (3), но и в виде так называемого *рекуррентного соотношения*:

$$X = x^2, \quad (4)$$

согласно которому каждое последующее число (X – «большое») равно квадрату (то есть второй степени) предыдущего числа (x – «малое»). Рекуррентная формула (4) работает следующим образом (в качестве дополнительного пояснения): $x = 2; X = 2^2 = 4$ (первый шаг); $x = 4; X = 4^2 = 16$ (второй шаг); $x = 16; X = 16^2 = 256$ (третий шаг); $x = 256; X = 256^2 = 65536$ (четвертый шаг); и так далее (до бесконечности).

Многие из читателей, наверное, слышали про *фракталы* – геометрические фигуры, обладающие свойством самоподобия (когда фигура составлена из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком). Причем фракталы – это далеко не только математические образы-«игрушки», ведь достаточно сказать, что первые многоклеточные живые организмы на нашей планете (которые зародились в океанах и морях 1,5–2 млрд лет назад) по своему внешнему виду были близки именно к простейшим... *фракталам*. Образно говоря, самый великий эксперимент по формированию живой материи Творец (он же – Его Величество Случай) начинал, «держа перед глазами» чисто... *математические конструкции*. И, вероятно, для многих читателей будет настоящим откровением узнать, что для формирования сколь угодно сложных (замысловатых, самых «вычурных») фракталов вполне достаточно «работы», например, следующего *наипростейшего* (и в этом – свой парадокс) *рекуррентного соотношения*:

$$S = s^2 + D, \quad (5)$$

где S («большое»), s («малое»), $D = p + iq$ – это *комплексные числа* (i – мнимая единица, для которой по определению полагают: $i^2 = -1$), причем все вычисления начинаются со значения $s = 0$ (при любых вещественных значениях p и q). То есть первым шагом вычислений по формуле (5) будет такой результат: $S = x + iy$, где $x = p$ и $y = q$. Каждый последующий шаг описывается следующим образом:

$$X = x^2 - y^2 + p, \quad Y = 2xy + q, \quad (6)$$

то есть каждое последующее число (X и Y – «большое») равно некому выражению от предыдущих значений (x и y – «малое»). Чтобы понять работу рекуррентной формулы (5), *эквивалентной* формулам (6), возьмите конкретные числовые значения, скажем, $p = -0,52200$ и $q = 0,49985$, а потом вычислите первую пару значений X и Y по формулам (6) – это легко сделать в таблице «Excel». Далее вычисляйте последующие, скажем, 32000 пар значений X , Y и по ним постройте график $Y = f(X)$ (в той же программе «Excel») – перед вами возникнет графический образ «пылающего солнца» (график постройте из самых мелких точек). А если затем вы измените число D , подставив, в исходные данные вашей таблицы, например, $p = -0,51$ и $q = 0,49$, то увидите графический образ «спиральной галактики». Таким образом, вы наглядно убедитесь («почувствуете»), что простейшая рекуррентная формула (5), действительно, способна порождать весьма и весьма замысловатые «образы» (от которых до настоящих *фракталов* – уже «рукой подать»).

А теперь сравните между собой рекуррентные формулы (4) и (5) – они имеют, фактически, ... одинаковую математическую природу? Разумеется, что понятие о *комплексных числах* – это куда более сложное (и фантастически загадочное) понятие, нежели понятие о *натуральных числах* (проще которых уже нельзя ничего представить в своём воображении). Тем не менее, даже выше сказанного, как мне представляется, вполне достаточно, чтобы допустить своеобразную «легитимность» *виртуальной космологии*, главный тезис которой парадоксален (до безумия): *мир натуральных чисел – это наипростейшее «зеркало» реального пространства-времени (его некоторых математических конструкций)*.

26 апреля

© А. В. Исаев, 2013

8. Многоугольники и... 4% видимой Вселенной

В данной большой статье возможны некие нестыковки текста, его «провалы» и повторы, а также прочие очевидные огрехи. Но исправлять всё это теперь (в апреле 2017 г.) – нет особого смысла. В настоящее время главное – просто сохранить (зафиксировать) мысли, идеи автора.

1. Краткая история вопроса

Построение правильного многоугольника с G сторонами оставалось проблемой для математиков вплоть до XIX века. Такое построение идентично разделению окружности на G равных частей, так как соединив между собой точки, делящие окружность на части, можно получить искомым многоугольник. Древнегреческие математики использовали правильные многоугольники для вычисления числа π (3,14...). Они вычисляли площади вписанных в окружность и описанных вокруг неё многоугольников, постепенно увеличивая число их сторон, получая таким образом оценку площади круга. Евклид (Эвклид) в своих знаменитых «Началах» (около 300 г. до н. э.) занимался построением правильных многоугольников в книге IV, решая задачу для $G = 3, 4, 5, 6, 15$. Кроме этого, он уже определил первый критерий построимости многоугольников: хотя этот критерий и не был озвучен в «Началах», древнегреческие математики умели построить многоугольник с 2^n сторонами (при целом $n > 1$), имея уже построенный многоугольник с числом сторон $2^{(n-1)}$: пользуясь умением разбиения дуги на две части, из двух полуокружностей мы строим квадрат, потом правильный 8-угольник, 16-угольник и так далее. Из той же книги Евклида следует, что древние математики умели строить правильные многоугольники с числом сторон $G = (2^n)(3^a)(5^b)$, где $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ – целое неотрицательное число, a и b – принимают значения 0 или 1. Ещё необходимо сказать, что правильные многоугольники (плоские фигуры) являются гранями *правильных многогранников* (трехмерных, то есть объёмных фигур), но это уже отдельная интересная тема для разговора.

2. Многоугольники и... 4% видимой Вселенной

В евклидовой геометрии есть целый раздел, известный с античных времён, – это *построения с помощью циркуля и линейки*. В задачах на построение циркуль и линейка считаются идеальными инструментами, в частности: линейка не имеет делений и имеет сторону бесконечной длины, но только одну, а циркуль может иметь сколь угодно большой или сколь угодно малый раствор (то есть может чертить окружность произвольного радиуса). То есть *построение с помощью циркуля и линейки* – это некий особый и математически строгий алгоритм построения (в подробности которого мы вдаваться не будем).

Как оказалось, далеко не все правильные многоугольники можно построить с помощью циркуля и линейки. Например, данным образом нельзя построить правильные многоугольники с таким числом сторон: 7, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, ... – этот ряд бесконечен и нам, в принципе, известен (что вытекает из дальнейшего моего текста). Примечательно, что указанный ряд «открывает» именно 7-угольник – это очередное проявление «магии» числа 7. Однако правильный 7-угольник все-таки можно построить, но только с помощью циркуля и *невсиса* (размеченной линейки) – см. в Википедии статьи «Правильный семиугольник», а также «Правильный девятиугольник» (для которого найдены методы построения достаточно точных приближений). Существуют и другие геометрические задачи, неразрешимые с помощью циркуля и линейки. Например, известная ещё с античных времен задача *квадратура круга* – построение квадрата, равного по площади данному кругу (однако возможность такого построения была полностью доказана алгебраическими методами, основанными на теории Галуа).

Все упомянутые выше построения являются ничем иным, как решениями какого-либо уравнения, причем коэффициенты этого уравнения связаны с длинами заданных отрезков. Поэтому удобно говорить о построении числа – графического решения уравнения определенного типа. Так, в рамках требований построения *при помощи циркуля и линейки* возможны следующие варианты: построение решений *линейных уравнений*, построение решений *квадратных уравнений*. Иначе говоря, возможно построить лишь числа равные арифметическим выражениям с использованием квадратного корня из исходных чисел (длин отрезков), то есть разрешены следующие действия: все 4 арифметических действия (сложение, вычитание, умножение, деление) и извлечение квадратного корня. Например, возможность построить правильный 17-угольник следует из выражения на косинус его угла:

$$\cos\left(\frac{2\pi}{17}\right) = -\frac{1}{16} + \frac{1}{16}\sqrt{17} + \frac{1}{16}\sqrt{34 - 2\sqrt{17}} + \frac{1}{8}\sqrt{17 + 3\sqrt{17} - \sqrt{34 - 2\sqrt{17}} - 2\sqrt{34 + 2\sqrt{17}}}$$

Если в задаче *квадратуры круга* принять за единицу измерения радиус круга и обозначить x длину стороны искомого квадрата, то задача сводится к решению уравнения: $x^2 = \pi = 3,14\dots$, откуда: $x = (\pi)^{0,5}$ (корень квадратный из числа «пи»). Значит, квадратура круга возможна в том и только в том случае, если с помощью конечного числа *разрешенных* действий можно построить отрезок длины «пи». Таким образом, неразрешимость задачи квадратуры круга (при помощи циркуля и линейки) следует из неалгебраичности (трансцендентности) числа «пи», которая была доказана в 1882 году Линдманом. Но задача о квадратуре круга становится разрешимой, если, кроме циркуля и линейки, использовать другие средства (например, квадратрису). Простейший механический способ предложил Леонардо да Винчи. Изготовим круговой цилиндр с радиусом основания R и высотой $R/2$, намажем его чернилами и прокатим по плоскости. За один полный оборот цилиндр отпечатает на плоскости прямоугольник площадью $\pi \cdot R^2$. Располагая таким прямоугольником, уже несложно построить равнобедренный ему квадрат.

Из выше сказанного напрашивается такой важный *вывод*. Все плоские геометрические фигуры распадаются на два существенно разных множества (бесконечных мира):

- фигуры, построенные *при помощи циркуля и линейки* (см. одноименную статью в Википедии);
- фигуры, построенные всеми прочими методами (некоторые из них были упомянуты выше).

В контексте *виртуальной космологии* указанный вывод, возможно, каким-то образом «отражает», «моделирует» деление всей реальной (физической) материи на *видимую материю* (около 4% всего состава Вселенной) и *тёмную материю* (около 22% всего состава Вселенной, остальные 74% – это *тёмная энергия*). То есть автор интуитивно чувствует, что рассматриваемая здесь, казалось бы, сугубо математическая тема (построение правильных многоугольников) должна входить в «обойму» фактов, объясняющих (с позиций мира чисел) наше 4%-ое *видение* Вселенной (разумеется, сам процент может отличаться от условного числа 4). Поэтому ниже автор начнет «выжимать все соки» из данной темы, в надежде увидеть хоть каплю истины в части... реальной физической картины мира, в части нашего 4%-го *видения* этого мира.

3. Напоминание о виртуальной космологии

Выше была упомянута *виртуальная космология* – теория, которую автор разрабатывает с 1997 года в своих книгах и статьях. Почти все они размещены на портале (на сайте) «Техно-сообщество России». А в данной статье приведен лишь тот минимум сведений из виртуальной космологии, который нужен для понимания текста в ниже следующем объеме.

В физике есть так называемая *планковская длина* (1 пд = $1,616199 \cdot 10^{-35}$ метра) – это минимально возможный в физике «квант» расстояния, то есть это расстояние, которое фотон (квант света) преодолеет за *планковское время* (1 пв = $5,39106 \cdot 10^{-44}$ секунды). Согласно ключевой гипотезе виртуальной космологии планковское время (1 пв) эквивалентно числу $e = 2,718\dots$ (после запятой бесконечно много цифр) – это основание натуральных логарифмов, и об этом знают многие. Но мало кто знает, что число $e = 2,718$ – это ещё и минимально возможное положительное значение функции $E = N/\ln N$ – *важнейшей* функции общеизвестной *теории чисел* (и почти никому не известной *виртуальной космологии*).

Если полагать, что возраст Вселенной равен 13,798 миллиардов лет, то в виртуальной космологии этому возрасту Вселенной эквивалентен так называемый *Большой отрезок* (числовой оси): от 1 до числа $N = 2,194 \cdot 10^{61}$. И тут надо заметить, что сам возраст Вселенной физики то и дело уточняют – всё увеличивают и увеличивают; например, ещё лет 30-ть назад наиболее вероятным считался возраст Вселенной около 13 миллиардов лет. Отчасти и поэтому в рамках виртуальной космологии автор высказал предположение, что возраст Вселенной определяет... *постоянная тонкой структуры* (ПТС = 0,0072973525698) – это безразмерный фундаментальный параметр Вселенной (имеющий смысл вероятности некоего события), найденный изначально в рамках теоретической физики. У меня ПТС определяет возраст Вселенной в том смысле, что правая граница Большого отрезка (число N) удовлетворяет условию $1/\ln E = 1/(\ln N - \ln \ln N) = \text{ПТС}$. Иначе говоря («расшифровывая» приведенное равенство), с точки зрения мира чисел, ПТС – это вероятность, того, что случайно взятое простое число *Большого отрезка* будет иметь также и *простой* порядковый номер (в ряду всех простых чисел 2, 3, 5, 7, 11, ...).

Равенство $1/(\ln N - \ln \ln N) = \text{ПТС}$ выполняется при $N = 4,637 \cdot 10^{61}$ – именно это число автор и принял за конец *Большого отрезка* («отражающего» в виртуальной космологии момент «сегодня», «сейчас», «сию секунду»), а этот, скажем, **ПТС-й Большой отрезок эквивалентен возрасту Вселенной 29 миллиардов лет** (29.176.533.321 год). Этот возраст назван – ПТС-й возраст Вселенной, и он, вероятно, является максимально возможным возрастом Вселенной. Очевидно, что ПТС-й Большой отрезок эквивалентен такому количеству планковских времен (или планковских длин): $N/e = 1,706 \cdot 10^{61}$, значит, **ПТС-й радиус Вселенной равен $2,757 \cdot 10^{26}$ метра** ($N/e \cdot \text{пд}$). Далее по тексту мы будем иметь в виду именно ПТС-й Большой отрезок, ПТС-й возраст Вселенной и ПТС-й радиус Вселенной, но саму аббревиатуру «ПТС» будем опускать (чтобы не загромождать текст).

Согласно моему определению **тип** (T) любого натурального числа N – это количество всех целых делителей данного числа (включая 1 и само N). На Большом отрезке набирается 750 так называемых **типомакс**. **Типомакс** – это особое натуральное число, тип (T) которого превосходит типы всех предшествующих ему натуральных чисел. При этом 750-й типомакс (его *каноническое разложение*) будет таким:

$$N = (2^{\wedge}10) \cdot (3^{\wedge}5) \cdot (5^{\wedge}4) \cdot (7 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17)^{\wedge}2 \cdot (19 \cdot 23 \cdot \dots \cdot 131) = 4,64 \cdot 10^{\wedge}61,$$

где $19 \cdot 23 \cdot \dots \cdot 131$ – произведение всех (без пропусков) *простых чисел* от 19 до 131, то есть вплоть до **32-го** простого числа (131). Строго говоря, до указанного 750-го типомакса нашей Вселенной ещё предстоит просуществовать около 18,61 миллионов лет (за которые человечество вполне может исчезнуть с лица Земли). То есть наше «сегодня» (как мы его определили выше) расположено на числовой оси (и оси времени) между 749-ым и 750-ым типомаксами, из которых мы условно выбираем старший типомакс. А вот тип у 750-го типомакса N (количество всех его целых делителей) будет следующим: $T = 896.909.967.360$, то есть порядка $T = 8,97 \cdot 10^{\wedge}11$ – это число автор назвал *и-триллион*.

Учитывая фундаментальную роль типомаксов в мире чисел, можно утверждать, что *и-триллион*, а также число **32** – это очень важные («магические») числа для Большого отрезка (характеризующие его числа). Вот почему также можно говорить, что *и-триллион*, а также число **32** – это очень важные физические параметра нашей Вселенной, своеобразные «метки» нашего времени (нашего «сегодня»). Со временем эти параметры подрастут, и жизнь на нашей планете, как и на всякой другой экзопланете, неизбежно исчезнет (хотя бы из-за физики нашего Солнца и других подобных звезд). Число **32** – это явно «магическое» число в реальном физическом мире, то есть многие важнейшие параметры живой и неживой природы сводятся именно к числу 32 (или близко к этому). Например: 32 – это наибольшее число электронов в электронных оболочках атома (в таблице Менделеева); 32 – это число точечных групп в 3-х мерном пространстве; 32 – это число сингоний в 5-ти мерном пространстве (последние два примера важны для *кристаллографии*).

4. Что «отражает» **G-угольник** в физическом мире?

В рамках данной статьи **G-угольник** – это *правильный* многоугольник, который можно построить *при помощи циркуля и линейки* в соответствии со сказанным выше. То есть речь идет о неких «*избранных*» многоугольниках, которым «разрешено» существовать в мире Платона (в мире виртуальной математики – в мире абсолютных истин). Говоря про все возможные **G-угольники** (начиная с $G = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 20, \dots$), полезно иметь в виду следующую гипотезу автора: **каждый G-угольник «отражает», «моделирует» соответствующий вид («сорт») некоего фундаментального... физического параметра**, скажем, вид («сорт») колебаний замкнутой квантовой струны из физической *теории струн*, якобы способной объяснить ВСЁ мироздание.

Что такое квантовая струна? Вот как об этом говорит один из наиболее известных струнных теоретиков, американский физик Брайан Грин (род. в 1963 году) в своей замечательной научно-популярной книге «Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории» (далее идет мой вольный пересказ текста его книги). Представьте себе резиновый шнур исчезающе малой толщины, то есть имеющий только одно измерение – длину. Из этого шнура образовано кольцо с характерным диаметром порядка планковской длины: $10^{\wedge}-35$ м (весьма условно, так как *струны могут быть больше на несколько порядков*). А теперь представьте, что этот шнур колеблется (вибрирует), причем по окружности кольца укладывается всегда только *целое* количество волн (так и в **G-угольниках** G – это всегда *целое* число сторон). Поскольку струны чрезвычайно малы, то они выглядят для экспериментаторов как точечные частицы и не противоречат результатам экспериментов.

Струны – это новый (и последний?) микроскопический уровень в известной иерархии материи (следующий за кварками). Мы описали замкнутые струны («кольца»), однако существуют ещё открытые струны («палочки» со свободными концами), и для них справедливо почти все, что относится и к замкнутым струнам. Заметим, что бесконечно тонкая одномерная струна – это математическая идеализация. Из чего на самом деле состоят струны? Обычно считают, что этот вопрос не имеет смысла, так как нет ничего более фундаментального, чем струна (она не имеет компонентов, более глубокой основы; хотя уже есть интригующие догадки о более глубоких уровнях структуры струны). «Материал» всего вещества и всех фундаментальных взаимодействий (4-х сил природы) в теории струн – одинаков, поскольку все струны абсолютно идентичны. А до теории струн считалось, что все фундаментальные частицы (ФЧ) «отрезаны от разных кусков ткани».

Каждая из разрешенных мод колебаний струны проявляется в виде частицы, масса и заряды которой определяются конкретным видом колебания. Та же идея применима к фундаментальным взаимодействиям, а вернее, к частицам, которые их переносят. Таким образом, всё вещество и все силы природы обязаны своим происхождением одной фундаментальной величине – колеблющейся струне, которая имеет резонансные частоты, то есть всё в этом мире состоит из комбинаций вибрирующих волокон. Микроструктура Вселенной – это сложно переплетенный, многомерный лабиринт, в котором струны бесконечно закручиваются и вибрируют, ритмично отбивая законы космоса. То есть ВСЁ (в том числе все тайны жизни, наши мысли) – это своеобразный танец струн. Представить это непросто. Теория хаоса учит, что при увеличении сложности системы начинают действовать новые законы. Так понимание электрона (благодаря теории струн) – это одно, а понимание, скажем, торнадо – совсем другое, но это не связано с работой новых физических законов. В объяснении торнадо есть только чисто вычислительные проблемы.

Масса элементарной частицы определяется энергией колебания внутренней струны этой частицы: внутренние струны более тяжелых частиц совершают более интенсивные колебания, струны легких частиц колеблются менее интенсивно. Чем больше амплитуда и чем короче длина волны, тем больше энергия. Согласно квантовой механике энергия колебаний струн может иметь только *дискретное* значение.

Вернемся к нашим G -угольникам. Пусть каждая из G сторон равна *планковской длине* (1 пд = $1,616199 \cdot 10^{-35}$ метра) – это минимально возможный в физике «квант» длины (расстояния). Значит, в рамках виртуальной космологии каждая из G сторон равна числу $e = 2,718\dots$, ведь в моей теории именно число « e » символизирует планковскую длину. Исходя из законов элементарной геометрии для любых правильных многоугольников, каждый G -угольник можно вписать в окружность, радиус R которой определяется такой (точной) формулой:

$$R = (e/2)/\sin(\pi/G). \quad (1)$$

Если G -угольник насчитывает много сторон, то это – почти окружность радиуса R , а длина этой окружности: $2 \cdot \pi \cdot R = e \cdot G$ – отсюда получаем приближительную формулу:

$$R = e \cdot G / (2 \cdot \pi) = 0,4326 \cdot G. \quad (2)$$

Для всех G , начиная с $G = 3$, относительная погрешность (ОП) формулы (2) не превысит ОП = $2/G^2$; например, для $G = 10$ мы получим ОП = 1,66%.

