

---

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАЧАЛА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (КОНЦЕРТ ДЛЯ ДВУХ ФОРТЕПИАНО С ОРКЕСТРОМ)

Ю.И. Кулаков

*Новосибирский государственный университет,  
Горно-Алтайский государственный университет*

В середине XX в. была предпринята попытка разделить математику и физику. Последствия оказались катастрофическими (см. В.И. Арнольд и С.П. Новиков). Математика и теоретическая физика находятся в состоянии глубокого кризиса. Математику нужно строить заново с другого конца, по образу и подобию физики, не с теории множеств и не с аксиом Пеано и аксиом ZFC (Цермело–Френкеля), а с минимального числа абстрактных символов – эйдосов. Языки математики и физики незначительно отличаются друг от друга. Можно найти общий для них алфавит и общую грамматику, дает возможность описывать физическую реальность на языке абстрактных символов. К счастью, алфавит такого универсального языка очень прост. Он состоит из двух пар постоянных символов и двух типов континуальных символов. Это позволяет рассматривать всю физику и математику как состоящие из конечного числа поколений, удивительным образом связанными между собой.

**Ключевые слова:** теория физических структур, теория множеств, бурбакизация, монадология Лейбница, кризис математики, программа Гильберта, строгомания, аксиомофилы, левополушарные математики, мифологема, исчисление кортов, ядро и алфавит математики.

Виноградную косточку в тёплую землю зарю,  
И лозу поцелую и спелые гроздья сорву,  
И друзей созову, на любовь моё сердце настрою,  
А иначе зачем на земле этой вечной живу.

*Булат Окуджава*

Все математические тексты записываются либо в виде линейной (одномерной) последовательности нескольких абстрактных символов (букв), либо в виде двумерной  $(s \times r)$ -матрицы, состоящей из  $s$  строк и  $r$  столбцов.

С самого начала мы будем различать символы постоянные и символы континуальные. Вначале мы ограничимся двумя постоянными символами: «белым»  $\circ$  и «чёрным»  $\bullet$ .

Далее нам потребуются новые постоянные символы для обозначения постоянных строк – «подчёркнутые», ковариантные символы первого рода  $\circ \bullet$  и для обозначения постоянных столбцов – «надчёркнутые», контравариантные  $\circ \bullet$ .

Для обозначения континуальных символов первого рода мы будем использовать подчёркнутые буквы греческого алфавита, а для обозначения континуальных символов второго рода – надчёркнутые буквы латинского алфавита.

Итак, наша первая задача состояла в разработке наиболее адекватной действительности системы обозначений символов математического алфавита.

Вторая задача заключалась в нахождении нескольких простейших операций, с помощью которых исходные абстрактные символы выстраиваются в новые последовательности, допускающие очевидную интерпретацию на привычном языке объективной реальности (геометрии, физики, химии, генетики, биологии, логики, информатики).

Другими словами, у каждой области знания имеется свой язык, состоящий из своего алфавита и согласованной с ним грамматики (орфографии и синтаксиса). У русского языка свой алфавит и своя грамматика, у китайского языка – свои. Тем более свой алфавит и грамматика у математики. Так же, как нет разных русских языков, так нет разных языков математики. Есть язык адекватный действительности и есть язык неадекватный ей.

Математики до сих пор говорят на прокариотическом (доядерном), неадекватном действительности языке теории множеств.

Сейчас, после многочисленных дискуссий, я готов перевести свою новую статью с эйдотического языка на традиционный язык, привычный для всех математиков. В частности, временно убран термин эйдос, вместо постоянных эйдосов будем говорить о нечисловых постоянных, вместо континуальных эйдосов – о нечисловых переменных; заменим белый и чёрный эйдосы на две нечисловые мировые постоянные  $\circ$  и  $\bullet$ , отличные от цифр 0 и 1, заменим мужские и женские эйдосы на нечисловые индексы столбцов и строк нечисловых матриц.

Таким образом, вместо того чтобы описывать многочисленные понятия математики и физики на традиционном языке, я предлагаю ввести адекватный действительности универсальный алфавит естествознания и на нём описать несколько простейших универсальных операций, с помощью которых из букв найденного мной алфавита естествознания почти автоматически строятся слова, допускающие естественную интерпретацию на традиционном языке математики, логики, физики, генетики и т.д.