Формулы (1) и (2) выдают нам радиус R в виде некоего числа, то есть в единицах длины виртуальной космологии (в которой 1 пд = $e = 2,718\dots$), значит, если R разделить на число « e », то мы получим радиус R в планковских длинах (пд). Проще говоря, если формулы переписать в виде $R = 0,5/\sin(\pi/G)$ или $R = G/(2 \cdot \pi)$ (для достаточно больших G), то уже эти формулы выдают радиус R непосредственно в планковских длинах (пд), которые нетрудно перевести в метры (1 пд = $1,616199 \cdot 10^{-35}$ метра).

При $G = 3, 4, 5$ из формулы $R = 0,5/\sin(\pi/G)$ мы получим радиус R меньше планковской длины (соответственно 0,57735; 0,70711; 0,85065 от планковской длины), однако при этом наименьший «габаритный» размер («диаметр струны», равный $2 \cdot R$) будет не меньше планковского размера – как это и утверждается в *теории струн*. При $G = 6$ радиус R в точности равен планковской длине: $R = 0,5/\sin(\pi/6) = 1$.

Забегая немного вперед, скажу, что ряд всех «разрешенных» (миром Платона) G -угольников начинается со значений $G = 1, G = 2$. Однако плоских *многоугольников* с числом сторон равных 1 и 2 на первый взгляд не существует. Возможно, что значение $G = 1$ символизирует *точку* – абстрактный объект в пространстве, не имеющий ни объёма, ни площади, ни длины, ни каких-либо других измери-

мых характеристик (поскольку точка – нульмерный объект). Точка является одним из фундаментальных понятий в математике; любая геометрическая фигура считается состоящей из точек. Также, возможно, что значение $G = 2$ символизирует *прямую* – одно из фундаментальных понятий геометрии. Если основой построения геометрии служит понятие расстояния между двумя точками пространства, то прямую линию можно определить, как линию, путь вдоль которой равен расстоянию между двумя точками. При этом случай $G = 2$ (прямая), возможно, «отражает» *открытую* струну (которые также есть в теории струн), при этом напомним, что простое число 2 – это единственное *проточисло* среди всех натуральных чисел. *Проточисла* – это все действительные числа, лежащие на интервале от 1 до $e = 2,718$, причем проточисло 2 *равнозначно* обычному числу 4, поскольку $2/\ln 2 = 4/\ln 4$ и в этом уникальность чисел 2 и 4 (чисел из разных числовых миров, см. мою книгу «Тёмная энергия...»). И, в любом случае, нумерацию *общего ряда* «разрешенных» G -угольников мы начнем со значений $G = 1$ и $G = 2$, порядковые номера которых соответственно равны $K = 1$ и $K = 2$ (см. табл. 1). Таким образом, в общем ряду G -угольников у шести первых представителей их порядковые номера (K) совпадают с числом сторон $G = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

При $G = 1$ мы получим $R = 0,5/\sin(\pi) = 0,5/0$ и, хотя деление на нуль запрещено, мы будем условно полагать, что в этом случае радиус R – бесконечно большой. А ведь выше мы допускали, что случай $G = 1$ символизирует точку (с «нулевым» размером), то есть, казалось бы, возникает парадокс. Однако это «парадокс» той же природы, как и в случае (вполне возможного в математике) допущения, что 1 – это первое *простое число* с... бесконечно большим порядковым номером (что «следует» из формулы $E = N/\ln N$, а именно: $E = 1/\ln 1 = 1/0$).

При $G = 2$ из формулы $R = 0,5/\sin(\pi/G)$ мы получим радиус $R = 0,5$ планковской длины, а «диаметр струны» равен планковской длине. Таким образом (опуская совершенно особый случай $G = 1$), мы получили, что только у 4-х первых G -угольников ($G = 2, 3, 4, 5$) радиуса R оказываются не больше планковской длины и этот факт – одно из важных проявлений «магии» числа 4 в виртуальной космологии, которая «отражает» магию числа 4 в физическом мире: 4 доступных нам измерения пространства-времени; 4 фундаментальных частицы (в каждом из 3-х семейств); 4 силы в природе; 4 типа галактик различают астрономы; 4 – максимальная степень уравнения, которое в общем случае разрешимо в радикалах; 4 краски позволяют раскрасить любую «географическую» карту (математическая задача); 4 сорта нуклеотидных звеньев в ДНК (А, Г, Т, Ц); 4 компоненты входят в ядро клетки; 4 компоненты входят в цитоплазму клетки; 4 фазы при непрямом делении клетки; 4 вида тканей у человека; 4 периода в истории человеческой популяции (по теории Капицы); 4 стихии в эзотерике и натурфилософии (огонь, земля, воздух, вода); 4 символа – свойства взаимодействия сил Инь и Ян в китайской философии; 4 письменные системы у человечества (алфавиты, логографические, ...); в $4 \div 5$ раз можно сократить тексты на любом языке (почти без потери информации); «Дважды два – четыре» – первое, что у большинства людей ассоциируется с понятием таблицы умножения; и т.д. [см. в Википедии статью «4(число)»].

Ещё отмечу следующее. В рамках виртуальной космологии тот факт, что при $G = 2, 3, 4, 5$ радиуса R оказываются не больше планковской длины – это очередной «намёк» мира Платона (мира чисел) на некую «структурность» пространства-времени на размерах *меньше* планковской длины (и в теоретической физике также есть аналогичные феномены). Впрочем, сама ключевая гипотеза виртуальной космологии (число $e = 2,718$ эквивалентно одной планковской длине) подразумевает, что планковская длина включает (содержит) «внутри» себя:

- бесконечное множество *экочисел* (все действительные числа из интервала от 0 до 1);
- бесконечное множество *проточисел* (все они в интервале от 1 до числа « e »), в том числе **2**.

5. G -угольники, «разрешенные» миром Платона

Немецкий математик, астроном и физик Карл Гаусс (1777–1855), считается одним из величайших математиков всех времён, «королём математиков». Ещё в 19 лет Гауссу удалось доказать, что если число сторон *правильного* многоугольника равно *простому числу Ферма* (3, 5, 17, 257, 65537), то его можно *построить при помощи циркуля и линейки*. Столь замечательное открытие произвело на юного Гаусса такое впечатление, что он сразу отказался от филологической карьеры, и решил посвятить свою жизнь математике. Гаусс и позднее смотрел на это первое из своих открытий с особенной гордостью. После смерти Гаусса в Гёттингене была воздвигнута его бронзовая статуя, с пьедесталом в форме правильного 17-угольника (который впервые смог построить сам Гаусс).

Из открытия Гаусса следует, что *правильный* многоугольник можно построить *при помощи циркуля и линейки* (это очень важные слова и об этом ещё будет сказано ниже), если число его сторон (G) выражается следующей формулой (*теорема Гаусса – Ванцеля*):

$$G = (2^n) * [(3^a)(5^b)(17^c)(257^d)(65537^f)], \quad (1)$$

где $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$ – показатель степени (любое натуральное число) у первого *простого* числа 2, а у пяти простых чисел Ферма показатели степени (a, b, c, d, f) – принимают значения 1 или 0. При этом показатель степени равный 1 – «включает», а 0 – «выключает» соответствующее простое число Ферма в формуле (1), поскольку любое число в степени 0 всегда равно единице (такое правило принято в математике). Например, формула (1) «разрешает» построение правильного 51-угольника *при помощи циркуля и линейки*, поскольку мы можем записать: $G = (2^0)(3^1)(5^0)(17^1)(257^0)(65537^0) = 1 * 3 * 1 * 17 * 1 * 1 = 51$. Из формулы (1) следует, что G -угольники могут иметь лишь следующее число сторон: $G = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 24, 30, 32, 34, 40, 48, 51, 60, 64, 68, 80, 85, 96, 102$, и т.д. (до бесконечности).

Вернемся к рассмотрению формулы (1). Из этой формулы при $n = 0$ (когда $2^n = 2^0 = 1$) мы получаем 32 всевозможных сочетания степенных показателей a, b, c, d, f (равных либо 0, либо 1). То есть 32 параметра G – это результат решения чисто *комбинаторной* задачи, и этот результат отражен в пяти первых столбцах табл. 1 («шапка» которых – «Показатели степени у простых чисел Ферма: 3, 5, 17, 257, 65537»). Найденные 32 сочетания (числовых значений a, b, c, d, f) после подстановки их в формулу (1) дают нам 32, скажем, *главных*, значения параметра G (*главных* G -угольников).

А теперь мы снова вернемся к замечательной формуле (1). В табл. 1 приведены 32 *главных* значения G , которые мы также будем обозначить и буквой F (от Ферма), поскольку только 32 главных значения «конструируются» (в каноническом виде) по формуле (1) исключительно из простых чисел Ферма. Параметры F , выстроенные по возрастанию, мы пронумеруем: $J = 1, 2, 3, 4, \dots, 32$, где J – это *номер группы*, то есть каждый параметр F как бы «открывает» собой бесконечное количество неких G -угольников, которые мы мысленно будем объединять в одну группу, и всего существует 32 разных группы (но об этом чуть ниже).

Всё остальное (бесконечное) множество значений параметра G , «разрешенных» формулой (1), мы получаем путем умножения 32-х параметров F (*главных* значений G) на число $2^1 = 2$, на число $2^2 = 4$, на число $2^3 = 8$, на число $2^4 = 16$, и т.д. – именно так мы получаем все возможные количества сторон (G) по формуле (1). В крайнем справа столбце табл.1 также приведены и первые 32 значения параметра G из *общего ряда* (всех G -угольников), который получен путем умножения главных значений (F) на множитель 2^n (а затем общий ряд был отсортирован по возрастанию G). Как мы видим среди первых 32-х G -угольников (общего ряда) оказалось только 7 F -угольников (F -числа приведены на зеленом фоне).

Согласно этой замечательной формуле первое *простое* число 2 наделено поистине «чрезвычайными полномочиями» – только у этого простого числа показатель степени $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$, то есть n может быть любым натуральным числом (в том числе бесконечно большим), поэтому и количество сторон у G -угольника также может быть бесконечно большим.

Указанная особая роль простого числа 2 (в части формирования G -угольников) находит своё (более чем достойное) «отражение» в рамках *виртуальной космологии*, где простое число 2 – это единственное целое *проточисло*. Так автор назвал все действительные числа, лежащие между 1 и числом $e = 2,18\dots$, которые образуют свой особый мир (внутри мира *всех* чисел), с весьма необычными законами. Причем, с точки зрения главной функции мира чисел ($E = N/\ln N$), проточисло 2 *равномощно* обычному числу 4, поскольку $2/\ln 2 = 4/\ln 4$. При этом «магия» числа 4 в реальном физическом мире – не вызывает никаких сомнений: 4 доступных нам измерения пространства-времени; 4 фундаментальных частицы (в каждом из 3-х семейств фундаментальных частиц); 4 силы в природе; и т.д. (вплоть до 4-х времен года, выдуманных самим человеком).

Числа F растут почти по таким экспонентам [то есть числа F' (читается: « F -штрих») будут близки к числам F]:

$$F' = 0,5581 * \exp(0,6953 * J) \text{ при нечётных номерах } J = 1, 3, 5, \dots, 31; \quad (2)$$

$$F' = 0,8354 * \exp(0,6953 * J) \text{ при чётных номерах } J = 2, 4, 6, \dots, 32. \quad (3)$$

Относительная погрешность [ОП = $(F - F')/F'$] указанных экспонент довольно высокая (от – 15% до +17%), но *порядок* числа F эти экспоненты (F') отражают вполне правильно.

В общем ряду (всех G -угольников) числа F будут иметь номера $K = 1, 3, 5, 10, 12, 20, 25, \dots, 528$, то есть каждое число F имеет два номера: J и K (см. табл. 1). При этом номера K растут почти по таким параболам (числа K' близки к числам K):

$$K' = 0,5100 \cdot J^2 - 0,4752 \cdot J + 1,9505 \quad \text{при нечётных номерах } J = 1, 3, 5, \dots, 31; \quad (4)$$

$$K' = 0,5100 \cdot J^2 + 0,0048 \cdot J + 1,9357 \quad \text{при чётных номерах } J = 2, 4, 6, \dots, 32. \quad (5)$$

Из квадратных уравнений (4) и (5) можно найти *однозначную* зависимость номера группы (J) от общего номера (K') и подставить эти решения соответственно в уравнения (2) и (3). Таким образом, мы получим некие две функции $F' = f(K')$ (при нечётных и чётных J), которые близки к реальным функциям $F = g(K)$ (их найти мне не удалось). При описанном здесь методе модуль относительной погрешности (в части определения F) составил меньше 5%, кроме случаев для $J = 3, 13$ и для $J = 2, 4, 10, 14$. Найденные функции $F' = f(K')$ позволяют, в том числе, ответить на следующий любопытный вопрос: если бы F -угольники достигли размеров нашего максимального G -угольника («нашего» – охватывающего видимую Вселенную), то какими бы оказались номера J и K ? Ответ будет примерно таким: $J = 205; K = 21337$ ($F = 4,462 \cdot 10^{61}$) и $J = 206; K = 21645$ ($F = 1,339 \cdot 10^{62}$). Однако мир чисел запрещает номерам групп превышать $J = 32$, при этом общий номер «нашего» G -угольника окажется в 3,50–3,55 раз меньше ($K = 6100$, см. ниже).

Первое главное число $F = 1$ порождает бесконечное количество G -угольников (1-й группы), имеющих вид $G = 2^A$, где $A = 1, 2, 3, 4, \dots$ – показатель степени (все натуральные числа).

Главное (радиальное) квантовое число — целое число, обозначающее номер энергетического уровня. Характеризует энергию электронов, занимающих данный энергетический уровень. Является первым в ряду квантовых чисел, который включает в себя главное, орбитальное и магнитное квантовые числа, а также спин. Эти четыре квантовых числа определяют уникальное состояние электрона в атоме (его волновую функцию). Главное квантовое число обозначается как n . При увеличении главного квантового числа возрастают радиус орбиты и энергия электрона. Главное квантовое число равно номеру периода элемента.

Наибольшее число электронов на энергетическом уровне с учётом спина электрона определяется по формуле $\sim N = 2n^2$

N	2^N	2*N^2
1	2	2
2	4	8
3	8	18
4	16	32
5	32	50
6	64	72
7	128	98
8	256	128
9	512	162

6. Закон роста параметра G (две лже-функции)

Как быстро растёт параметр G при увеличении его порядкового номера K (в общем ряду всех G)? Сразу скажу, что указанный в этом параграфе закон роста параметра G – это не более чем... *лже-функция* (их даже две – для двух участков аргумента K). В рамках виртуальной космологии подобных лже-функций немало и, как правило, на это в тексте указывалось в той или иной форме. Сам термин «лже-функция» в общеизвестной математике может означать нечто иное, а здесь он означает, что мне не удалось установить истинную (абсолютно строгую) связь, скажем (на конкретном примере), между параметрами G и K , поэтому (для своих «космологических» оценок, гипотез, фантазий-рефлексий) приходится довольствоваться неким эрзацем, суррогатом, неполноценным заменителем, то есть лже-функцией. Правда, в данном случае пусть не сразу, но мне удалось «увидеть» истинный закон роста параметра G (об этом говорится ниже). Однако сначала всё-таки расскажу про лже-функцию – это хорошая иллюстрация того, сколь глубоки могут оказаться ваши заблуждения при исследованиях мира чисел – бесконечно сложного и местами даже непредсказуемого по своей природе.

Закон роста параметра G от порядкового номера K показан на рис. 1 в виде чёрных точек, быстро сливающихся в жирную чёрную линию. По обеим осям графика выбрана логарифмическая шкала; более того, вместо самого параметра G указан его логарифм ($\ln G$), то есть на графике (казалось бы) отражена некая функция $\ln G = f(K)$, которую автор поначалу и пытался найти. Для первых шести значений (при $K = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) параметры G равны своим номерам: $G = F = K$ (см. табл. 1), поэтому первые шесть значений (до $K = 7$) мы сразу исключаем из рассмотрения (и в этом усматривается очередная

«магия» числа 7). А вот на отрезке от $K = 7$ и до $K = 466\dots496$ (им соответствуют голубые точки на графике) рост параметра G происходит близко к такому закону (то есть G' будет близко к реальному G):

$$G' = \exp(0,8513 * K^{0,5208}) \quad (1)$$

У этой формулы при $K = 7\dots17$ модуль ОП достигает 24%, а при $K > 17$ модуль ОП не превысит 17%, то есть $0,8 < G/G' < 1,2$ и *порядок* числа G формула (1) указывает вполне правильно.

Начиная с участка $K = 466\dots469$ происходит плавное изменение закона роста на более быстрый рост параметра G почти по классической экспоненте:

$$G' = 45900 * \exp(0,02166085 * K). \quad (2)$$

У этой формулы $0,905 < G/G' < 1,102$, поэтому *порядок* числа G формула (2) указывает правильно, причем, как это прояснится ниже, формула (2) будет столь же хорошо (с точностью до порядка) «работать» до сколь угодно больших номеров K .

Смена закона роста параметра G , то есть плавный переход от формулы (1) к формуле (2) происходит на участке $K = 466\dots496$ (почему это именно так – прояснится ниже), а здесь отмечу следующее. 466-й G -угольник имеет $G = 1.073.741.824$ одинаковых сторон, а 496-й G -угольник имеет $G = 2.147.450.880$ одинаковых сторон, и если каждая из них равна *планковской длине*, то такой правильный многоугольник вписывается в окружность, радиус которой эквивалентен $R = 5,524 * 10^{-27}$ метра. Этот радиус, вероятно, меньше размеров *кварков* и *лептонов*. Напомню, что кварки представляются нам *точечными* частицами, не имеющими «внутренней» структуры (ни «замкнутых струн», ни чего либо ещё) вплоть до масштаба $0,5 * 10^{-19}$ м, что примерно в 20 тысяч раз меньше размера *протона*. Но предельная «глубина» нашего рассмотрения микромира в физических экспериментах ($0,5 * 10^{-19}$ м) в 9 миллионов раз больше, чем радиус R у 496-го G -угольника, и это дает нам основания говорить про вполне возможную некую «внутреннюю» структуру кварка. В любом случае, найденный в мире Платона и очень важный *переходный участок* (при $K = 466 - 496$ имеем $G = 1.073.741.824 - 2.147.450.880$) может иметь «отражения» в реальном физическом мире. Например, отношение числа фотонов к числу барионов во Вселенной оценивают как $(1-3,3) * 10^9$ и это – один из основных космологических параметров Вселенной (но как этот параметр связать с... числом сторон G -угольников на указанном переходном участке?).

7. Максимально возможный G -угольник

Выше говорилось, что максимально возможный (ПТС-й) *радиус Вселенной* равен $2,757 * 10^{26}$ метра, а это значение эквивалентно положению между G -угольниками с порядковыми номерами $K = 6100$ и $K = 6101$, имеющими $G = (1,0325\dots1,0927) * 10^{62}$ сторон ($\ln G = 142,8$, см. красную точку на рис.1). Таким образом, наша Вселенная должна вписаться («поместиться»), скажем, в 6100-й G -угольник с количеством сторон порядка 10^{62} (и каждая из этих сторон равна планковской длине). Пожалуй, наиболее любопытен здесь параметр $K = 6100$ – максимально возможное количество видов («сортов») G -угольников, которое может «отражать» количество видов («сортов»)… квантовых струн (или элементарных частиц, или чего-то подобного) в нашей Вселенной к настоящему времени.

Согласно *стандартной модели* (так называется общепризнанная физическая теория) в основе фундамента мироздания лежат 12 *фундаментальных частиц* (в каждом из 3-х семейств есть по 2 кварка и по 2 лептона) и 12 *античастиц* (они есть у каждой фундаментальной частицы). Значит, всего существует 24 фундаментальных частицы, из которых образована («сконструирована», «собрана») вся видимая нами (нашей наукой) материя во Вселенной. Любопытно, что 24 первых G -угольника составляют **0,393%** от всех «сортов» G -угольников на Большом отрезке ($24/6100 = 0,00393$), а вся видимая нами (нашей наукой) материя также составляет около 0,4% от всего состава Вселенной. Но это – если не считать 3,6% видимого нами межгалактического газа, а с учетом последнего мы видим 4% всего состава Вселенной (эти проценты довольно условные, они продолжают уточняться физиками). В части G -угольников мы получим 4%, если возьмем 244 первых G -угольников (поскольку $244/6100 = 0,0400$). При этом 244-й G -угольник будет иметь радиус, эквивалентный $R = 8,1 * 10^{-30}$ метра, то есть, если сейчас речь идет об «отражении», скажем, замкнутой квантовой струны, то её диаметр «только» в миллион раз больше *планковской длины* (что *теория струн* вполне допускает?). И диаметр гипотетического 244-го «сорта» замкнутой струны будет в 10^{14} раз меньше характерного размера *протона* ($3 * 10^{-15}$ метра), что делает мою гипотезу если и доказуемой, то лишь физиками-теоретиками, поскольку в своих экспериментах физики пока не могут опуститься глубже аттометра (10^{-18} метра).

Иначе говоря, гипотеза автора подразумевает, что современные технические средства (мощь нашей экспериментальной физики) таковы, что мы способны увидеть только 4% (первые 244 из 6100) всех G -угольников (что бы они не «отражали» в реальном физическом мире). Кстати сказать, 244-й G -угольник насчитывает 3.145.776 сторон (равных планковской длине) – **соотношение масс (энергий) частиц?!**

8. Тайны многоугольников

Каким значением G имеет смысл ограничиться (в наших исследованиях)? В рамках *виртуальной космологии* ответ будет следующим. Радиус видимой нами Вселенной можно принять равным $R = 8 \cdot 10^{60}$ *планковских длин* (планковскую длину *квант света* проходят за *планковское время*), значит, длина (гипотетической) наибольшей окружности во Вселенной будет порядка $2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot 3,14 \cdot R = 5 \cdot 10^{61}$ *планковских длин*. Поэтому в первом приближении можно полагать, что всю нашу Вселенную может «охватить» правильный многоугольник, у которого число сторон порядка $G = 5 \cdot 10^{61}$, поскольку сторона любого мыслимого многоугольника, очевидно, не может быть меньше *планковской длины* – этот запрет накладывает современная нам *теоретическая физика*. Если все возможные многоугольники Гаусса – Ванцеля, «генерируемые» формулой (1), отсортировать по возрастанию параметра G , то мы получим «всего лишь» **6060** многоугольников (не так уж и много по сравнению с колоссальным числом $5 \cdot 10^{61}$), у наибольшего из которых число сторон будет равно $G = (2^{177})(3^1)(5^1)(17^0)(257^1)(65537^1) = 4,8 \cdot 10^{61}$ (разумеется, что это округленное значение G). Следующим будет 6061-й многоугольник с числом сторон $G = (2^{197})(3^1)(5^1)(17^1)(257^0)(65537^0) = 5,1 \cdot 10^{61}$. При этом можно озадачиться следующим вопросом: число 6060 (или более осторожно – около 6000) также обладает некой «магией» в реальной природе?

Сколько *многоугольников Гаусса – Ванцеля*, то есть «генерируемых» формулой (1), находится между значениями от $G = 10^{(B-1)}$ (включительно) до $G = 10^B$? Ответ на этот вопрос довольно интересен и по-своему красив. При $B = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, 61, 62$ речь идет о следующих интервалах значений: от $G = 10^0$ до $G = 10^1$; от $G = 10^1$ до $G = 10^2$; от $G = 10^2$ до $G = 10^3$; ...; от $G = 10^{61}$ до $G = 10^{62}$. Показатель степени B можно также понимать в качестве номера соответствующего интервала. Здесь выявляются следующие закономерности. Первые 9 интервалов (при $B = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$) содержат следующее количество (K) многоугольников Гаусса – Ванцеля (количество значений параметра G в каждом из этих первых 9-ти интервалов): $K = 7, 19, 28, 41, 52, 61, 74, 83, 93$. То есть в интервале от $G = 1$ до $G = 10$ есть 7 многоугольников; в интервале от $G = 10$ до $G = 100$ есть 19 многоугольников; в интервале от $G = 100$ до $G = 1000$ есть 28 многоугольников; ...; в интервале от $G = 100.000.000$ до $G = 1.000.000.000$ есть 93 многоугольника Гаусса-Ванцеля. Указанный рост параметра K можно довольно точно описать линейной функцией (*линией тренда*, полученной в “Excel”):

$$K = 10,8 \cdot B - 3,1111. \quad (2)$$

Важное замечание. В первом интервале (при $B = 1$, где G растет от 1 до 10) первые многоугольники Гаусса-Ванцеля – это многоугольники с числом сторон... $G = 1$ и $G = 2$. «Сходу» нельзя ни представить, ни объяснить столь «экзотические» *многоугольники* (с одной и двумя сторонами!), тем не менее, формула (1) их «выдает», поэтому будем с этим считаться, но пока не будем задавать вполне законный вопрос – а что бы это значило ($G = 1$ и $G = 2$)? Попробуйте сами пофантазировать на этот счёт.

В последующих 52-х интервалах (при $B = 10, 11, 12, 13, \dots, 60, 61$) мы будем получать (на первый взгляд – число *случайным* образом?) значения исключительно из следующего ряда: $K = 104, 106, 108, 110, 112$. Для указанных 52-х значений K *линию тренда* можно описать такой формулой:

$$K = 106,61 - \text{ПТС} \cdot B, \quad (3)$$

где ПТС = 0,00729735308 – *постоянная тонкой структуры* (она примерно равна числу $1/137$). ПТС – самая загадочная (и безразмерная) фундаментальная физическая константа. Ричард Фейнман (1918-1988), выдающийся американский физик-теоретик, один из «отцов» квантовой электродинамики (объясняющей фундаментальные основы мироздания), лауреат Нобелевской премии по физике (1965 г), как-то назвал постоянную тонкой структуры – «одной из величайших проклятых тайн физики: магическое число, которое приходит к нам без какого-либо понимания его человеком...». Ещё можно добавить, линия тренда (3) проходит чуть выше точки $K = 106$ и это единственное именно такое значение K (при $B = 36$) среди указанных 52-х значений K . При $B = 60$ и $B = 61$ имеем $K = 108$, а вот уже при $B = 62$ – мы получим $K = 104$.

Если ввести обозначения: $Z = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$ – *порядковый номер* многоугольника Гаусса-Ванцеля (после сортировки их всех по возрастанию параметра G), то тогда для параметра G можно записать следующие приближенные формулы (законы роста G):

$$\text{при } Z = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots, 500 \text{ получаем: } G = \exp(0,955 \cdot Z^{0,5}), \quad (4)$$

$$\text{при } Z = 501, 502, 503, \dots, 31000 \text{ получаем: } G = 45890 \cdot \exp(0,02166085 \cdot Z). \quad (5)$$

Эти формулы также подтверждают, что в начале (при $Z = 1, 2, 3, \dots, 500$) происходит, вообще говоря, довольно *бурный рост* параметра G (он увеличивается почти на 9 порядков), и этот рост в 2–3 раза быстрее, чем по «классической» экспоненте, каковой является в частности и формула (5). После столь бурного роста (условно говоря, после $Z = 500$ и $G = 2.155.905.152$) параметр G растет, вообще говоря (то есть в среднем), близко к экспоненте (5). При этом у 94% всех значений, полученных по формуле (5) (при указанных Z) модуль относительной погрешности G не превысит 9,4%. И вполне возможно, что указанный (близкий к нему) экспоненциальный рост G происходит при бесконечном увеличении порядкового номера Z . Так, например, 32272-й многоугольник Гаусса-Ванцеля (при $Z = 32272$) содержит порядка $G = 1,78 \cdot 10^{308}$ сторон – такой многоугольник-монстр даже и не пытайтесь представить в своём воображении...

В заключение привожу главный вопрос *виртуальной космологии* в части многоугольников Гаусса-Ванцеля – эти многоугольники (математические закономерности, описывающие их) имеют отношение к реальному (физическому) миру? Сам автор на данный вопрос, как всегда, отвечаю утвердительно, хотя данная статья (тоже как обычно) не содержит очевидных доказательств...

© А. В. Исаев, 2013

9. Видимая яркость звёзд (и в... рублях)

В идеальную для наблюдений ночь (безлунную, с чистым небом, далеко от города) человек с *хорошей* остротой зрения увидит около 6000 звёзд (по 3000 в каждом полушарии нашей планеты). Все видимые невооруженным взглядом с Земли звёзды находятся в *местной группе* галактик. При этом, строго говоря, я имею в виду не только «обычные» звёзды, а *все* видимые нашими глазами *природные объекты* на ночном небе в том числе: новые звезды, сверхновые звезды и т.д. – именно эти объекты могут быть видны (как «обычные» звёзды) даже из других галактик (ближайших к нам). В местную группу входит более 50 галактик, в том числе крупнейшие из них – Млечный Путь (это наша Галактика) и Андромеда. Каждая из галактик местной группы содержит от 10^7 до 10^{12} (от 10 миллионов до 1 триллиона) звёзд, поэтому общее число ближайших к нам звёзд (в местной группе галактик) вполне может быть равным $6,1 \cdot 10^{12}$. Таким образом, в среднем из каждого миллиарда (10^9) ближайших звезд человек видит лишь одну звезду – почему-то именно так природа (эволюция) «сконструировала» зрение человека.

Рефлексия 1. Это текст можно пропускать не читая. Рефлексии – это гипотезы-фантазии в рамках *виртуальной космологии* – теории (гипотезы) автора, которая представлена на портале «Техносообщество России». Рефлексии на первый взгляд покажутся полным бредом, а «вчитываться» во *всю* виртуальную космологию смогут только единицы, ведь там, увы,... математика, *теория чисел* (и немного моих фантазий).

Возможно, что человек с *острым* зрением способен увидеть (в среднем) именно 6100 звёзд. Причем 6100 – это ещё и количество... *правильных многоугольников*, которые можно построить *с помощью циркуля и линейки* (за этими словами кроется глубокий *математический* смысл), и которые можно «вписать» в диаметр видимой нами Вселенной, при условии, что каждая сторона многоугольника равна числу $e = 2,718$ и *планковское время эквивалентно числу $e = 2,718$* .

В рамках виртуальной космологии важным параметром является так называемый *и-триллион* (число $8,97 \cdot 10^{11}$) – это количество целых делителей у наибольшего *типомакса* (особого натурального числа) в конце *Большого отрезка*, лежащего на числовой оси от числа $e = 2,178$ до $N = 4,637 \cdot 10^{61}$ (количество планковских времён в возрасте Вселенной). Полагаю, что и-триллион – важный параметр и для нашей Вселенной, например: каждая из крупнейших галактик во Вселенной может насчитывать

до *и-триллиона* звезд, а общее число галактик *во всей* Вселенной также, вероятно, не больше и-триллиона, то есть общее число звёзд *во всей* Вселенной не превысит числа 10^{24} . Нетрудно убедиться, что около семи (очередная «магия» числа 7) наибольших *типомаксов* Большого отрезка в сумме дадут число $6,1 \cdot 10^{12}$ и это – вполне вероятное количество ближайших к нам звёзд (в местной группе галактик). При этом получается, что из каждого миллиарда ближайших звезд человек видит в среднем лишь одну звезду, поскольку $(6,1 \cdot 10^{12})/6100 = 10^9$. Общее число звёзд (во всех галактиках) *видимой* части Вселенной вполне может быть равным $6,1 \cdot 10^{21}$, то есть, в среднем из каждого миллиарда звезд (видимой части Вселенной) в местной группе галактик оказывается лишь одна звезда, поскольку $(6,1 \cdot 10^{21})/(6,1 \cdot 10^{12}) = 10^9$. Что же это за число – 10^9 ? Согласно общеизвестной космологии, число порядка 10^9 – это один из основных параметров Вселенной – отношение числа *фотонов* к числу *барионов* во Вселенной.

Ещё во II веке до н. э. древнегреческий астроном Гиппарх разделил все звёзды (разумеется, видимые невооруженным взглядом) на шесть величин ($m = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) в зависимости от их *видимой яркости* (J) на ночном небе. Самые яркие звёзды имели первую звёздную величину ($m = 1$), а самые тусклые – шестую звёздную величину ($m = 6$). И к этой звездной шкале Гиппарха за многие последующие века астрономы привыкли.

Когда естественные науки начали своё бурное развитие (это случилось всего лишь лет 300 назад), и появились приборы для измерения видимой яркости (фотометры), то выяснилась, что связь звёздной шкалы Гиппарха с реальными физическими величинами весьма похожа на логарифмическую зависимость. История развивалась так. Немецкий психофизиолог и анатом Э. Вебер (1795 – 1878) в ряде экспериментов, начиная с 1834 года, показал, что больший физический раздражитель (психики человека), чтобы отличаться по субъективным ощущениям от меньшего раздражителя (в нашем случае – яркости звезды), должен отличаться от меньшего *в некоторое количество раз* (а не *на* несколько единиц измерения). Так, для различения (нашей психикой) двух звёзд необходимо, чтобы их видимая яркость отличалась почти в 2,5 раза (а не *на* сколько-то люмен – единиц измерения светового потока). Похожие психофизические закономерности справедливы для звука (то есть для нашего уха) и для прочих *раздражителей нашей психики*, в частности, возможно, даже для... *денежных сумм*. Последнее автор уже сам придумал, причем, возможно, впервые (?), а суть данной идеи изложена в рефлексии 3, которая в конце данной статьи.

На основе работ Вебера немецкий психолог Г. Фехнер (1801 – 1887) сформулировал «основной психофизический закон», который здесь приводится на конкретном примере – видимой яркости звёзд: *субъективная сила ощущения* (F) наших глаз (и нашей психики), пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя – видимой яркости звезды (J):

$$F = k \cdot \ln(J/J_0), \quad (1)$$

где J – значение интенсивности раздражителя (видимая яркость звезды); J_0 – минимально возможное значение интенсивности раздражителя (видимая яркость самой тусклой звезды): если $J < J_0$, раздражитель совсем не ощущается (наш глаз такую звезду не видит); k – константа, зависящая от субъекта ощущения (для звука и... *денежных сумм* она может быть другой).

Исходя из закона Вебера-Фехнера (1), английский астроном Норман Погсон (1829 – 1891) предложил свою шкалу видимых звёздных величин (m) со своей формулой: $m_1 - m_2 = -2,5 \cdot \lg(J_1/J_2)$, которая максимально «примеряла» закон Вебера-Фехнера с давно известной звёздной шкалой Гиппарха.

Иллюстрация закона Вебера-Фехнера Таблица 1.

Сила ощущения (ранг)	Видимая яркость звезды, выраженная в условных единицах (в рублях РФ)	Отношение соседних яркостей	Отношение яркости с рангом F к яркости с нулевым рангом F_0
F	J	J_2/J_1	J/J_0
0	1 125	-	1
1	2 734	2,43	2
2	6 642	2,43	6
3	16 139	2,43	14
4	39 215	2,43	35
5	95 285	2,43	85
6	231 525	2,43	206
7	562 563	2,43	500
8	1 366 928	2,43	1 215
9	3 321 389	2,43	2 952
10	8 070 377	2,43	7 174
11	19 609 564	2,43	17 431
12	47 647 715	2,43	42 354
13	115 775 378	2,43	102 911
14	281 313 346	2,43	250 056
15	683 540 836	2,43	607 592
16	1 660 881 298	2,43	1 476 339
17	4 035 642 846	2,43	3 587 238
18	9 805 886 312	2,43	8 716 343
19	23 826 540 163	2,43	21 179 147
20	57 894 207 428	2,43	51 461 518
21	140 672 511 861	2,43	125 042 233
22	341 808 904 078	2,43	303 830 137
23	830 534 163 081	2,43	738 252 589
24	2 018 048 645 940	2,43	1 793 821 019
25	4 903 495 266 551	2,43	4 358 662 459
26	11 914 611 611 305	2,43	10 590 765 877
27	28 950 363 390 090	2,43	25 733 656 347
28	70 344 176 357 624	2,43	62 528 156 762
29	170 923 697 252 325	2,43	151 932 175 335
30	415 313 843 947 484	2,43	369 167 861 287
31	1 009 137 947 208 130	2,43	897 011 508 629

Однако, чтобы донести до «широкого читателя» свои идеи в наиболее доступном виде, автор приведет... собственную «звёздную шкалу» (и формулу), которая, по сути дела, почти приводит к шкале из астрономии (можно считать, что $m = F - 6$):

$$F = 1,1263 * \ln(J/1125), \quad (2)$$

Формула (2) – это закон Вебера-Фехнера, в котором: $k = 2,593535/\ln 10 = 1,1263...$ (этот коэффициент объясню ниже); а в качестве наименьшей яркости звезды на ночном небе, которую ещё способен различить глаз человека, то есть в качестве минимального раздражителя J_0 автор принял... *прожиточный минимум*, равный 1125 руб (на момент написания данной статьи). И тот факт, что видимую яркость звезд (J и J_0) автор измеряет рублями (а не люменами) абсолютно ничего не меняет в конечном итоге, поскольку в формуле (2) (по аналогии с законом Вебера-Фехнера и законом Погсона в астрономии) имеет значение лишь одно: сила ощущения (F) нашего глаза увеличится на 1, когда раздражитель J (независимо от единиц измерения) увеличится примерно в 2,43 раза (см. табл. 1). Поясню также, почему автор начал (при $F = 0$) именно со 1125 рублей: общепринятый интернациональный (т.е. реальный для большинства стран) прожиточный минимум долгое время составлял 1 доллар США в день, но в 2008 году Всемирный банк скорректировал эту цифру до 1,25 доллара в день (исходя из данных о паритете покупательной способности за 2005 год), вот поэтому я и принял: $J_0 = 1,25 * 30$ (дней) * 30 (руб.) = 1125 руб. Тот факт, что видимую яркость звёзд (J) выражаю в рублях – также должно (по моему замыслу) помочь читателю лучше «почувствовать», насколько быстро растет яркость звёзд при переходе от одного ранга (F) звезд к последующему (большему) рангу. При этом сам ранг F определяется (субъективно «назначается») психофизикой человека, то есть особенностью работы нашего мозга и глаз.

Итак, формула (2) говорит о том, что изменение видимой яркости звезды (J) в одинаковое число раз (в 2,43 раза) воспринимается глазом как изменение (F) на одинаковую величину – так уж природа (эволюция) «сконструировала» зрение человека. И именно такая (логарифмическая) «хитрость» природы спасает наши глаза от ослепления при созерцании окружающего мира, в котором видимая яркость (J) объектов может в один миг измениться почти на 12 порядков (в триллион раз), например, когда мы выходим из темного подвала и сразу устремляем свой взор на ослепительное солнце в чистом голубом небе.

Для удобства разговора назовем параметр F (силу нашего психофизического ощущения от яркости J) коротко, скажем, *рангом*. Тогда, согласно формуле (2), нулевой ранг $F = 0$ будут иметь самые тусклые звезды (с яркостью = 1125 руб., см. табл.1); первый ранг $F = 1$ будет у звезд, которые ярче звезд нулевого ранга в 2,43 раза (то есть их яркость = $2,43 * 1125 = 2734$ руб.); второй ранг $F = 2$ будет у звезд, которые ярче звезд первого ранга в 2,43 раза (яркость = $2,43 * 2734 = 6642$ руб.); и т.д. (... 16139, 39215, 95285, 231525, 562563, ...) вплоть до ранга $F = 31$, который будет принадлежать Солнцу – самой яркой звезде, яркость которой ровно в *и-триллион* раз больше яркости самой тусклой звезды (нулевого ранга $F = 0$). То есть для $F = 31$ будем иметь: $J/1125 = 1009137947208130 / 1125 = 897.011.508.629$ или (что то же самое) $J/J_0 = (10^{15})/1125 = 8,97 * 10^{11}$ (и-триллион). Теперь читателю должно быть понятно, что в формуле (2) автор специально подобрал коэффициент $k = 2,593535/\ln 10 = 1,1263...$ так, чтобы именно на 32-ом «шаге» параметра F (который принимал 32 значения: 0, 1, 2, 3, 4, ..., 31) получить (наибольшее) отношение J/J_0 , равное именно *и-триллиону* ($8,97 * 10^{11}$). Результаты такой (несущественной) «подгонки» реальных физических параметров под *виртуальную космологию* (под и-триллион и число 32) почти совпадают с астрономической шкалой – достаточно лишь учесть связь двух звёздных шкал: $F = 6 - m$ (просто мою шкалу F легче воспринимать, например, там нет отрицательных значений). Ну а здесь данная «подгонка» помогает сформулировать очередные мои рефлексии.