Другими словами, вместо того чтобы сразу угадывать различные законы различных областей знания, сначала требовалось угадать единый алфавит естествознания (линейные последовательности постоянных и переменных и ввести понятие двухмерной матрицы как табличного произведения конечных последователей – кортов) и после этого угадать несколько универсальных простых операций (тиражирование, табличное умножение, спаривание и сопряжение), а дальше «немного воображения (фантазии) и чуть-чуть сообразительности» (Ричард Фейнман).

Демокрит расщепил вещество на атомы. Долгое время считалось, что атомы и есть последние кирпичики мироздания. Трудно переоценить это открытие. Вот что пишет по этому поводу Ричард Фейнман [1]:

«Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям

живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это – *атомная гипотеза* (можете называть её не гипотезой, а фактом, однако это ничего не меняет): *все тела состоят из атомов – маленьких телец, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них плотно прижать к другому*». В одной этой фразе, как вы убедитесь, содержится *невероятное* количество информации о мире, стоит лишь приложить к ней немного воображения и чуть соображения.

Перефразируя высказывание Фейнмана, можно сказать, что таким утверждением могло быть следующее: «...Я считаю, что это – **гипотеза эйдоса: вся математика (теория множеств и математическая логика), вся химия, вся теория элементарных частиц сводятся к эйдосам – абстрактным символам трёх разновидностей: белых и чёрных, мужских и женских, постоянных и переменных, которые с помощью соответствующих операций соединяются в цепочки конечной длины (корты)**». В одной этой фразе, как вы убедитесь, содержится невероятное количество информации о мире, стоит лишь приложить к ней немного воображения и чуть соображения.

Математические начала естествознания строятся без теории множеств, без аксиом Пеано, без аксиоматического метода и без теоремы Гёделя о неполноте математики.

Что утверждает теорема Гёделя?

Если исходить из ПРИДУМАННЫХ аксиом теории множеств Цермело–Френкеля ZFC, то можно доказать, что можно ПРИДУМАТЬ такое утверждение, которое нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Любопытно... Но не более.

### Первый звонок о единстве физики и математики

Ортодоксальная математика строится на очень общем основании – теории множеств. Чрезвычайно общее исходное понятие любой теории приводит к её очень низкой содержательности. Математика, построенная на слишком общем понятии множества, бессодержательна.

«Математика – это форма, в которой мы выражаем наше понимание природы, но не содержание» (Вернер Гейзенберг) (цит. по [2. С. 69]). Или, другими словами, ортодоксальная математика, построенная на одном лишь понятии множества, напоминает гигантскую фабрику по производству упаковочного материала – картонной тары (множество, подмножество, отношение включения, соответствия, функции, отображения, преобразования, отношение эквивалентности, разбиения на классы, фактор множества).

Математика становится эффективной только тогда, когда есть узкоспециализированные аксиомы, вносимые извне в эту, уже готовую тару (аксиомы логики, аксиомы порядка, аксиомы топологии, аксиомы линейных

пространств, аксиомы евклидовой и неевклидовой геометрий, аксиомы алгебры Буля и т.п.).

«Математика сама по себе никогда ничего не объясняет – это лишь средство, с помощью которого мы используем совокупность одних фактов для объяснения других фактов, и язык, на котором мы выражаем наши объяснения» (Стивен Вайнберг) [2. С. 48].

«Вопрос об основаниях математики и о том, что представляет собой в конечном счёте математика, остаётся открытым. Мы не знаем какого-то направления, которое позволит в конце концов найти окончательный ответ на этот вопрос, и можно ли вообще ожидать, что подобный окончательный ответ будет когда-нибудь получен и признан всеми математиками» (Герман Вейль) [Там же. С. 51].

Становится понятной тревога величайшего математика Анри Пуанкаре (1854–1912), интуитивно, ещё издавек предчувствовавшего наступление кризиса математики, и его негативная реакция на создание, как ему казалось, бессодержательной и формальной теории множеств Георгом Кантором (1845–1918), называя его идеи «тяжёлой болезнью», поражающей математическую науку.

С другой стороны, можно понять и другого величайшего математика Давида Гильберта (1862–1943), глубоко убеждённого в возможности полной формализации математики на основе аксиоматического подхода. В физике Гильберт считал, что после аксиоматизации математики необходимо будет проделать эту процедуру с физикой (См. Шестую проблему Гильберта). Однако первоначальные надежды Гильберта в этой области не оправдались: проблема непротиворечивости формализованных математических теорий, как показал Курт Гёдель (1931), оказалась глубже и труднее, чем Гильберт предполагал с самого начала.