Рефлексия 2. В рамках виртуальной космологии число 32 – явно «магическое» число, то есть очень важное число, которое часто возникает то здесь, то там в мире чисел на Большом отрезке (олицетворяющем «сегодня», «сейчас», «сию минуту»). Достаточно сказать, что наибольший типомакс Большого отрезка «сконструирован» именно из 32 первых *простых чисел* (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, ..., 131). И, как уже говорилось, количество всех целых делителей такого типомакса будет следующим: $T = 896.909.967.360$, то есть порядка $T = 8,97 * 10^{11}$ (*и-триллион*). Количество *главных* правильных многоугольников (см. выше рефлексия 1), то есть у которых в каноническом разложении простое число 2 имеет нулевую степень, также равно 32. Поэтому автор утверждает, что *и-триллион*, а также число 32 – это очень важные физические параметра и для нашей реальной, физической Вселенной, своеобразные «метки» нашего времени (нашего «сегодня»). Со временем эти параметры подрастут, и жизнь

на нашей планете, как и на всякой другой экзопланете, неизбежно исчезнет (хотя бы из-за физики нашего Солнца и других подобных звёзд). Число 32 – это явно «магическое» число и в реальном физическом мире, то есть многие важнейшие параметры живой и неживой природы сводятся именно к числу 32 (или близко к этому). Например: 32 – это наибольшее число электронов в электронных оболочках атома (в таблице Менделеева); 32 – это число точечных групп в 3-х мерном пространстве; 32 – это число сингоний в 5-ти мерном пространстве (последние два примера важны для кристаллографии).

Итак, казалось бы, мы разобрались с «основным психофизическим законом» Вебера-Фехнера на примере видимой звёздной величины ($m = F - 6$). Однако американский психолог Стенли Стивенс (1906 – 1973) вновь «спутал все карты», когда... модифицировал закон Вебера-Фехнера. Стивенс впервые убедительно доказал («с цифрами в руках»), что между психофизической (субъективной) силой ощущения (F) и физическим раздражителем (J) существует не логарифмическая, а... *степенная* зависимость, которую можно выразить так:

$$F = k \cdot J^n. \quad (3)$$

Не знаю, насколько это правомочно, но автор «преобразовал» табл. 1 в табл. 2, приняв в законе Стивенса следующие параметры: $k = 0,4162$; $n = 0,1247709$, что почти сохранило «общую канву картины»: при $F = 1$ имеем $J = 1125$; при $F = 31$ имеем $J = 10^{15}$; а их отношение опять дает нам «и-триллион» на 32-м шаге F . Однако при этом «внутренний сюжет картины» существенно изменился – это хорошо видно по параметру c (чисто условным) обозначением « $J2/J1$ », который показывает отношение большего раздражителя ($J2$) к соседнему меньшему раздражителю ($J1$). С ростом силы психофизического ощущения (F) указанное отношение $J2/J1$ стремительно падает (даже быстрее, чем по экспоненте) от 258,62 до 1,30.

То есть, образно говоря, когда имеет место наиболее бурный (взрывоподобный) рост физического раздражителя (J), то сила наших психофизических ощущений (F) дремлет наиболее крепким сном – вот насколько надежно природа защитила нас от всякого рода потрясений в части физических раздражителей. Впрочем, скорее всего, табл. 2 дает лишь некую общую, *качественную* картину реально существующих взаимосвязей между нашей субъективной психофизикой и объективно существующими раздражителями физического мира. А данная статья – только повод задуматься над тем, сколь необычно мы воспринимаем окружающий нас физический мир...

Рефлексия 3. Здесь речь пойдет о том, что денежные суммы (подобно *видимой яркости* звёзд J) могут являться психифизическим раздражителем, субъективная сила ощущений (F) от которого также подчиняется закону Вебера-Фехнера (или близко к этому). В качестве гипотезы автор предлагает следующую мысль (только её суть, а конкретные формы воплощения могут быть и другими): всё население можно условно разбить на некие ранги (F), каждому из которых соответствует свой уровень зарплат (J) (например, как в табл. 1). Причем, когда параметр J становится слишком большим (но каким именно?), то под ним можно понимать уже не просто зарплату, а средний размер *состояния* у представителей данного ранга (F). Так, в настоящее время (май 2013 год) самый богатый человек планеты (Жарлос Слим Элу – мексиканский бизнесмен арабского происхождения) владеет состоянием, которое по официальным данным составляет около 73 миллиардов долларов США (это около 2,190 триллиона рублей при курсе 1 доллар = 30 руб.). Но на нашей планете, вероятно, найдутся и такие люди, чьё состояние откажется оценивать даже журнал «Forbes» – настолько большим и «закрытым» может оказаться их состояние (когда, например, верховный правитель абсолютно не подконтролен обществу). Короче говоря, уже сейчас наибольшим состоянием в табл. 1 вполне может соответствовать, скажем, ранг $F = 25$ (до 163 млрд долларов США).

Иллюстрация (?) закона Стивенса

Таблица 2.

Сила ощущения (ранг) F	Видимая яркость звезды, выраженная в условных единицах (в рублях РФ) J	Отношение соседних яркостей $J2/J1$	Отношение яркости с рангом F к яркости с нулевым рангом F_0 J/J_0
0	-		
1	1 125		1
2	290 963	258,62	259
3	7 501 605	25,78	6 668
4	75 248 764	10,03	66 884
5	449 990 161	5,98	399 970
6	1 940 064 217	4,31	1 724 410
7	6 673 809 802	3,44	5 931 960
8	19 460 825 734	2,92	17 297 593
9	50 018 750 569	2,57	44 458 750
10	116 376 397 762	2,33	103 440 193
11	249 812 647 467	2,15	222 043 894
12	501 739 158 910	2,01	445 966 678
13	952 983 715 060	1,90	847 051 648
14	1 725 979 835 130	1,81	1 534 122 819
15	3 000 417 183 082	1,74	2 666 895 855
16	5 032 956 255 821	1,68	4 473 501 302
17	8 181 659 848 074	1,63	7 272 200 298
18	12 935 842 857 880	1,58	11 497 916 320
19	19 952 091 113 433	1,54	17 734 250 219
20	30 097 249 065 553	1,51	26 751 689 474
21	44 499 225 397 520	1,48	39 552 766 336
22	64 606 514 852 860	1,45	57 424 963 310
23	92 257 383 869 745	1,43	82 002 208 227
24	129 759 716 935 964	1,41	115 335 845 018
25	179 982 569 939 146	1,39	159 976 010 140
26	246 460 526 181 357	1,37	219 064 388 562
27	333 512 000 154 070	1,35	296 439 367 082
28	446 372 683 627 204	1,34	396 754 646 777
29	591 345 378 093 424	1,32	525 612 420 327
30	775 967 507 124 800	1,31	689 712 263 973
31	1 009 197 651 742 540	1,30	897 016 937 937

Рассматривая табл. 1, можно предположить, что у капитализма и всех будущих общественно-экономических формаций (в фундаменте которых лежат пресловутые деньги) есть долгое и безмятежное будущее (вплоть до ранга $F = 31$). Ну а что касается России, то нет повода тревожиться даже в части якобы «несправедливых» зарплат. Ведь авторитетные эксперты (по «стабильности» в обществе) говорят, что в «правильном» обществе максимальные зарплаты не должны превосходить минимальные зарплаты более чем в 7 раз. Но именно такую («нужную», «правильную») картину мы и наблюдаем, вот тому доказательства.

Сейчас наши высшие чиновники получают зарплаты, вообще говоря, до 562 тысяч рублей в месяц (см. ранг $F = 7$ в табл. 1), а это всего лишь 7-й по счёту (ненулевой) ранг F . Значит, сила наших субъективных ощущений (F) от зарплат чиновников всего лишь в 7 раз превосходит силу наших ощущений (при $F = 1$) от зарплаты $J = 2734$ руб. Более того, величина прожиточного минимума за III квартал 2012 года в целом по России в расчете на душу населения установлена в размере 6544 руб., а это соответствует даже рангу $F = 3$ (в табл. 1) и поэтому вселяет особый оптимизм... Если же аналогичным образом проанализировать табл. 2 (то есть, опираясь на закон Стивенса), то вообще – «можно спать спокойно», стабильность в обществе гарантирована (такова природа нашей психики) ...

4 мая

© А. В. Исаев, 2013

10. Скрытое время в квантовой теории и в мире чисел

Фантазируя в рамках своей *виртуальной космологии* (теории-игры), 4 июня 2013 года автор опубликовал очередной опус под заголовком «ВРЕМЯ (непостижимая загадка физики)». И каково же было моё удивление, когда в интернете я случайно вышел на статью Куракина П. В. «Скрытые параметры и скрытое время в квантовой теории» (Hidden variables and hidden time in quantum theory). Причем автор статьи – сотрудник Института прикладной математики (ИПМ) им. М. В. Келдыша РАН, а сама статья – на официальном сайте ИПМ. То есть у Куракина, в отличие от меня, всё по-настоящему. Ведь я лишь время от времени просто «копаюсь» в *мире чисел* с помощью компьютер4а, и только изредка заглядываю в *теорию чисел* – «скучнейший» раздел высшей математики (который студенты-математики изучают в университетах). И когда я отыскиваю в бесконечно сложном и гармоничном мире чисел очередное любопытное «отражение», «моделирование» некоего физического параметра (в данном случае *времени*) – появляется моя очередная статья или книга (в рамках виртуальной космологии). Однако, в силу своего менталитета и статуса «свободный художник», я не утруждаю себя настоящим (глубоким и *многотрудным*) изучением теории чисел, физики и реальной космологии...

Итак, читая статью Куракина (http://www.keldysh.ru/papers/2004/rep33/rep2004_33.html), автор то и дело узнавал свои собственные фантазии на тему «Время», которые «совпадали» с гипотезой ученого (высказанной им в 2002 году?). Поясню, что статья Куракина имеет отношение к так называемой *квантовой запутанности*, а ещё точнее – к парадоксу Эйнштейна-Подольского-Розена и теореме Белла. Ниже просто приведу фрагменты текста Куракина (выделив их синим цветом), которые формально отчасти «похожи» на мои фантазии в части времени (см. также мою книга «ВРЕМЯ...» на портале «Техно-сообщество России»).

«...упущение теоремы [Белла] состоит в неявном использовании интуитивного допущения о равномерном течении времени как некоего абстрактного потока, на фоне которого разворачиваются все события. Я утверждаю, что это допущение противоречит специальной теории относительности (СТО) и квантовой природе элементарных событий.

В СТО явно оговаривается, что расстояние измеряется "линейкой", то есть прямолинейным твердотельным объектом. А вот чем измеряется время? Для этого А. Эйнштейн ввел понятие "часов", но четко его не определил...

Насколько точно мы можем измерять время, то есть, насколько мелкие доли полного "поворота" стрелки мы можем различать?

Поскольку каждый, самый маленький поворот "стрелки" часов сопровождается поглощением энергии, то ответ на последний вопрос становится очевидным. *Энергия квантуется, значит, квантуется и измерение времени.* [Здесь и далее жирный курсив – мой.] Таким образом, в каждом конкретном эксперименте *время измеряется количеством поглощенных квантов энергии... время, прошедшее в данной точке, есть количество поглощенных квантов энергии в данной точке.*

Важно признать, что количество поглощенных квантов не просто один возможный способ измерить время, это в принципе единственный способ. Все остальные сводятся к этому.

... физическое время не есть абстрактный и равномерный поток "чего-то", во что мы "помещаем" элементарные события. *Время (точнее, пространство-время) само состоит из этих событий, измеряется их количеством и ничем иным.* Можно сказать, что *время дискретно, поскольку дискретны элементарные события.*

Поэтому, мы вправе ввести в [квантовую] теорию совокупность переменных λ , которые не являются физически наблюдаемыми величинами (в этом смысле это доподлинно "*скрытые параметры*"), *они входят только в математический аппарат теории. Эти переменные эволюционируют в так называемом "внутреннем времени теории", которое не тождественно времени физическому и также является лишь математическим понятием.* При этом элементарные события (такие, как поглощение фотона атомом) являются "точками сшивки" внутреннего времени и физического времени. [Следует отметить, что подобные теории (*теории скрытых параметров*, возможно, лишь за исключением *теории струн*), как правило, не рассматриваются академической наукой, так как не имеют ни строго математической основы, ни экспериментальных подтверждений (из-за недостаточной точности современной техники). Но некоторые из подобных теорий не являются и опровергнутыми в данный момент.]

В теории такого класса мы вправе использовать любые сигналы, которыми обмениваются детекторы между собой и источником во внутреннем времени, то есть "между" событиями испускания и поглощения. Поскольку распространение этих сигналов протекает не в физическом времени, бессмысленно говорить об их скорости...

Внутреннее время – очень простая вещь, оно течет только вперед...

Хочу повторить главный тезис данной работы: теорема Белла запрещает использование только одного, вполне конкретного класса теорий со скрытыми параметрами, не более того. Теории с параметрами, эволюционирующими во «внутреннем времени», не попадают под действие этой теоремы.

Использование концепции «внутреннего времени» таит в себе колоссальные возможности, которых нет в стандартной квантовой теории. В частности, предлагаемая концепция позволяет подойти конструктивно и с единых позиций к природе электрического заряда и вакуума...

В итоге, есть надежда, что можно будет связать заряд электрона e , скорость света c и постоянную Планка \hbar в едином, конструктивном смысле...

То есть, по сути, *предлагается программа вычисления безразмерной постоянной тонкой структуры.* Как отмечали Макс Планк, Ричард Фейнман, *полная квантовая теория должна уметь вычислять эту постоянную, а не брать её из эксперимента.»*

Свою статью Куракин заканчивает именно словами о *постоянной тонкой структуре* (ПТС = 0,0072973525698) – одним из самых таинственных параметров Вселенной, который якобы должен вычисляться в рамках физической теории. Однако пока физики плохо понимают природу безразмерной ПТС (имеющий смысл некой *вероятности*). И вот здесь, пытаясь «помочь» физикам-теоретикам, я начинаю фантазировать в рамках виртуальной космологии: *возможно, что природа ПТС «отражается» в мире чисел. В виртуальной космологии ПТС является своеобразным индикатором возраста Вселенной – чем меньше ПТС, тем больше возраст Вселенной.* Чтобы пояснить сказанное, мне, как всегда, придется коснуться мира чисел.

В теории чисел есть *теорема о распределении простых чисел*, которая отвечает на важный вопрос математики: *какое количество (E) простых чисел на отрезке [2; N]*? При этом считается, что 2 – это первое простое число (с порядковым номером $E = 1$), и мы рассматриваем все числа от 2 до числа N , включая сами эти числа (поэтому мы и говорим – «отрезок»). В рамках *виртуальной космологии* вопрос о количестве (E) простых чисел является *главным* потому, что данный *параметр E отождествляется с «энергией» отрезка [2; N]*. Об этом подробно говорится в моей книге «Тёмная энергия...»

Среди разных формул, отвечающих на поставленный вопрос, самой лаконичной является **формула Эйлера** (правда в теории чисел эту формулу так не называют, но здесь это удобно сделать):

$$E = N/\ln N. \quad (1)$$

Однако куда более точная и всё ещё относительно несложная формула, отвечающая на тот же вопрос, записывается таким образом:

$$E = \text{li}(N) - \text{li}(2), \quad (2)$$

где $\text{li}(N)$ – *интегральный логарифм* (читается «ли от N ») – это специальная функция, определяемая интегралом от функции $1/\ln x$, когда аргумент x пробегает все вещественные значения от $x = 0$ до $x = N$. Насколько автор понял историков, великий немецкий математик, механик, физик и астроном Карл Гаусс (1777 – 1855) первым предложил использовать подобную формулу для оценки количества простых чисел на отрезке $[2; N]$. Поэтому формулу (2) автор назвал **формулой Гаусса** (и окрасил в лиловой цвет для более легкого понимания текста).

Интегральный логарифм $\text{li}(N)$ вычисляется по формуле:

$$\text{li}(N) = G + \ln|\ln N| + C, \quad (3)$$

$$G = \ln N^{1/1/1!} + \ln N^{2/2/2!} + \dots + \ln N^{k/k/k!} + \dots, \quad (4)$$

где (очень важные разъяснения и замечания):

G – бесконечная *гауссова сумма* (мой термин), о которой подробно сказано в книге «Виртуальная космология» (в главе 4 «Гауссовы слагаемые огромных чисел»), написанной ещё в 2009 году (см. также на портале «Техно-Сообщество России»).

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$ – аргумент (и порядковый номер) гауссова слагаемого. В формуле (4) у каждого вещественного числа N бесконечно много гауссовых слагаемых, однако на практике аргумент k можно ограничивать в разумных пределах (которые очевидны при вычислениях на компьютере).

$\ln|\ln N|$ – это логарифм $|\ln N|$, т.е. модуля логарифма N .

$C = 0,577215664901\dots$ – постоянная Эйлера-Маскерони – математическая константа, до сих пор хранящая свои тайны, скажем, не выявлено, является ли это число рациональным, то есть представимым обыкновенной дробью целых чисел (m/n).

$\text{li}(2) = 1,04516378011749\dots$ – вычисляется по формуле (3). Интегральный логарифм имеет единственный положительный ноль в точке $N = 1,451369234\dots$ (число Рамануджана-Солднера), то есть при данном N мы получим $\text{li}(N) = 0$ и $E = \text{li}(2)$. То есть даже формула Гаусса сильно «грешит» при малых числах N .

Итак, и формула Эйлера, и формула Гаусса позволяют вычислить примерное количество (E) простых чисел на отрезке $[2; N]$. И в связи с фундаментальным параметром E (ведь это – «энергия» мира чисел) сразу же возникает понятие о *вероятности* (P) – как некой «тени» ПТС в мире чисел.

Во-первых, для данного отрезка $[2; N]$ мы можем оценить *вероятность встречи* (P) простого числа, то есть если на этом отрезке случайным образом взять (выбрать) натуральное число, то оно окажется *простым числом* с вероятностью, равной $P = E/N$. Например, **формула Эйлера** приводит к такой оценки:

$$P = (N/\ln N)/N = 1/\ln N. \quad (5)$$

Во-вторых, на отрезке $[2; N]$ реальные *порядковые номера* простых чисел, в свою очередь, также образуют натуральный ряд: 1, **2**, **3**, 4, **5**, 6, 7, 8, 9, 10, **11**, 12, **13**, 14, ..., $E = N/\ln N$ (последний номер, найденный по формуле Эйлера). В этом ряде номеров, разумеется, есть простые номера (простые числа, они выделены жирным шрифтом), а их количество примерно равно $E/\ln E$. Поэтому мы вправе ввести и такое понятие, как *вероятность встречи* с простым номером (P_n):

$$P_n = (E/\ln E)/E = 1/\ln E = 1/[\ln N - \ln \ln(N)]. \quad (6)$$

Иначе говоря, если на отрезке $[2; E]$ отобрать все простые числа, и среди них случайным образом взять (выбрать) простое число, то его порядковый номер (в ряду всех простых чисел) окажется *простым числом* с вероятностью P_n . При этом из формул (5) и (6) ясно следует, что полученная вероятность P_n будет больше вероятности P (для данного значения N).

С помощью **формулы Гаусса** мы можем найти число N (причем наиболее точное), при котором *вероятность* (P_n) *встречи* с простым номером на отрезке $[2; E]$ будет численно равна ПТС = 0,0072973525698. Нетрудно убедиться, что данная вероятность ($P_n = 0,0072973525698$) численно равна ПТС при $N = 1,26985272680096 \cdot 10^{62}$, когда количество простых чисел на отрезке $[2; N]$ будет равно

$E = 8,94312663941916 \cdot 10^{59}$ (и это – самая точная оценка), а среди них простые номера будут у $6,52611481642208 \cdot 10^{57}$ простых чисел (это количество мы также находим по формуле Гаусса).

Почему в качестве ключевой вероятности автор выбрал именно вероятность P_n ? Иначе говоря, почему выбираю отрезок числовой оси, правая граница которого – это число N именно порядка 10^{62} (то есть 10 в степени 62)? Развернутый ответ на данный вопрос, по сути дела, содержится в моих статьях и книгах по виртуальной космологии, причем данный ответ не сводится только к «подгонке» под значение ПТС. Если говорить коротко, то, вероятно, именно (правая) граница $N \sim 10^{62}$ – наиболее богата «отражениям» реального (физического) мира в виртуальном мире чисел. В качестве примера очередного возможного «отражения» приведу мои «манипуляции» («фокусы») с космологической постоянной.

Космологическая постоянная (A) – это физический параметр, характеризующий важнейшие свойства Вселенной (его *вакуума*). Этот параметр ввёл ещё Альберт Эйнштейн в своей знаменитой *общей теории относительности*. Обычно данный параметр обозначают заглавной греческой буквой *лямбда* (как буква A , только без горизонтальной черты). Измерения A , основанные на эффекте разбегания галактик, дают очень малое значение для космологической постоянной: $A = 10^{-53} \text{ м}^{-2}$ (см. статью «Проблема космологической постоянной» в Википедии). Мы найдем, чему равно *обратное значение* космологической постоянной A (то есть $1/A$), причем выраженное в *эви* (в единицах *планковского времени*):

1 *эви* = $5,39106 \cdot 10^{-44}$ сек и за это время *фотон* проходит путь

1 *эви* = $1,6162 \cdot 10^{-35}$ м, поэтому $1 \text{ м} = 6,18736 \cdot 10^{34}$ *эви*;

$\text{м}^{-2} = 2,6121 \cdot 10^{-70} \text{ эви}^{-2}$; $A = 2,6121 \cdot 10^{-123} \text{ эви}^{-2}$;

таким образом, мы получаем: $1/A = 3,8283 \cdot 10^{122} \text{ эви}^2$.

Из математики известно, что площадь (S) под графиком некой непрерывной функции – это определенный интеграл данной функции. В качестве непрерывной функции мы возьмем формулу Эйлера: $E = N/\ln N$, где N – любое вещественное число, превосходящее 2. Тогда площадь (S) под графиком функции $E = N/\ln N$ – это определенный интеграл от 2 до некоего числа X , при котором $S = 1/A = 3,83 \cdot 10^{122}$ (эви^2). Нетрудно убедиться, что искомое число $X = 3,315 \cdot 10^{62}$ [см., например, сайт ru.numberempire.com – «Империя Чисел (Математические утилиты)», на котором выберите такие утилиты: Вычисление интегралов, Определённые интегралы].

А теперь в рамках виртуальной космологии мы примем такие определения (они у меня менялись уже несколько раз).

ПТС-ая длина отрезка $[0; N]$ – это длина отрезка, которая определяется числом $N = 1,27 \cdot 10^{62}$ (округляю для краткости), найденным по формуле Гаусса из условия, что $P_n = \text{ПТС}$.

Большой отрезок эквивалентен ПТС-му отрезку и отражает возраст Вселенной, равный 13,798 миллиардов лет или $8,07139464224104 \cdot 10^{60}$ *эви*. То есть теперь планковское время или (просто второе название) элементарный временной интервал (*эви*) эквивалентен отрезку числовой оси, длиной 15,7327547850935 (это самый «протяженный», самый «сложный» *эви* в рамках виртуальной космологии). Значит, самый первый *эви* содержит внутри себя шесть первых *простых чисел*: 2, 3, 5, 7, 11, 13 (или даже *семь* первых простых чисел, если полагать, что первое простое число – это 1).

Таким образом, в данной статье автор возвращается к *главенству общепризнанной теоретической физики*, которая в частности утверждает, что возраст Вселенной равен именно 13,798 миллиардов лет (в последних своих работах автор «вознёсся» до того, что... удвоил возраст Вселенной). Впрочем, автор и раньше старался не противопоставлять общепризнанной физике свою *виртуальную космологию*, которая призвана только «помочь», «подсказать» физикам некие «новые» аспекты (взгляды, ракурсы) на реально существующий физический мир. И автор по-прежнему убежден, что **главная миссия мира чисел – «пояснить» (всякому, в том числе инопланетному) разуму наиболее фундаментальные законы мироздания** (единые для всех уголков Вселенной).

Моя гипотеза об эквивалентности 1 *эви* (пространства-времени) отрезку (на вещественной оси чисел) длиной около 15,73 – может оказаться плодотворной. Ведь если, учитывая данную гипотезу, пересмотреть всё ранее сказанное в моих статьях и книгах, то откроется картина не менее занятная (разумеется, что мне она и раньше казалось таковой). В частности, становится более «яркой» и такая гипотеза автора – **пространство-время дискретно, но только при определенном ракурсе его рассмотрения, который в мире чисел «отражается» «точкой зрения» натуральных чисел**. Ведь в самом первом *эви* только *семь простых чисел*, а при движении вправо по числовой оси это количество («наполнение»

очередного *эви* простыми числами) устремляется к нулю, то есть *такое* время... исчезает. Пространство-время, вообще говоря, *непрерывно* при самом «глубоком» его рассмотрении, а мир чисел «отражает» этот факт предельно просто – каждый *эви* содержит бесконечно много *вещественных* чисел.

26 июля

© А. В. Исаев, 2013

11. Размерность пространства

Размерность пространства в физике – это количество независимых *параметров*, необходимых для описания пространства. Так, в обыденной жизни нам достаточно трех параметров, скажем, длины (X), ширины (Y) и высоты (Z) строящегося дома. К этим трём параметрам можно добавить четвёртый параметр – время (t), и именно такое 4-х *мерное пространство* доступно человеку (нашим органам чувств и нашему воображению). Например, нам нетрудно представить, что с течением времени t параметры X , Y , Z будут меняться в процессе строительства дома. Однако математики (с конца XIX века), а затем и физики (в начале XX века) перешли к весьма плодотворной творческой работе с пространствами *старших размерностей* (свыше 4-х), которые человек, вообще говоря, уже не способен наглядно представить и может описывать только на языке хитроумной высшей математики (её разделов, например, *топологии*). Частный случай пространства большой размерности – это N -мерное *евклидово пространство* (в котором всё ещё относительно просто). Но математиками придуманы и куда более затейливые пространства, например, так называемые *многообразия* – это пространства, локально сходные с евклидовым пространством.

И здесь важно подчеркнуть, что в пространствах старших размерностях (свыше 4-х) работают важные математические «трюки» (приёмы), которые значительно упрощают теорию, а вот *топология многообразий* размерности 4 и 3 значительно сложнее. В частности, *обобщённая гипотеза Пуанкаре* (сформулированная им в 1904 году) была доказана сначала в старших размерностях, потом в размерности 4 (в 1982 году Фридманом) и только потом в размерности 3 (в 2002 году российским математиком Григорием Перельманом). То есть *мир пространств малых размерностей (в топологии), как и мир малых чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ... (в теории чисел), как и реальный мир в планковских масштабах (в теоретической физике) – «прячет» в себе самые сокровенные тайны мироздания, во многом ещё не постигнутые точными науками* [здесь и ниже текст, выделенный лиловым и синим цветом, – важен для понимания того, что мне хотелось бы сказать в данной статье]. Далее, вплоть до заголовка «Законы мира чисел», приводятся самые общие сведения из *теоретической физики* (в редакции Википедии), в которые читателю вникать не обязательно, однако даже беглый просмотр этого текста – поможет почувствовать сложность проблем в части размерности пространств. Причем для нас, пожалуй, наиболее важным будет факт *существования в теории струн огромного числа ($10^{100} - 10^{500}$) ложных вакуумов*, где каждому ложному вакууму соответствует своя низкоэнергетическая – наблюдаемая – физика (пояснения идут ниже). И стоит подчеркнуть, что часто цитируют порядок 10^{500} (число 10 в степени 500, то есть это 1000...000, где за единицей стоит 500 нулей, это для нас – почти *бесконечно* много).

Законы теоретической физики

Теодор Калуца впервые предложил ввести в математическую физику 5-ое измерение, послужившее основой для *Теории Калуцы-Клейна*. Эта теория – одна из теорий гравитации, модель, позволяющая объединить два фундаментальных физических взаимодействия: гравитацию и электромагнетизм – была впервые опубликована в 1921 году математиком Теодором Калуцей, который расширил пространство Минковского до 5-мерного пространства и получил из уравнений общей теории относительности классические уравнения Максвелла.

В *теории струн* используются трёхмерные (имеющие вещественную размерность 6) *многообразия Калаби-Яу*, выступающие как слой компактификации пространства-времени, так что каждой точке четырёхмерного пространства-времени соответствует пространство Калаби-Яу. Одна из основных проблем при попытке описать процедуру редукции струнных теорий из размерности 26 или 10 в низ-

коэнергетическую физику размерности 4 заключается в большом количестве вариантов компактификаций *дополнительных измерений* на многообразия Калаби-Яу и на орбиболды, которые, вероятно, являются частными предельными случаями пространств Калаби-Яу.

Известно несколько *десятков тысяч* трёхмерных пространств Калаби-Яу, которые удовлетворяют требованиям к дополнительным измерениям, вытекающим из теории струн. Одной из основных проблем теории струн (учитывая современное состояние разработки) является такая выборка из указанного удовлетворительного подмножества трехмерных пространств Калаби-Яу, которая давала бы наиболее адекватное обоснование *количества и состава семейств всех известных частиц* (3 семейства, в каждом – по 4 фундаментальных частицы). Если теоретические разработки в этой области приведут к *выделению единственного пространства Калаби-Яу*, удовлетворяющего всем требованиям для дополнительных измерений, это станет очень весомым аргументом в пользу истинности теории струн.

Большое число возможных решений с конца 1970-х и начала 1980-х годов создало проблему, известную под названием «проблема ландшафта». *Ландшафт теории струн* (проблема ландшафта) – это существование в теории струн огромного числа ($10^{100} - 10^{500}$) ложных вакуумов (причем, часто цитируют порядок 10^{500}). *Ложный вакуум* – состояние в квантовой теории поля, которое не является состоянием с глобально минимальной энергией (E_{\min}), а соответствует её локальному минимуму (превосходящему E_{\min}). Такое состояние стабильно в течение определённого времени (метастабильно), но может «туннелировать» (по законам квантовой механики) в состояние истинного вакуума. По мнению критиков теории струн (например, Ли Смолина и Дэвида Гросса) проблема ландшафта выводит теорию струн из рамок научности, так как она становится нефальсифицируемой: *каждому ложному вакууму соответствует своя низкоэнергетическая – наблюдаемая – физика*, а выбор среди них варианта, совпадающего с известной *Стандартной моделью* и с наблюдаемым значением *космологической постоянной*, оказывается, вероятно, NP-полной задачей, то есть не может быть проведён более эффективно, чем полным перебором всех имеющихся возможностей, что сейчас представляется технически невозможным. Напомню, что *Стандартная модель зависит от 19 числовых параметров, значения которых известны из эксперимента, а вот происхождение значений – неизвестно*.

На сегодняшний день множество физиков-теоретиков по всему миру исследуют вопрос многомерности пространства. В середине 1990-х Эдвард Виттен и другие физики-теоретики обнаружили веские доказательства того, что различные суперструнные теории представляют собой различные предельные случаи неразработанной пока *11-мерной М-теории*. И если мы, в самом деле, воспринимаем всего лишь 3 из 11 существующих измерений, то в таком случае мы просто обречены на поедание крошек со стола космологии. Однако, всегда есть возможность описать то, что мы не можем воспринять непосредственно, с помощью математики. Например, четвёртое (пространственное) измерение можно попытаться представить исходя из логики, что три воспринимаемых нами измерения являются относительно четвертого тем же, что и два измерения плоскости относительно объёмного восприятия.

Естественным развитием идеи многомерного пространства является *концепция бесконечномерного пространства* (Гильбертово пространство). Как известно, уравнения Эйнштейна для гравитации, получаемые варьированием из действия Эйнштейна-Гильберта, не содержат никаких внутренних ограничений на размерность пространства и его сигнатуру, и содержат лишь очень слабые ограничения на топологию. Они лишь связывают локально для некоего пространства метрический тензор, который описывает геометрические свойства этого пространства, с тензором энергии-импульса, который описывает содержащиеся в этом пространстве материальные (негравитационные) поля.

Размерность, топология и сигнатура пространства должны быть заданы дополнительно, что позволяет легко обобщить *общую теорию относительности* (ОТО) на пространства с большим или меньшим числом измерений как собственно пространства, так и времени. Количество пространственных и временных измерений определяется сигнатурой метрического тензора, а точнее, количествами его собственных значений разных знаков, положительных и отрицательных. Например, в *евклидовой квантовой гравитации* фигурируют лишь 4 пространственных измерения вообще без временного.

В содержательной теории подобного типа, *по-видимому, в пространстве должно быть не менее 4 измерений*. Дело в том, что одномерное пространство вообще не может быть внутренне искривлено, кривизна двумерного пространства полностью определяется его скалярной кривизной, а трёхмерного – тензором Риччи, почему согласно с уравнениями Эйнштейна вне компактного распределения полей

в таких пространствах никаких эффектов наблюдаться вообще не будет (кроме глобальных топологических, см. *космическая струна*). Только начиная с четырёхмерного пространства появляется дальное действие гравитационного поля – оно может распространяться за пределы породившего его объекта и даже образовывать волны в пустом пространстве, что связано с тем, что описание кривизны, начиная с этой размерности, требует также знания тензора Вейля.

Высшая размерность пространства для уравнений Эйнштейна не ограничена. Поэтому можно рассматривать уравнения Эйнштейна в любом пространстве с размерностью более трёх. Основной проблемой при этом является физическая интерпретация высших размерностей.

Мы живём в трёхмерном пространстве и одномерном времени. Наши приборы не фиксируют наличия высших измерений, которые вводятся в этой теории. Это пытаются объяснить разными способами, исторически первый из них возник в теории Калуцы-Клейна: высшие размерности в каждой точке имеют замкнутую топологию (в виде сфер, торов или многообразий Калаби-Яу) с диаметрами порядка *планковской длины*, поэтому они никак не проявляют себя в обычных условиях. Чтобы «развернуть» эти размерности, нужна огромная энергия, так как возбуждения полей по ним имеют субпланковскую длину волны и соответствующую энергию. Эта возможность называется *компактными дополнительными измерениями*.

С другой стороны, можно считать, что все измерения равноправны, но наблюдаемые нами физические поля и взаимодействия каким-то образом привязаны к четырёхмерной гиперповерхности – бране – в пространстве большей размерности. Такой подход популярен среди приверженцев теории струн и позволяет, как утверждается, решить проблему *тёмной материи*.

Наиболее простой моделью пространства, которая позволяет объединить все 4 вида фундаментальных взаимодействий является 10-мерная (11-мерная в теориях с суперсимметрией) со следующими измерениями:

- 0-е измерение $x^0 = ct$ — время;
- 1-е измерение $x^1 = x$ — «длина»;
- 2-е измерение $x^2 = y$ — «ширина»;
- 3-е измерение $x^3 = z$ — «высота»;
- 4-е измерение x^4 — электрический заряд;
- 5-е измерение x^5 — гиперзаряд;
- 6-е измерение x^6 — проекция изоспина;
- 7-е измерение x^7 — цвет 1;
- 8-е измерение x^8 — цвет 2;
- 9-е измерение x^9 — цвет 3.

Из-за своей компактности, дополнительные измерения вводятся в уравнения как колебательные степени свободы.

В настоящее время (2010 год) предположение о существовании дополнительных измерений продолжает развиваться благодаря огромному количеству теоретических рассуждений, но не имеет никаких экспериментальных подтверждений, в отличие от четырёхмерной общей теории относительности. В частности, в одном из вариантов пятимерной теории относительности электрический заряд не является инвариантом в гравитационном поле и его величина может меняться в зависимости от гравитации. Для экспериментальной проверки этого предложено, например, изучать *эффект Холла*, когда Земля находится в перигелии и в афелии. Однако, чувствительность современной аппаратуры недостаточна для обнаружения предсказываемых эффектов. Ввиду невозможности проверки многомерных обобщений ОТО в лабораторных условиях, ведётся наблюдение за космическими объектами, чья мощная гравитация могла бы выявить новые явления, но пока тоже безрезультатно.

Законы мира чисел

В мире чисел *простые числа* (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 157, ..., которые делятся нацело только на единицу и на самих себя) – это «кирпичики», из которых строятся ВСЕ прочие (*составные*) натуральные числа (4, 6, 8, 9, 10, ..., и этот ряд также *бесконечен*). Числа «строятся» в том смысле, что любое составное число N можно записать в единственно возможном *каноническом виде* (это произведение неких простых чисел). Например, составное число $N = 1234567890$ имеет такой канонический вид: $N = 2*3*3*5*3607*3803$ и никакой другой набор простых чисел (их произведение) не даст нам

числа $N = 1234567890$ (в этом заключается *основная теорема арифметики*). В современной теоретической физике в роли подобных «кирпичиков» Мироздания выступают, скажем, 19 независимых параметров (в Стандартной модели) или только разные вибрации квантовых струны (в теории струн), и т.д. (существуют и другие модели с другими «кирпичиками»). Простые числа (P) – это главные объекты, изучаемые в рамках *теории чисел* – раздела *высшей математики*, с которым студенты-математики лишь только знакомятся в университетах, поскольку теория чисел – это очень обширная и сложная тема, содержащая множество «подводных камней», парадоксов, тайн (это самый настоящий виртуальный МИР чисел, см. «Виртуальную космологию» автора).

Одним из самых удивительных открытий *теории чисел* – это представление *любого простого числа* (P), например, в виде такого полинома (многочлена):

$$\begin{aligned} & (k+2)(1-[wx+h+j-q]^2 - [(gk+2g+k+1)(h+j)+h-z]^2 - [2n+p+q+z-e]^2 - \\ & [16(k+1)^3(k+2)(n+1)^2+1-f^2]^2 - [e^3(e+2)(a+1)^2+1-o^2]^2 - [(a^2-1)y^2+1-x^2]^2 - \\ & [16r^2y^4(a^2-1)+1-u^2]^2 - [((a+u^2(v-a))^2-1)(n+4dy)^2+1-(x+cu)^2]^2 - [n+l+v-y]^2 - \\ & [(a^2-1)t^2+1-m^2]^2 - [ai+k+1-l-i]^2 - [p+l(a-n-1)+b(2an+2a-n^2-2n-2)-m]^2 - \\ & [q+y(a-p-1)+s(2ap+2a-p^2-2p-2)-x]^2 - [z+pl(a-p)+t(2ap-p^2-1)-pm]^2 \end{aligned}$$

В этом полиноме (25-й степени, мы запишем это так $C = 25$) насчитывается 26 параметров (переменных, мы запишем это так $\Pi = 26$), обозначенных буквами латинского алфавита ($a, b, c, d, \dots, w, x, y, z$). При неотрицательных значениях целых переменных (Π : $a, b, c, d, \dots, w, x, y, z$) бесконечное множество положительных значений этого полинома совпадает с бесконечным множеством простых чисел (P). То есть этот полином «генерирует» («порождает», «строит») абсолютно ВСЕ простые числа P (и ещё множество целых отрицательных чисел или нулей). Правда, увы, данному полиному «не известны» порядковые номера (n), сгенерированных им простых чисел P (впрочем, для достаточно больших простых чисел P эти порядковые номера мы можем сами оценить, скажем, по такой асимптотической формуле: $n \sim P \cdot \ln P$).

Далее в данной статье под термином «полином» мы будем понимать только подобные полиномы, имеющие другую степень (C) и другое количество параметров (Π). Ведь из теории чисел следует, что *существуют другие подобные полиномы, и каждый из таких полиномов также генерирует ВСЕ простые числа. И все полиномы равноправны между собой*, поскольку, с точки зрения порожденных ими простых чисел, среди полиномов них нет «лучших» или «худших» (такowymi их способен назвать только человек, видящий «огромный» объем вычислений, но такие трудности весьма условны и относительны). Про указанные полиномы (очень коротко) говорится в Википедии в статье «Простое число». Там же добавлено следующее: «Наименьшая степень для известных многочленов такого типа – 5 при 42 переменных; наименьшее число переменных – 10 при степени около $1,6 \cdot 10^{45}$. Этот результат является частным случаем доказанной Юрием Матиясевичем диофантовости любого перечислимого множества.» И ещё из Википедии: Юрий Владимирович Матиясевич (родился в 1947 году в Ленинграде) – доктор физико-математических наук, академик РАН, он внёс существенный вклад в теорию вычислимости. Будучи аспирантом ЛГУ, в начале 1970 года в возрасте 22 лет [математика – игра молодых!] Матиясевич сделал последний шаг в доказательстве *алгоритмической неразрешимости* задачи о существовании решений у произвольного *диофантова уравнения*, то есть он завершил решение десятой проблемы Гильберта.

Гипотезы виртуальной космологии

Итак, в части полиномов мы, надо полагать, имеем следующие исходные данные:

- если в полиноме содержится $\Pi = 10$ переменных, то степень полинома будет $C = 1,6 \cdot 10^{45}$;
- если в полиноме содержится $\Pi = 26$ переменных, то степень полинома будет $C = 25$;
- если в полиноме содержится $\Pi = 42$ переменных, то степень полинома будет $C = 5$.