Но вся дальнейшая работа над логическими основами математики в большой мере по-прежнему идёт по пути, намеченному Гильбертом, и, по видимому, поэтому, будучи тупиковой, явилась причиной кризиса, охватившего современную математику.

Физикам нужна иная, более содержательная математика – Математические начала естествознания.

Выход из создавшегося положения состоит, по мнению крупнейших современных математиков академиков В.И. Арнольда (1937–2010) и С.П. Новикова (род. в 1938 году), в необходимости восстановления математики на содержательном уровне за счёт использования физических моделей.

*Вопрос о том, является ли математика «перечислением следствий из произвольных аксиом» или же ветвью естествознания и теоретической физики, много обсуждался уже со времен Гильберта, который вслед за Декартом и, предвосхищая Бурбаки, придерживался первого мнения, и Пуанкаре, основателя современной математики, топологии и теории хаоса*

и динамических систем, который отстаивавшего противоположное мнение.



**В.И. Арнольд и С.П. Новиков**

### **Академик В.И. Арнольд о кризисе современной математики [3]**

*Арнольд Владимир Игоревич (1937–2010) – академик, главный научный сотрудник Математического института им. В.А. Стеклова РАН, президент Московского математического общества и вице-президент Международного математического союза.*

*В. И. Арнольд являлся известным критиком существовавших в середине XX века попыток создать замкнутую изложение математики в строгой аксиоматической форме с высоким уровнем абстракции. Он был глубоко убеждён, что этот подход – известный в основном благодаря активности французской школы Николя Бурбаки – оказал негативное влияние на преподавание математики сначала во Франции, а затем и в других странах.*

### **Из статьи В.И. Арнольда «Антинаучная революция и математика» [3]**

В середине XX столетия обладавшие большим влиянием сторонники «левополушарных математиков» сумели исключить геометрию из математического образования (сперва во Франции, а потом и в других странах), заменив всю содержательную сторону этой дисциплины тренировкой в формальном манипулировании абстрактными понятиями. Вся геометрия и, следовательно, вся связь математики с реальным миром и с другими науками была исключена из математического образования.

Все попытки избежать этого вмешательства реального мира в математику – сектантство, которое восстанавливает против себя любого разумного человека и вызывает у него отвращение к этой науке. Подобное «абстрактное» описание математики непригодно ни для обучения, ни для каких-либо практических приложений.

Несмотря на это, «левополушарные больные» сумели вырастить целые поколения математиков, которые не понимают никакого другого подхода к математике и способны учить лишь таким же образом следующие поколения.

Возвращение преподавания математики на всех уровнях от схоластической болтовни к изложению важной естественнонаучной области – особенно насущная задача.

Если математики не образуются сами, то потребители, сохранившие как нужду в современной в лучшем смысле слова математической теории, так и свойственный каждому здравомыслящему человеку иммунитет к бесполезной аксиоматической болтовне, в конце концов откажутся от услуг схоластов-недоучек и в университетах, и в школах. Преподаватель математики, не одолевший хотя бы части томов курса Ландау и Лифшица, станет тогда таким же ископаемым, как сейчас – не знающий разницы между открытым и замкнутым множеством (Арнольд).

***Из книги В.И. Арнольда «Математика для физика» [4]***

*Расширенный текст выступления на дискуссии о преподавании математики в Palais de De-couverte в Париже 7 марта 1997 г.*

Математика – часть физики. Физика – экспериментальная, естественная наука, часть естествознания. Математика – это та часть физики, в которой эксперименты дешёвы.

Тождество Якоби (вынуждающее высоты треугольника пересекаться в одной точке) – такой же экспериментальный факт, как то, что Земля круглая (то есть гомеоморфна шару). Но обнаружить его можно с меньшими затратами.

В середине XX в. была предпринята попытка разделить математику и физику. Последствия оказались катастрофическими. Выросли целые поколения математиков, незнакомых с половиной своей науки и, естественно, не имеющих никакого представления ни о каких других науках. Они начали учить своей уродливой схоластической псевдоматематике сначала студентов, а потом и школьников (забыв о предупреждении Харди, что для уродливой математики нет постоянного места под солнцем).