По указанным трём точкам с помощью программы “Excel” построим *линию тренда*:

$$\ln \ln C = 176,63 / \Pi^{1,5672}. \quad (1)$$

Формула (1) позволяет нам вычислить приблизительную (гипотетическую) степень (C^*) у полинома с любым количеством параметров (Π):

$$C^* = \exp[\exp(\ln \ln C)] = \exp[\exp(176,63 / \Pi^{1,5672})]. \quad (2)$$

Результаты вычислений по формуле (2) представлены в табл.1. В этой таблице мы видим в частности следующее. Если у полинома количество параметров $P = 4$, то степень такого полинома будет порядка $C^* = 10^{236.340.217}$ (и для нас это практически уже бесконечно большая степень C). Если у полинома количество параметров $P = 19$, то степень такого полинома будет близка к значению $C^* = 315$. Степени $C = 4$ будет соответствовать примерно $P = 55$ параметров, а степени $C = 3$ будет соответствовать примерно $P = 122$ параметра. Впрочем, надо ясно понимать, что табл. 1 более-менее верна в диапазоне от $P = 10$ до $P = 42$, а всё остальное, увы, – вилами по воде писано (кроме ниже следующего утверждения: P_{\max} меньше *и-триллиона*).

Из формулы (2) следует, что если у полинома количество параметров $P = 10^{11}$, то у степени C^* уже первые 15-ть цифр совпадают с цифрами числа $e = 2,71828182845905\dots$. Поэтому можно смело утверждать, что *максимально возможное количество параметров* (P_{\max}) не превзойдет «*и-триллион*», который является важным («ограничительным») параметром *Большого отрезка* в виртуальной космологии и важным параметром реальной Вселенной в современную эпоху (см. мои статьи про *и-триллион*). Например, максимальное количество звезд в крупной галактике близко к *и-триллиону*, и количество всех видимых нами галактик также близко к *и-триллиону* (это только два примера из большого списка примеров).

Учитывая всё выше сказанное, в рамках *виртуальной космологии* напрашивается следующая гипотеза: *законы теории чисел в части полиномов изоморфны законам физики в части размерностей пространства* (изучая полиномы мира чисел – можно понять нечто существенное о размерности пространства). Иначе говоря, указанные полиномы из *теории чисел* являются некой «подсказкой» (наипростейшей математической моделью) для физиков-теоретиков в части *размерности пространства*. Как бы это могло быть – проиллюстрирую на примере такого утверждения (в котором могу ошибаться с точностью до... наоборот): количество (P) параметров полинома – «отражает» количество параметров физического пространства; степень (C) полинома (или её «тень» C^*) – «отражает» размерность физического пространства, а вот число 10^C – «отражает» примерное количество всевозможных физик (хотя современной науке известна одна единственная физика). Из данного утверждения (гипотезы) и табл. 1 вытекают, например, следующие «новые истины»:

1. Степень полинома (и размерность пространства) не может быть меньше $C = 3$. Напомню: можно рассматривать уравнения Эйнштейна в любом пространстве с размерностью более трёх, и только начиная с четырёхмерного пространства появляется дальное действие гравитационного поля. При этом количество (P) параметров явно не превзойдет «*и-триллиона*». Однако, возможно, что мы получим «всего лишь» порядка $P = 122$, и это – максимально возможное (?) количество химических элементов в таблице Менделеева, или это – в несколько раз меньше количества всех открытых элементарных частиц, и т.п. (как данное число P «отражается» в физике?).

2. Допустимая (миром чисел) степень полинома, скорее всего, начинается с $C = 4$ (см. ниже *гипотезу Римана*), и в «нашей» (низкоэнергетической) физике размерность пространства равна 4. Значит, количество *всевозможных физик* будет порядка 10^4 , при этом напомню, что известно несколько *десятков тысяч* трёхмерных пространств Калаби-Яу, которые удовлетворяют требованиям к дополнительным измерениям, вытекающим из теории струн. При этом количество параметров в полиноме будет порядка $P = 55$ (и количество неких параметров в физике?).

3. Если у полинома количество параметров $P = 19$ (как и количество параметров в *Стандартной модели в теоретической физике*), то степень такого полинома будет близка к значению $C = 315$. И это значение C находится почти посередине между $C = 100$ и $C = 500$, при этом напомню, что, согласно оценкам *теории струн*, существуют $10^{100} - 10^{500}$ *ложных вакуумов*, и каждому ложному вакууму

Таблица 1

Количество (переменных) параметров	Степень полинома (точно)	Степень полинома по формуле (2)
P	C	C^*
1		$10^{(10^76)}$
2		$10^{(10^25)}$
3		$10^{(10^13)}$
4		$10^{236340217}$
5		10^{624522}
6		10^{18412}
7		10^{1871}
8		10^{385}
9		$5,1 \cdot 10^{122}$
10	1,6E+45	$9,4 \cdot 10^{51}$
11		$5,7 \cdot 10^{26}$
18		826
19		315
20		152
21		87
26	25	18
42	5	5
55		4
122		3
10^{12}		2,718...

соответствует своя низкоэнергетическая – наблюдаемая – физика. Значит, можно предположить, что в теории струн речь должна идти о количестве ложных вакуумов порядка 10^{315} (это нам «подсказывает» мир чисел).

4. Количество (P) параметров полинома (и количество параметров пространства в физике) может быть любым из допустимого диапазона (скажем, от $P = 4$ до P равного и-триллиону). При этом с ростом количества (P) параметров – количество различных физик устремляется к некому минимально возможному числу (близкому к $10^e = 523?$). Причем, вероятно, все эти *разные физики равноправны между собой, как равноправны между собой разные полиномы в мире чисел*, ведь каждый из возможных полиномов генерирует ВСЕ простые числа (только генерирует по «своей» уникальной формуле). И наоборот, с уменьшением количества (P) параметров – количество различных физик растет (быть может, асимптотически?) до бесконечности. И тот факт, что в 4-х мерном пространстве (при $P = 4$), доступном человеку в его ощущениях, нам известна лишь одна единственная физика, – говорит только о неполноте наших знаний. И самое грандиозное достижение человечества – это осознание того, что мы видим и понимаем всего лишь около... 4% состава нашей Вселенной, а количество всех возможных вселенных – колоссально, причем существуют параллельные миры (и даже якобы четырех типов). Возможно, что параллельные миры – это и есть пространства старших размерностей?

Гипотеза Римана

Некая исключительность «нашего» 4-х мерного пространства (доступного человеку в его ощущениях), возможно, находит своё «отражение» в мире чисел и в лице гипотезы Римана. Гипотеза Римана о распределении нулей дзета-функции Римана была сформулирована замечательным немецким математиком Бернхардом Риманом (1826–1866) в 1859 году (то есть в возрасте 33 лет, и опять повторяю: математика – игра молодых!). И хотя Риман так и не доказал важнейшего закона теории чисел – закона распределения простых чисел ($E \sim N/\ln N$), зато он сделал нечто гораздо более удивительное – дал точную формулу для количества (E) простых чисел, не превосходящих числа N . Риман обнаружил, что количество (E) простых чисел, не превосходящих числа N (функция распределения простых чисел) – выражается через распределение так называемых «нетривиальных нулей» дзета-функции (см. мою книгу «Зеркало» Вселенной», гл. 2).

Многие утверждения о распределении простых чисел, в том числе о вычислительной сложности некоторых целочисленных алгоритмов, доказаны в предположении верности гипотезы Римана. Гипотеза Римана входит в список семи «проблем тысячелетия», за решение каждой из которых Математический институт Клэя (Clay Mathematics Institute, Кембридж, Массачусетс) выплатит награду в один миллион долларов США. В случае публикации контрпримера к гипотезе Римана, учёный совет института Клэя вправе решить, можно ли считать данный контрпример окончательным решением проблемы, или же проблема может быть переформулирована в более узкой форме и оставлена открытой (в последнем случае автору контрпримера может быть выплачена небольшая часть награды).

Так вот, гипотеза Римана эквивалентна утверждению о том, что следующее диофантово уравнение не имеет решений в неотрицательных целых числах:

$$\begin{aligned}
 & (elq^2 + \alpha - (b - xy)q^2)^2 + (q - b^{560})^2 + (\lambda + q^4 - 1 - \lambda b^5)^2 + \\
 & (\theta + 2z - b^5)^2 + (u + t\theta - l)^2 + (y + m\theta - e)^2 + (n - q^{16})^2 + \\
 & ((g + eq^3 + lq^5 + (2(e - z\lambda)(1 + xb^5 + g)^4 + \lambda b^5 + \lambda b^5 q^4)q^4)(n^2 - n) + \\
 & (q^3 - bl + l + \theta\lambda q^3 + (b^5 - 2)q^5)(n^2 - 1) - r)^2 + \\
 & (p - 2ws^2r^2n^2)^2 + (p^2k^2 - k^2 + 1 - \tau^2)^2 + \\
 & (4(c - ksn^2)^2 + \eta - k^2)^2 + (r + 1 + hp - h - k)^2 + \\
 & (a - (wn^2 + 1)rsn^2)^2 + (2r + 1 + \phi - c)^2 + \\
 & (bw + ca - 2c + 4\alpha\gamma - 5\gamma - d)^2 + \\
 & ((a^2 - 1)c^2 + 1 - d^2)^2 + ((a^2 - 1)i^2c^4 + 1 - f^2)^2 + \\
 & (((a + f^2(d^2 - a))^2 - 1)(2r + 1 + jc)^2 + 1 - (d + of)^2)^2 + \\
 & (((z + u + y)^2 + u)^2 + y - K)^2 = 0
 \end{aligned}$$

где K – это некоторый большой фиксированный целочисленный коэффициент (который, в принципе, можно указать в явном виде), а остальные буквы обозначают переменные (параметры). Причем *степень этого уравнения может быть понижена до 4* ценой увеличения количества переменных (сравните это с тем, что выше было сказано про полиномы).

Вместо заключения

Теперь читателю, вероятно, очевидно, что Творец, изначально зная (на то он и Творец) *теорию чисел*, сделал доступным человеку именно 4-х мерное пространство – это некий оптимальный вариант для человека (весьма заурядного интеллекта во Вселенной), которому очень далеко до самого Творца. Однако автор уверен, что наличие Творца даже и не требуется, поскольку наша (бесконечно разнообразная и сложная) Вселенная стала таковой... сама по себе. И мир чисел, который *изоморфен «математике Вселенной»*, наилучшим образом «подсказывает» нам пример самоорганизации (бесконечного усложнения) структуры Мироздания, возникшей буквально «из ничего» (как и мир натуральных чисел, возникший из нуля и единицы). Ведь читатель не будет оспаривать тот факт, что рассмотренные выше полиномы (которые – лишь крошечный фрагмент из мира чисел, из теории чисел) – это весьма и весьма сложные, хитроумные, удивительные математические объекты. А ведь всё это – результат наипростейшего (до полного абсурда!) алгоритма, порождающего *бесконечно сложный* мир чисел: *каждое натуральное число больше предыдущего на единицу* (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...). И вся архисложная *теория чисел*, преисполненная *наивысшей гармонии*, «вырастает» благодаря лишь этому наипростейшему закону (и это – первая абстрактная истина, открывшаяся древнему человеку).

Природе внутренне присуща скрытая гармония, которая отображается в наших умах в виде простых математических законов. Альберт Эйнштейн как-то сказал: «*Наш опыт убеждает нас, что природа – это сочетание самых простых математических идей*», об этом говорит и латинская поговорка «*Simplex sigillum veri*» («*Простота – это признак истинности*»). А что может быть проще натуральных чисел: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...? Вот почему автор верит, что именно мир чисел (правда, не только натуральных) поможет раскрыть самые сокровенные тайны мироздания.

18 августа

© А. В. Исаев, 2013

12. Довзрывная эпоха (перед Большим взрывом)

1. Сведения из статьи физика-теоретика Габриель Венециано

Текст данной (1-й) главы – это моя «выжимка» из статьи Габриель Венециано (род. 1942), итальянского физика-теоретика, основателя *теории струн* в конце 1960-х гг. (см. указанную статью здесь: (http://wsyachina.narod.ru/astronomy/universe_3.html)). Когда в 1980-х гг. о теории струн заговорили как о теории квантовой гравитации, Венециано впервые применил её к чёрным дырам и космологии (так появилась *струнная космология*). Сама теория струн получит серьёзное экспериментальное подтверждение, если учёным удастся зарегистрировать хотя бы незначительное изменение *физических констант* (в частности, ПТС $\approx 1/137$ – *постоянной тонкой структуры*, о которой много говорится и в рамках моей виртуальной космологии).

Был ли так называемый *Большой взрыв* началом времени или Вселенная существовала и до него? Ещё недавно такой вопрос казался нелепым... Но развитие теоретической физики заставило учёных снова задуматься о довзрывной эпохе. *Симметрия теории струн предполагает, что у времени нет ни начала, ни конца. Вселенная могла возникнуть почти пустой и сформироваться к моменту Большого взрыва.* Если время началось не в момент Большого взрыва, а Вселенная возникла задолго до начала нынешнего космического расширения, то у материи было достаточно времени, чтобы *плавно*

самоорганизоваться. Поэтому учёные решили пересмотреть рассуждения, приводящие к мысли о *космологической сингулярности*.

Первой попыткой применить теорию струн к космологии как раз и стала разработка так называемого *довзрывного сценария* (предвзрывного), в соответствии с которым *Большой взрыв был не моментом возникновения Вселенной, а просто переходной стадией. До него расширение ускорялось, а после него – замедлялось (по крайней мере, в начале). Вселенная существовала всегда. В отдалённом прошлом она была почти пуста*. До Большого взрыва такие силы, как гравитация, были слабы. Силы постепенно росли, и материя начала сгущаться. В некоторых областях плотность возросла настолько, что начала формироваться черная дыра. Черная дыра разрасталась с ускорением. Материя внутри неё оказалась изолированной от вещества снаружи. Плотность вещества, устремлявшегося к центру дыры, возрастала, пока не достигла предела, определяемого теорией струн. Когда плотность материи достигла максимально допустимой величины, квантовые эффекты привели к Большому взрыву. Тем временем снаружи возникали другие чёрные дыры, которые затем тоже становились (другими) вселенными.

Квантовые струны помогли физикам открыть новый вид природной симметрии – дуализм, который изменяет наше интуитивное представление о том, что происходит, когда объекты становятся чрезвычайно малыми. Одна из форм дуализма: обычно длинная струна тяжелее, чем короткая, но если мы попытаемся сделать её короче планковкой длины, то она снова начнёт тяжелеть. Поскольку струны могут двигаться более сложными способами, чем точечные частицы, существует и другая форма симметрии – *T-дуализм*, который выражается в том, что маленькие и большие дополнительные измерения эквивалентны... Внешний наблюдатель замечает только величину энергии, а не её происхождение, поэтому для него большой и малый радиусы физически эквивалентны. Хотя T-дуализм обычно описывается на примере цилиндрических пространств, в которых одно из измерений (окружность) конечно, один из его вариантов применяется к *обычным трём измерениям, которые, похоже, простираются безгранично*. О расширении бесконечного пространства нужно говорить с осторожностью. Его полный размер не может измениться и остаётся бесконечным. Но всё же оно способно расширяться в том смысле, что расположенные в нём тела (например, галактики) могут удаляться друг от друга. В данном случае *значение имеет не размер пространства в целом, а его масштабный коэффициент, в соответствии с которым происходит изменение расстояний между галактиками и их скоплениями, заметное по красному смещению. Согласно принципу T-дуализма, вселенные и с малыми, и с большими масштабными коэффициентами эквивалентны*.

Специалисты по теории струн полагают, что, *если проигрывать историю Вселенной назад, то кривизна пространства-времени будет расти. Однако она не станет бесконечной, как в традиционной сингулярности Большого взрыва: в некоторый момент её значение достигнет максимума и снова начнёт уменьшаться*. До появления теории струн физики отчаянно пытались придумать механизм, который мог бы так чисто устранить сингулярность.

В довзрывном сценарии (1991 г.) принцип T-дуализма объединяется с более известной симметрией обращения времени, в силу которой физические уравнения работают одинаково хорошо независимо от направления времени. Такая комбинация позволяет говорить о новых возможных вариантах космологии, в которых Вселенная, скажем, за 5 с до Большого взрыва расширялась с такой же скоростью, как и через 5 с после него. Однако изменение скорости расширения в эти моменты происходило в противоположных направлениях: если после Большого взрыва расширение замедлялось, то перед ним — ускорялось. Короче говоря, *Большой взрыв, возможно, был не моментом возникновения Вселенной, а просто внезапным переходом от ускорения к замедлению*.

Прелесть такой картины состоит в том, что она автоматически подразумевает более глубокое понимание *теории инфляции*: Вселенная должна была пройти период ускорения, чтобы стать настолько однородной и изотропной. В стандартной теории ускорение после Большого взрыва происходит под действием введённого специально для этой цели *инфлатона*. В довзрывном сценарии оно происходит перед взрывом как естественное следствие новых видов симметрии в теории струн.

В соответствии с такой моделью *Вселенная перед Большим взрывом была почти идеальным зеркальным изображением самой себя после него*. Если Вселенная безгранично устремляется в будущее, в котором её содержимое разжижается до скудной кашицы, то она также бескрайне простирается и в прошлое. Бесконечно давно она была почти пуста: её заполнял лишь невероятно разреженный,

хаотический газ из излучения и вещества. Силы природы (фундаментальные взаимодействия), управляемые *дилатоном*, были настолько слабы, что частицы этого газа практически не взаимодействовали друг с другом. (Дилатон определяет общую силу всех взаимодействий. Величину дилатона можно истолковать как размер дополнительного пространственного измерения – 11-го по счёту.)

Но время шло, силы возрастали и стягивали материю воедино. *Случайным образом материя скапливалась в некоторых участках пространства*. Там её плотность в конечном счёте стала настолько высокой, что начали образовываться чёрные дыры. Вещество внутри таких областей оказывалось отрезанным от окружающего пространства, т.е. Вселенная разбивалась на обособленные части.

Внутри чёрной дыры пространство и время меняются ролями: её центр — не точка пространства, а момент времени. Падающая в чёрную дыру материя, приближаясь к центру, становится всё более плотной. Но, достигнув максимальных значений, допускаемых теорией струн, плотность, температура и кривизна пространства-времени внезапно начинают уменьшаться. ***Момент такого реверсирования и есть то, что мы называем Большим взрывом.*** Внутренность одной из описанных чёрных дыр и стала нашей Вселенной. Причем *материя и пространство-время вблизи момента Большого взрыва должны были вести себя хаотически*. Последнее наверняка противоречит наблюдаемой регулярности ранней Вселенной, поэтому Венециано предположил, что в таком хаосе мог возникнуть плотный газ из миниатюрных „струнных дыр“ – чрезвычайно малых и массивных струн, находящихся на грани превращения в чёрные дыры.

Другая модель, подразумевающая существование Вселенной до Большого взрыва, – *экипротический* сценарий („пришедший из огня“). Он основан на предположении, что наша Вселенная – одна из многих *D*-мембран, дрейфующих в многомерном пространстве. Мембраны притягиваются друг к другу, а когда они сталкиваются, в них может произойти то, что мы называем Большим взрывом. У довзрывного и *экипротического* сценариев есть общие особенности. Оба *они начинаются с большой, холодной, почти пустой Вселенной*, и обоим свойственна *трудная (и пока нерешённая) проблема перехода от состояния перед Большим взрывом к стадии после него*. Математически главное различие между двумя моделями заключается в поведении дилатона. В довзрывном сценарии это поле и, соответственно, все силы природы изначально очень слабы и постепенно усиливаются, достигая максимума в момент Большого взрыва. Для *экипротической* модели справедливо обратное: столкновение происходит тогда, когда значения сил минимальны.

Так когда же началось время? Наука пока не даёт окончательного ответа. И всё же согласно двум потенциально проверяемым теориям Вселенная – а значит, и ***время — существовала задолго до Большого взрыва***. Если один из этих сценариев соответствует истине, то космос существовал всегда. Возможно, однажды он снова коллапсирует, но не исчезнет никогда.

2. Понятие о сингулярности

Космологическая сингулярность – это состояние нашей Вселенной в начальный момент так называемого *Большого взрыва* (это вовсе не взрыв в обычном понимании этого слова), в котором *нет пространства-времени, нет движения*. Вся Вселенная состояла только из некой одной точки (частицы?), поэтому никакого движения чего-то относительно чего-то не было – то есть была одна частица вне пространства-времени до Большого взрыва, соответственно не было ни энергии, ни температуры – они возникли в первое Планковское мгновение.

Планковское мгновение – ***планковское время*** или (просто второе название) ***элементарный временной интервал (эви)*** – это наименьший из всех возможных промежутков времени (*T*) в рамках теоретической физике. Из этой физики следует, что $1 \text{ эви} = 5,39106 \cdot 10^{-44}$ сек, то есть «внутри» секунды «помещается» колоссальное количество *эви*: $1 \text{ сек} = 1,855 \cdot 10^{43}$ *эви*. В физике считается, что скорость света в вакууме ($c = 299.792.458$ м/сек) – это ***предельная скорость*** для любых материальных частиц и фундаментальных взаимодействий, то есть предельная скорость распространения любых сил (их полей) в природе, в том числе и гравитации. Скорость света (*c*), а, точнее говоря, фотонов (квантов света) – это очень большая скорость, так расстояние от Земли до Луны свет проходит за 1,255 секунды, а до Солнца – за 8,3 минуты (пройдя 150 млн. км). Так вот, фотон света за планковское время (за 1 *эви*) проходит путь, равный $1,616199 \cdot 10^{-35}$ м – это так называемая ***планковская длина (пд)***. Эту длину можно представить себе следующим образом: если самый маленький атом (атом гелия, его радиус $3,2 \cdot 10^{-11}$ м) увеличить до размеров видимой Вселенной (её радиус – до

$2,76 \cdot 10^{26}$ м), то планковская длина при этом вырастет до столба высотой 14 метров. Итак, говоря о космологии, полезно иметь под рукой такие данные в части планковских величин:

$$1 \text{ эви} = 5,39106 \cdot 10^{-44} \text{ сек}; \quad 1 \text{ сек} = 1,855 \cdot 10^{43} \text{ эви}; \\ 1 \text{ пд} = 1,616199 \cdot 10^{-35} \text{ м}; \quad 1 \text{ м} = 6,187 \cdot 10^{34} \text{ пд}.$$

Необходимо заметить, что если физики-теоретики в своих теориях легко оперируют планковскими величинами (эви, пд и даже «опускаются» ещё ниже – в неведомую нам физику), то физики-экспериментаторы в своих самых совершенных и самых дорогих экспериментах пока смогли опуститься «всего лишь» до *аттометра*, то есть до 10^{-18} м. Иначе говоря, наука пока не знает («не видит»), что реально происходит на размерах меньше аттометра (и интервалах времени менее 10^{-26} сек). И ещё раз подчеркну, что когда в наших теоретических изысканиях интервалы времени становятся меньше планковских (при $T < 1$ эви) – мы попадаем в *область субпланковских времен, где правят неведомые нам законы физики*.

Космологическая сингулярность является одним из примеров гравитационных сингулярностей, предсказываемых *общей теорией относительности* (ОТО) и некоторыми другими теориями гравитации. Возникновение этой сингулярности *при продолжении назад во времени любого решения* ОТО, описывающего динамику расширения Вселенной, было строго доказано в 1967 году Стивеном Хокингом (род. 1942) – одним из наиболее влиятельных и известных широкой общественности физиков-теоретиков и космологов нашего времени. Хокинг так же писал: «Результаты наших наблюдений подтверждают предположение о том, что Вселенная возникла в определённый момент времени. Однако сам момент начала творения, сингулярность, не подчиняется ни одному из известных законов физики.» Например, не могут быть одновременно бесконечными плотность и температура, так как при бесконечной плотности мера хаоса стремится к нулю, что не может совмещаться с бесконечной температурой. Проблема существования космологической сингулярности является одной из наиболее серьёзных проблем физической космологии. Дело в том, что *никакие наши сведения о том, что произошло после Большого Взрыва, не могут дать нам никакой информации о том, что происходило до этого*.

Попытки решения проблемы существования этой сингулярности идут в нескольких направлениях: во-первых, считается, что квантовая гравитация даст описание динамики гравитационного поля, свободного от сингулярностей, во-вторых, есть мнение, что учёт квантовых эффектов в негравитационных полях может нарушить условие энергодоминантности, на котором базируется доказательство Хокинга, в-третьих, предлагаются такие модифицированные теории гравитации, в которых сингулярность не возникает, так как предельно сжатое вещество начинает расталкиваться гравитационными силами (так называемое гравитационное отталкивание), а не притягиваться друг к другу.

Объективности ради надо заметить, что понятие «сингулярность» есть не только в космологии (физике, о чем говорилось выше), но также и в математике, в технологии (короткий период чрезвычайно быстрого технологического прогресса), в биологии, в климатологии (в части погодных явлений), в сфере компьютерных программных систем, ну и, разумеется, в философии (это единичность существа, события, явления – как всегда философия находится дальше всех наук от существа вопроса).

Сингулярность в математике – это точка, в которой математическая функция стремится к бесконечности или имеет какие-либо иные нерегулярности поведения (например, точка, в которой функция имеет разрыв или недифференцируема). В рамках *виртуальной* космологии показано, что мир чисел (изучаемый *теорией чисел* и моей виртуальной космологией) таит в себе весьма любопытный пример сингулярности в единице (в точке $N = 1$ на вещественной числовой оси).

3. Возраст Вселенной

Время – это одна из самых больших загадок для физики. Существует немало нерешённых проблем физики времени, например: почему вообще *течёт* время?; почему время всегда течёт *в одном направлении*?; существуют ли *кванты времени*?; и т.д. В части изменения (*эволюции*) времени можно привести слова известного физика-теоретика А. Д. Линде, сказанные им на семинаре ФИАН (Москва, 10.06.2007 года): «Эволюция возникает только по отношению к наблюдателю. Нету эволюции всей Вселенной. Есть эволюция наблюдаемой части Вселенной. ... когда вы осмысливаете всю Вселенную в целом, выясняется, что вы не можете сказать ничего осмысленного, не добавляя туда сознание. Если вы добавляете туда сознание, то возникает вопрос свободы воли... Без сознания свободы воли нет. Ни с учетом квантовой механики, ни без нее. Кажется, что мы имеем дело с чем-то очень-очень важным,

о чём мы, в общем-то, не начали даже думать... это очень важная вещь – насчет сознания, насчет жизни. Мы изучаем Вселенную как модель для чего-то гораздо более важного. Мы хотим изучить себя, а мы изучаем наш дом. Достаточно интересно.»

Согласно научным данным для *возраста Вселенной* (T_B) можно записать следующие (равные между собой) оценки:

$$T_B = 13,75 \cdot 10^9 \text{ лет (13,75 млрд. лет);}$$

$$T_B = (13,75 \cdot 10^9) \cdot (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 4,3362 \cdot 10^{17} \text{ секунд;}$$

$$T_B = (4,3362 \cdot 10^{17}) \cdot (1,855 \cdot 10^{43}) = 8,044 \cdot 10^{60} \text{ эви.}$$

Какие ключевые события ждут нашу Вселенную «завтра», и когда это произойдет по шкале времени? Ответ на этот вопрос можно найти, скажем, в книге Патрика Мура (и др.) «Большой взрыв: полная история Вселенной» (М.: Ниола-Пресс, 2007), где на стр. 184 в частности говорится следующее:

14,7 млрд лет – Земля станет непригодной для жилья;

18,7 млрд лет – Солнце станет красным гигантом, гибель Земли;

23,7 млрд лет – Солнце превратится в белый карлик;

10^{14} лет – прекращение образования галактик во Вселенной;

10^{36} лет – распад 50% всех протонов во Вселенной;

10^{40} лет – протонов нет, преобладание чёрных дыр;

10^{100} лет – распад чёрных дыр во Вселенной;

10^{150} лет (около $5,85 \cdot 10^{200}$ планковских времен или эви) – фотонный век: достижение Вселенной состояния предельно низкой энергии (что означает... смерть Вселенной?).

4. Размеры Вселенной

Наблюдаемая Вселенная, грубо говоря, – это шар с наблюдателем (человеком) в центре. Наблюдаемая Вселенная (*Метагалактика*) – это часть Вселенной, которая является абсолютным прошлым относительно наблюдателя. С точки зрения пространства, это область, из которой материя (в частности, излучение, и любые другие сигналы) успела бы за время существования Вселенной достичь нынешнего местоположения человечества – планеты Земля. Границей наблюдаемой Вселенной является космологический горизонт. Основные структурные единицы во Вселенной – это *галактики*, крупнейшие из которых насчитывают до триллиона (10^{12}) звезд самых разных типов (наше Солнце – типичная заурядная звезда). Звёзды и даже в целом планетные системы вокруг звезд – это слишком «малые» объекты в масштабах Вселенной (с точки зрения космологического *масштабного фактора* в современную нам эпоху, о котором рассказано ниже). Астрономы с помощью самых современных астрономических методов (это не только телескопы) видят до триллиона (10^{12}) самых разных галактик в наблюдаемой Вселенной. За пределами Метагалактики располагаются гипотетические (в том числе неведомые нам) внеметагалактические объекты.

Теоретически, граница наблюдаемой Вселенной доходит до самой *космологической сингулярности* – до самого первого Планковского мгновения в биографии Вселенной. Однако на практике границей наблюдений является реликтовое излучение, которое появилось во Вселенной, когда её возраст достиг около 370 тысячи лет. Именно реликтовое излучение (точнее, поверхность его последнего рассеяния) является наиболее удалённым из объектов Вселенной, наблюдаемых современной наукой. В то же время в настоящий момент по мере хода (эволюции) времени наблюдаемая поверхность последнего рассеяния увеличивается в размерах, так что границы Метагалактики растут, и растёт, например, масса наблюдаемого вещества во Вселенной.

Размер (радиус) наблюдаемой Вселенной (Метагалактики) – это далеко неоднозначное понятие, это не просто произведение возраста Вселенной ($4,3362 \cdot 10^{17}$ сек) на скорость света ($c = 299.804.914$ м/сек), что дает нам радиус около $1,3 \cdot 10^{26}$ м. Размер Метагалактики из-за видимого *расширения* её пространства-времени зависит от того, какое определение расстояния принять. Так, *сопутствующее расстояние* до самого удалённого наблюдаемого объекта (поверхности последнего рассеяния реликтового излучения) составляет около 14 млрд. парсек ($14 \cdot 10^9$ пк), где $1 \text{ пк} = 3,0856776 \cdot 10^{16} \text{ м} = 3,2616$ светового года (то есть 1 пк фотон проходит за 3,2616 года). Таким образом, Метагалактика представляет собой шар диаметром около $8,64 \cdot 10^{26}$ м, а фотон пересекает этот шар за 91,3 млрд.

световых лет. Так как сопутствующее пространство Метагалактики почти евклидово, то сопутствующий объём Метагалактики составляет порядка $3,5 \cdot 10^{80}$ куб. метров.

И ещё здесь очень важно подчеркнуть, что большинство космологических *инфляционных моделей*, предсказывают, что *полная* Вселенная имеет размер намного больший, чем наблюдаемая Вселенная (Метагалактика). Скажем, полная Вселенная может иметь колоссальный размер порядка... $10^{(10^{12})}$ м (но об этом поговорим чуть ниже).

5. Множество вселенных

В настоящее время космологи уже *твёрдо знают*, что наша Вселенная не единственная, что одновременно с ней существуют и другие (параллельные) вселенные в некоей Сверхвселенной. Другие вселенные могут иметь совершенно иные свойства (неизвестные нам физические законы). существование таких вселенных может объяснить особенности нашей Вселенной и ответить на фундаментальные вопросы о природе времени и познаваемости физического мира. При этом наша (случайная?) Вселенная должна быть одной из наиболее *вероятных*. Более того, существуют *двойники* нашей Вселенной, которые в точности её копируют. В том числе существует точная копия нашей планеты, и там сейчас сидит ваша точная копия, уважаемый читатель, и читает точно такую же статью. Ученые даже оценили расстояние ($L_{кз}$) до ближайшей копии Земли – это порядка 10 в степени 10^{28} метров, то есть $L_{кз} \sim 10^{(10^{28})}$ м. Ниже будет говориться о космологической теории инфляции, согласно которой максимально возможный размер (L_{max}) *всей* нашей Вселенной (а не только её видимой части – Метагалактики) оценивается как $L_{max} \sim 10^{(10^{12})}$ м. Так вот, расстояние ($L_{кз}$) превосходит размер L_{max} в... $10^{(10^{28})}$ раз, что, на первый взгляд, выглядит парадоксально, поэтому поясню сказанное:

$$\begin{aligned} L_{кз}/L_{max} &\sim 10^{(10^{28})} / 10^{(10^{12})} = 10^{(10^{28} - 10^{12})} = \\ &= 10^{(10\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 - 1\,000\,000\,000\,000)} = \\ &= 10^{(9\,999\,999\,999\,999\,999\,000\,000\,000\,000)} \approx 10^{(10^{28})}. \end{aligned}$$

Более того, когда мы говорим, например, что максимально возможный размер *всей* нашей Вселенной – это $L_{max} \sim 10^{(10^{12})}$ м, то на самом деле *единицы измерения* (здесь это метры) можно вообще... не указывать. Поскольку если мы выразим L_{max} пусть даже в планковских длинах ($1 \text{ м} \approx 10^{34} \text{ пд}$), то всё равно получим такое же число: $L_{max} \sim 10^{(10^{12})} \text{ пд}$. В самом деле (перейдем от метров к планковским длинам):

$$\begin{aligned} L_{max} \sim 10^{(10^{12})} \text{ м} &= 10^{(10^{12})} \cdot (10^{34}) = 10^{(10^{12} + 34)} = \\ &= 10^{(1.000.000.000.000 + 34)} = 10^{(1.000.000.000.034)} \approx 10^{(10^{12})} \text{ пд}. \end{aligned}$$

Таким образом, тем более, когда мы говорим, что до ближайшей копии Земли расстояние $L_{кз} \sim 10^{(10^{28})}$, то указание *единиц измерения* (планковская длина, см, м, км, ..., световые года) столь умопомрачительного расстояния, вообще говоря, просто не имеет смысла (настолько велико расстояние $L_{кз}$).

О множестве вселенных (всякого «сорта») подробно пишет известный шведско-американский космолог Макс Тегмарк (род. 1967) в очень интересной статье «Параллельные вселенные» (см. по ссылке: <http://www.modcos.com/articles.php?id=40>).

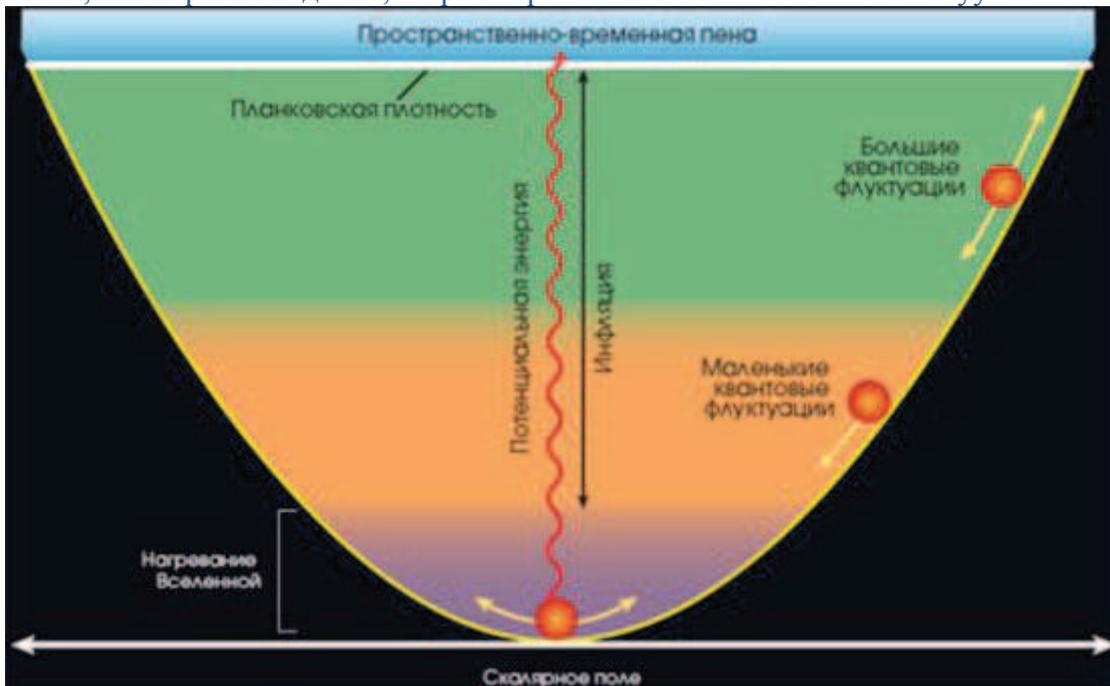
6. Расширение Вселенной

В реальной космологии есть такое важное понятие как *масштабный фактор* – это (в современную нам эпоху) расстояние между любыми двумя достаточно далекими галактиками – главными структурными единицами Вселенной. Ученые установили, что масштабный фактор Вселенной *растет* со временем, то есть наша Вселенная (её *пространство-время*) *расширяется* – далекие галактики удаляются друг от друга. При этом галактики можно сравнить с изюминкам в набухающем дрожжевом тесте (аналоге пространства-времени), причем сами галактики не расширяются (сами изюминки в тесте не набухают), поскольку их скрепляет в единое целое мощное гравитационное взаимодействие всего содержимого галактики – звезд, планет, пыли, газа, и что там ещё есть (в том числе и таинственная тёмная материя).

7. Хаотическая теория инфляции

Из данной главы станет понятно, почему в рассмотренном выше примере появилось отношение $Z \approx (T/t)^2 \approx 10^{(10^{12})}$. Этот параметр появился из сценария *хаотической инфляции*, впервые описанного в работе известного физика-теоретика А. Д. Линде. И этот сценарий очень полезно сравнить с сценарием, который мы находим в виртуальном мире чисел.

Хаотическая теория инфляции – сценарий развития Вселенной для инфляционной модели Вселенной. Теория предлагает простой способ описания инфляции Вселенной с помощью осциллирующего скалярного поля. При некоторых предположениях появляется возможность существования во Вселенной областей с различными элементарными частицами и законами их взаимодействия. Сценарий хаотической инфляции впервые описан в работе Линде 1983 года. До этого в инфляционной теории использовались сценарии с различной сложностью, однако сценарий хаотической инфляции оказался очень простым по сравнению с предыдущими. Для него не требовалось ни термодинамическое равновесие, ни сверхохлаждение, ни расширение в состоянии ложного вакуума.



http://wsyachina.narod.ru/astronomy/universe_5.html

Для объяснения хаотической теории инфляции рассматривают скалярное поле с квадратичной плотностью потенциальной энергии. Функция энергии имеет минимум, вблизи которого можно ожидать осцилляции скалярного поля. Однако это верно только для нерасширяющейся Вселенной. Для быстро расширяющейся Вселенной скалярное поле медленно уменьшается («скатывается вниз»), при этом чем быстрее расширяется Вселенная, тем медленнее уменьшение потенциальной энергии поля.

В качестве начальных условий предполагается большое значение скалярного поля, в результате чего на начальной стадии (от 10^{-43} до 10^{-35} секунды – это период инфляции, продолжительностью порядка 10^8 планковских времен) размер Вселенной растёт экспоненциально. Как только, из-за роста размера Вселенной, скалярное поле становится достаточно малым, инфляция заканчивается и поле начинает осциллировать возле минимума (начало периода Большого взрыва). Далее теория предполагает, что как и для любого быстро осциллирующего классического поля, оно начнёт терять энергию за счёт рождения пар частиц («внутри» периода инфляции частиц во Вселенной могло не быть вообще). Эти частицы, в результате взаимодействия между собой, придут в термодинамическое равновесие, и начиная с этого момента часть описывается *стандартной теорией* горячей вселенной.

Главным отличием новой теории является быстрая скорость роста размеров Вселенной в период инфляции – за крохотное время (порядка 10^8 планковских времен) размеры Вселенной выросли от

планковской длины до колоссальных размеров порядка $10^{10^{12}}$ см. Хотя размеры зависят от используемой модели, однако во всех реалистичных из них размер Вселенной оказывается намного больше размеров наблюдаемой в настоящее время Вселенной.

Если рассмотреть Вселенную с большим количеством областей со скалярным полем, распределённым случайным образом, то в некоторых областях поле будет слишком малым для начала инфляции, в других же – достаточно большим. Именно из последних областей из первоначального хаоса будут формироваться области вселенных, при этом размеры областей будут значительно превышать размер наблюдаемой Вселенной. Именно поэтому автор назвал данную теорию теорией хаотической инфляции.

Важным для рассмотрения является вариант, когда скалярное поле имеет более сложный вид, из-за чего возможно существование нескольких минимумов. Тогда если из этих различных минимумов образуются области стабильности из первоначального хаоса, массы элементарных частиц и законы взаимодействий в них также будут различны.

Что также подтверждает сложность «зарождения» первых *простых чисел* (2, 3, 5, 7, 11, 13) – ни одна из наших трех формул (трех столпов) не может точно описать «зарождение» мира чисел. Поэтому можно сказать, что в самом начале натурального ряда существует область *сингулярности*, которая, с точки зрения виртуальной космологии, «отражает» *физическую сингулярность*. Существование последней было строго доказано в 1967 году одним из наиболее известных физиков-теоретиков и космологов нашего времени Стивеном Хокингом (род. 1942 г.), который в частности писал: «Результаты наших наблюдений подтверждают предположение о том, что Вселенная возникла в определённый момент времени. Однако сам момент начала творения, *сингулярность*, не подчиняется ни одному из известных законов физики».

Космологическая постоянная (A) – это физический параметр, характеризующий важнейшие свойства Вселенной (его *вакуума*). Этот параметр ввёл ещё Альберт Эйнштейн в своей знаменитой *общей теории относительности*. Обычно данный параметр обозначают заглавной греческой буквой *лямбда* (как буква A , только без горизонтальной черты). Измерения A , основанные на эффекте разбегания галактик, дают очень малое значение для космологической постоянной: $A = 10^{-53} \text{ м}^{-2}$ (см. статью «Проблема космологической постоянной» в Википедии). Мы найдем, чему равно *обратное значение* космологической постоянной A (то есть $1/A$), причем выраженное в *эви* (в единицах *планковского времени*):

$$\begin{aligned} 1 \text{ эви} &= 1,6162 \cdot 10^{-35} \text{ м, поэтому } 1 \text{ м} = 6,18736 \cdot 10^{34} \text{ эви}; \\ \text{м}^{-2} &= 2,6121 \cdot 10^{-70} \text{ эви}^{-2}; \quad A = 2,6121 \cdot 10^{-123} \text{ эви}^{-2}; \\ \text{таким образом, мы получаем: } 1/A &= 3,8283 \cdot 10^{122} \text{ эви}^2. \end{aligned}$$

Постоянная тонкой структуры (ПТС) – это важный параметр Вселенной, числовое значение которого, вероятно, отражает наше «сегодня» (физики допускают изменение ПТС во времени). На сегодня ПТС = 0,0072973525698, а это число очень близко к отношению $1/137 = 0,007299\dots$ (137 – это 33-е простое число). ПТС – *безразмерный* параметр, все остальные фундаментальные физические «константы» (которые также, вероятно, изменяются со временем) имеют свою размерность (секунды, метры, кг, ... и их комбинации). То есть ПТС имеет смысл *вероятности*, например, можно сказать, что ПТС описывает *вероятность* фундаментального физического процесса: поглощения или излучения электроном фотона (кванта света). Впрочем, у физиков есть и другие интерпретации ПТС, причем этот параметр всегда являлся объектом восхищения для физиков. Выдающийся американский физик-теоретик, один из «отцов» квантовой электродинамики, лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман (1918 – 1988 гг.) называл ПТС «одной из величайших проклятых тайн физики: магическое число, которое приходит к нам без какого-либо понимания его человеком».

В рамках виртуальной космологии автор неоднократно связывал числовое значение ПТС = 0,0072973525698 с возрастом Вселенной, равным 13,798 миллиардов лет или $8,07 \cdot 10^{60}$ *элементарных временных интервалов* (*эви* – это второе название планковских времен, $1 \text{ эви} = 5,39106 \cdot 10^{-44}$

секунды). Ранее по «требованию» мира чисел автор даже... увеличивал возраст Вселенной до 29 млрд. лет, исходя из эквивалентности между 1 *эви* и числом $e = 2,718$ (см. мою книгу «ВРЕМЯ...»).

2 ноября

© А. В. Исаев, 2013

13. Цифровая физика

В благословенной Википедии размещена большая статья «Цифровая физика», отсюда автор выбрал главные положения (синим цветом), которые немного поясню. *Цифровая физика* (в физике и космологии) – это совокупность теоретических взглядов, проистекающих из допущения, что Вселенная по сути описывается информацией и, следовательно, является вычислимой. Из этих предположений следует, что Вселенная может пониматься как результат работы некоторой компьютерной программы или как *некий вид цифрового вычислительного устройства* или, по крайней мере, устройства, математически *изоморфного* такому устройству.

Так вот, по сути дела, теория автора (*виртуальная космология*) утверждает, что *мир чисел математически изоморфен «некому виду цифрового вычислительного устройства»* (о котором говорит цифровая физика). Чтобы данное утверждение стало более понятным читателю – рекомендую прочитать мои пояснения к термину «*изоморфизм*» (см. следующую статью в данном «Сборнике»). Мир чисел, вообще говоря, описывается *теорией чисел* – это очень обширный (в принципе *бесконечный*) и довольно сложный раздел *высшей математики*. Виртуальная космология тоже добавляет некие «крохи» новых гипотез к *теории чисел*, хотя математики-профессионалы, скорее всего, на этот факт никогда не обратят никакого внимания.

Википедия утверждает, что цифровая физика основана на одной или нескольких гипотезах (перечисленных ниже в порядке возрастания степени смелости предположений). Итак, наша Вселенная (пространство-время, физическая реальность):

- 1). По сути информационна (см. пояснения ниже);
- 2). По сути вычислима (см. теорию вычислимости, род. 1936 г.);
- 3). По сути цифровая (использующая дискретные состояния);
- 4). Является громадным компьютером;
- 5). Результат симуляции. Симуляторы, скажем, компьютерные, имитируют действительность, отображая часть реальных явлений и свойств в виртуальной среде.

В части п. 1 Википедия добавляет, что не каждая информационная онтология должна быть цифровой. *Онтология* (в информатике) – это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные (адекватные) классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области. Онтологии используются в процессе программирования как форма представления знаний о реальном мире или его части. Основные сферы применения – моделирование бизнес-процессов, семантическая паутина, искусственный интеллект.

Идеями, похожими на *цифровую физику*, являются теория протоальтернатив Карла Фридриха фон Вайцзекера, панкомпьютериализм, вычислительная теория Вселенной, теория «вещества из информации» («*it from bit*») Джона Уилера и гипотеза математической Вселенной («Конечный ансамбль») *Макса Тегмарка*. См. мою статью «Про наших двойников»: ключевые (самые «интересные») цифры из теории Тегмарка ещё в 2004 году автор изложил в книге «Зеркало Вселенной» (в гл. 10).

Добавлю также, что учеными придумана и так называемая *цифровая философия*, которая исходит из предположения, что вселенная – это гигантский... *Тьюринг-полный клеточный автомат*. Цифровая философия пытается решить некоторые сложные вопросы в философии сознания и философии физики. Поскольку автор вообще негативно относится к философии (исходящей от *гуманитариев* и несостоявшихся естествоиспытателей), то прочитайте об этом сами в Википедии.

Лично для меня, очевидно, что *виртуальная космология* основана (в той или иной мере) на всех пяти выше указанных гипотезах. Таким образом, *виртуальная космология – это идея, также похожая на цифровую физику*. И даже приведу более смелое утверждение *виртуальная космология – это*

одна из ипостасей цифровой физики. Однако, если саму *цифровую физику* признает лишь мизерная часть *настоящих* ученых, то нет ничего удивительного в том, что моя (дилетантская, от инженера-механика) виртуальная космология в полном смысле буквально «оскорбляет» сами понятия «ученый» и «наука»? Но чудится мне, что, когда на Западе (или за океаном, или на Востоке) выскажут подобные (фактически, мои?!) гипотезы – их с интересом рассмотрят и российские ученые (поскольку – нет пророка в своём отечестве).

Для людей, искушенных в точных науках, ниже автор приведет ключевые положения виртуальной космологии. И там незатейливый термин «отражает» («моделирует»), вероятно, правильной было бы заменить научным термином «изоморфен» (см. прилож.). Однако это отпугнет и без того *редких* моих читателей. Кстати, автор не обманывается, что его кто-то читает («от» и «до», вникая в формулы и т.п.) – так поступают считанные единицы, ведь подавляющее большинство читателей формулы просто «не переваривает». Признаюсь, что и автору «чужие» формулы читать тяжело; более того, даже «свои» формулы воспринимаю «под настроение». Все остальные читатели – от невежественных до *знающих* точные науки – только окидывают беглым взглядом мой текст и... им всё «ясно» (для «знающих» – без кавычек). Итак, ниже идут *основные тезисы* виртуальной космологии.

1. *Бесконечный ряд простых чисел* (2, 3, 5, 7, 11, 13,...), как известно, строит (в каноническом виде) ВСЕ натуральные числа. Поэтому **простые числа «отражают» («моделируют») «кирпичики» мироздания: фундаментальные частицы – в стандартной физической модели; квантовые струны – в теории струн и т.д.**

2. *Бесконечный мир натуральных чисел* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,...) является в принципе абсолютно *вычислимым* (там нет места «чистой» случайности). То есть появление *простых* чисел нам только *кажется* случайным процессом.

3. Количество (K) *простых* чисел на отрезке $[e; N]$ – это «отражение» некоей фундаментальной *энергии* (отрезка, числа N), при этом (условно): $K = N/\ln N$ (что доказано в *теории чисел*).

4. Каждое *обычное* вещественное число ($N \geq e$) имеет *равномошное* проточисло Π (из интервала от 1 до числа $e \equiv 2,718...$) с равной ему энергией: $N/\ln N \equiv \Pi/\ln \Pi$. Значит, и каждое *простое* число, начиная с 3, имеет *равномошное* проточисло Π . Проточисла Π «отражают» эпоху Вселенной перед *эпохой Хаоса* (ошибочно называемой в космологии «Большим взрывом?»).

5. Среднее расстояние (по числовой оси) между простыми числами на отрезке $[e; N]$ равно $\ln N$ и это – «отражение» («моделирование») *масштабного фактора* Вселенной (его пространства-времени). Это понятие ($\ln \Pi$) не теряет смысла и для *протопростых* чисел.

6. Время $t \equiv \ln \ln N$ (это просто *постулат*) «отражает» то, что в классической физике понимают под термином «время». В области проточисел Π время $t \equiv \ln \ln \Pi$ приобретает знак «минус» – это обратное, отрицательное время. При $N \equiv e$, то есть в *эпицентре Хаоса*, где не работают (ещё просто «не родились») законы теории чисел, время обращается в ноль (нуль): $t = 0$.

7. Наше «сегодня» (возраст Вселенной равен 13,798 миллиардов лет) на числовой оси «отражает» момент $t \equiv 1/\text{ПТС} \approx 137$ (*вв*), где ПТС – это *постоянная тонкой структуры* – важнейший и *безразмерный* физический параметр Вселенной (который изменяется со временем, как и все «константы»). То есть, для единиц *виртуального времени* (*вв*) мы получаем такую «тарифовку»: $1 \text{ вв} \approx 100.688.871$ год (при $N \equiv e^e \approx 15,15$). И столь большое время не совместимо с понятием «... взрыв?»

8. Шкала размеров на числовой оси задается такой гипотезой: в момент $t \equiv 1/\text{ПТС}$ важный параметр мира чисел $V \equiv \ln N / \ln \ln N$ равен *скорости света* в вакууме (299.792.458 м/сек). То есть, скорость света – это функция времени: $V \equiv \exp(t)/t$, поэтому в момент «Большого взрыва» всё было не так просто? Для *виртуальной единицы длины* (*вед*) получаем «тарифовку»: $1 \text{ вед} = 3,9945 \cdot 10^{-34}$ м (почти 25 планковских длин).

9. Логарифм количества (K) *простых* чисел (то есть параметр $\ln K \approx e^t - t$) «отражает» количество элементарных «событий», происходящих во Вселенной на фундаментальном уровне (скажем, на уровне квантовых струн). Таким образом, **время t – это логарифм количества «событий»** (для очень больших чисел N , при нашем «сегодня», когда $K \sim N$). Всё это в принципе объясняет ускорение «темпа событий» в природе (скажем, *геохронологическую шкалу*) и в жизни человечества (закон Мура, технологическую сингулярность, и т.д.).

10. В мире проточисел Π и обычных чисел N *масштабный фактор* (M) – это некая функция времени t , причем можно взять первую производную ($M' \equiv dM/dt$) и вычислить «параметр Хаббла» ($X \equiv M'/M$), как некую функцию от времени: $X = f(t)$, которая *качественно* похожа (?) на космологический

параметр. При этом мир чисел «подсказывает» нам, что «Большого взрыва» не было, а была *переходная область Хаоса*, в которой «параметр Хаббла» «просто» радикально изменил своё «поведение» (и там почти не было элементарных «событий»).

11. «Сегодня» [то есть при $t \equiv 1/\text{ПТС} \approx 137$ (вв), когда $N \approx e^{(e^{137})}$ (вед)] реальное *максимально* возможное расстояние между *простыми* числами будет порядка $(\ln N)^2 \approx 8 \cdot 10^{118}$ (вед) $\approx 3,2 \cdot 10^{85}$ м – это *минимальный* радиус ВСЕЙ Вселенной (просто гипотеза). Поэтому, если *видимую* Вселенную (радиусом $4,32 \cdot 10^{26}$ м) мысленно уменьшить до планковского размера, то тогда ВСЯ Вселенная займет размер *видимой* Вселенной.

Все подробности выше сказанного можно найти в моих «свежих» книгах: «Время-2» и «Большой взрыв, которого... не было?».

13 декабря

© А. В. Исаев, 2013

14. Что такое изоморфизм?

Изоморфизм (термин образован от древне-греческих слов: «равный, одинаковый, подобный» и «форма») – это очень важное и общее понятие, которое употребляется в различных разделах математики. Об изоморфизме расскажу на конкретном примере.

В интернете есть *Энциклопедия целочисленных последовательностей* (англ. On-Line Encyclopedia of Integer Sequences, OEIS) – интернет-энциклопедия, содержащая целочисленные последовательности. Автор и хранитель сайта – Нейл Слоан (род. в 1939 году) – американский и английский математик, его научные интересы лежат в области теории кодирования, комбинаторики и задач упаковки шаров. На январь 2012 года его энциклопедия содержала более 200 тысяч последовательностей. Кстати, осенью 2009 года и я посылал туда свои «интересные» (*новые!*) числовые последовательности, однако результат, увы, нулевой (без всякого ответа). Возможно, потому, что моя *виртуальная космология* делает бессмысленной энциклопедию Слоана, ведь моя космология чисел позволяет легко построить *бесконечно много* целочисленных последовательностей... Так вот, в этой энциклопедии под номером A000108 значатся так называемые *числа Каталана*: 1, 2, 5, 14, 42, 132, 429, 1430, 4862, 16796, Эти числа не столь известны, как *числа Фибоначчи*, но они не менее значимы и возникают в самых неожиданных местах, особенно при решении комбинаторных задач. По некоторым компетентным оценкам *числа Каталана – это наиболее часто (!) встречающаяся последовательность*, однако, она всё еще недостаточно известна даже среди математиков (см. мою книгу «Параллельные миры II...», гл. 2.4).

Указанные числа (Каталана) открыл вездесущий *гений* – Леонард Эйлер (1707 – 1783), когда занимался *триангуляцией выпуклых многоугольников*, то есть разбиением их на треугольники с помощью непересекающихся диагоналей всевозможным количеством способов (пример комбинаторной задачи). Оказалось, что количество (K) способов разбиения для треугольников равно 1, для четырехугольников – равно 2, для пятиугольников – 5, для шестиугольников – 14, для семиугольников – 42, и т. д. Гениальный Эйлер получил точную формулу для этого ряда чисел

$$K = [2 \cdot 6 \cdot 10 \cdot \dots \cdot (4 \cdot n - 10)] / (n - 1)! , \quad (1)$$

где $n = 3, 4, 5, 6, 7, \dots$ – количество сторон многоугольника.

Бельгийский математик Э. Ш. Каталан (1814 – 1894) в 1838 году доказал, что Эйлерова триангуляция многоугольников **изоморфна** (подобна) комбинаторной задаче расстановки скобок, то есть внутреннее «устройство» (природа) этих двух задач совершенно одинакова и изучение свойств одной системы (её объектов) в значительной мере сводится к изучению другой системы.

Задача расстановки скобок при наличии двух букв имеет 1 решение – (ab); при наличии трех букв есть 2 способа – ((ab)c) и (a(bc)); при наличии четырех букв есть 5 способов – ((ab)(cd)), (((ab)c)d), (a(b((cd))), (a((bc)d)), ((a(bc))d), и т. д., причем внутри каждой пары скобок (одной «открывающей» и одной «закрывающей») всегда должны находиться 2 «терма» (любые две буквы или буква и соседняя группа символов, заключенная в скобки). Таким образом, мы также приходим к числам Каталана. Смысл изоморфизма поясняет рис. 1, на котором представлена триангуляция семиугольника (один из

42-х способов разбиения его на треугольники) и соответствующая ей расстановка скобок для шести букв (один из 42-х возможных способов).

Практически невозможно перечислить все обнаруженные примеры изоморфизма чисел Каталана. Мы только перечислим некоторые из них (для самостоятельных справок читателя). Так, числа Каталана легко обнаружить в треугольнике Паскаля, для этого необходимо опускаться по центральному столбцу (1, 2, 6, 20, 70, ...) и из каждого «центрального» числа вычитать соседнее число, скажем, стоящее слева от него (сам треугольник играет весьма важную роль в комбинаторике). Числа Каталана указывают количество плоских, тривалентных посаженных деревьев (связанных графов), и позволяют пересчитывать нормальные посаженные деревья. Числа Каталана дают ответ на вопрос о том, сколько различных траекторий существует для шахматной ладьи на доске, у которой $n \times n$ клеток. Если $2n$ точек на окружности соединить попарно хордами всеми возможными способами, то общее число таких хорд есть число Каталана. Общее число состояний для всех разновидностей правильных гексафлексонов с n «гранями» задается числом Каталана (гексафлексоны – забавные игрушки из прямых и фигурных полосок бумаги, особым образом сложенных в виде правильных шестиугольников, при перегибании они проходят различные состояния). Числа Каталана показывают, сколько различных полимино может очертить один человек за n шагов в случайно выбранном направлении.

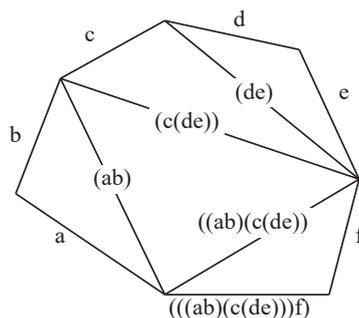


Рис. 1. Триангуляция

Последовательность Каталана не стоит путать с числами Белла: 1, 2, 5, 15, 52, 203, 877, ..., которые «пересчитывают» разбиения n элементов (числа названы в честь Эрика Т. Белла). Например, число схем рифмующихся строк в стихотворении из n строк есть не что иное, как числа Белла. Так, четверостишие ($n = 4$) может быть зарифмовано 15 возможными способами: a, aa, ab, aaa, aab, aba, abb, abc, aaaa, aaab, aaba, abaa, abbb, aabb, abba, abab (это единственная схема с «пересечением»), aabc, abac, abca, abbc, abcb, abcc, abcd. Числа Каталана «пересчитывают» схемы рифм без «пересечений», а числа Белла – все возможные схемы, в том числе с «пересечениями». Числа Каталана, а вернее многие комбинаторные задачи, в которых они возникают, имеют непосредственное отношение к реальному миру, и, аналогично числам Фибоначчи, они отражают гармоничную сущность окружающего нас мира.

Точная формула для n -го числа Каталана имеет вид:

$$N = (2 \cdot n)! / n! / (n + 1)! , \quad (2)$$

где $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ – номер числа в последовательности Каталана. Однако при расчете на компьютере эта формула позволяет добраться только до 85-го числа, т. к. при $n = 86$. Но если в начале последовательности Каталана добавить еще одну единицу: 1, 1, 2, 5, 14, 42, ..., то будет работать следующая рекуррентная формула (не менее красивая формула):

$$N_{n+1} = N_n \cdot (4 \cdot n - 6) / n , \quad (3)$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$ – номер числа в последовательности ($N_1 \equiv 1$). И теперь компьютер легко «добирается» до конца *Большого отрезка* ($N \approx 8 \cdot 10^{60}$), который находится между 106 и 107 числами Каталана, а предел для ПК – это $n = 515$. Здесь и в дальнейшем нумерация чисел Каталана всегда соответствует точной формуле, то есть ряду чисел с одной единицей в начале: 1, 2, 5, 14, 42,

13 декабря

© А. В. Исаев, 2013