Поскольку ни для преподавания, ни для приложений в каких-либо других науках схоластическая, отрезанная от физики, математика не приспособлена, результатом оказалась всеобщая ненависть к математикам –

и со стороны несчастных школьников (некоторые из которых со временем стали министрами), и со стороны пользователей.

Уродливое здание, построенное замученными комплексом неполноценности математиками-недоучками, не сумевшими своевременно познакомиться с физикой, напоминает стройную аксиоматическую теорию нечетных чисел. Ясно, что такую теорию можно создать и заставить учеников восхищаться совершенством и внутренней непротиворечивостью возникающей структуры (в которой определена, например, сумма нечетного числа слагаемых и произведение любого числа сомножителей). Чётные же числа с этой сектантской точки зрения можно либо объявить ересью, либо со временем ввести в теорию, пополнив её (уступая потребностям физики и реального мира) некоторыми «идеальными» объектами.

К сожалению, именно подобное уродливое извращённое построение математики господствовало в преподавании математики в течение десятилетий. Возникнув первоначально во Франции, это извращение быстро распространилось на обучение основам математики сперва студентов, а потом и школьников всех специальностей (сперва во Франции, а потом и в других странах, включая Россию).

Уже Якоби заметил, как самое восхитительное свойство математики, что в ней одна и та же функция управляет и представлениями целого числа в виде суммы четырех квадратов, и истинным движением маятника.

Эти открытия связей между разнородными математическими объектами можно сравнить с открытием связи электричества и магнетизма в физике или сходства восточного берега Америки с западным берегом Африки в геологии. Эмоциональное значение таких открытий для преподавания трудно переоценить. Именно они учат нас искать и находить подобные замечательные явления единства всего сущего.

#### **Академик С.П. Новиков о кризисе современной математики [5; 6]**

*Сергей Петрович Новиков – действительный член Российской Академии Наук, с 1971 г. заведует отделом математики в Институте теоретической физики им. Л. Д. Ландау АН СССР, в 1983 – кафедрой высшей геометрии и топологии МГУ. С 1984 г. заведует Отделом геометрии и топологии МИАН СССР.*

Это было очень модно, но мне теория множеств не нравилась. Я считал, что это лишь наследие 30-х гг., и слишком многих подлинно новых идей здесь уже не будет.

Престижной считалась только строгая теорема, и чем сложнее доказательство, тем лучше; разумный реализм постановки, как и сам результат, ценились гораздо меньше.

Французская школа после Пуанкаре, начиная с Лебега и Бореля, пошла по ультраабстрактному пути и создала в Париже (и затем в мире) глубокий ров между математикой и естественными науками. Отдельные звёзды (вроде

Э. Картана и Ж. Лере), которым этот ров не нравился, при всём своём личном авторитете оказались изолированы. Блестящие группы парижских математиков, возникшие в XX в., культивировали и углубляли этот разрыв, выступили идеологами полной и единой формализации математического образования, включая школьное.

Мы называем эту программу «бурбакизмом».

Усиление интереса к эйнштейновской гравитации и космологии в 1960-х гг. возродило необходимость римановой геометрии; начали поговаривать о привлечении к делу топологии. Всё это отсрочило кризис во взгляде общества на математику на несколько десятилетий. Математики успокоились.

Для меня этот период был важным. Я воспринял его как указание на необходимость приложить усилия и изучить путь от математики к естественным наукам, стал изучать теоретическую физику. Бурбакистские тексты по математической физике – нелепость двойная, они затрудняют и проникновение физиков в эти методы, создавая у них иллюзию сверхсложности и недоступности этих разделов математики, которые они ранее никогда не изучали.

Казалось бы, наша область науки – современная математика – на первый взгляд, должна облегчить изучение, делая изложение как можно более прозрачным. Ведь формализация языка науки, осуществленная в бурбакистском стиле, – это не полезная формализация Гильберта, упрощающая понимание. Это – паразитная формализация, усложняющая понимание, мешающая единству математики и её единству с приложениями.

Я полагаю, что ультраформализованная литература возникла, в частности, потому, что можно было предвидеть её успех у широкого слоя алгебраически ориентированных чистых математиков.

Надо идти против течения, чтобы бороться за сохранение прозрачного общенаучного стиля, который может сохранять единство математики, объединить математику с физикой, с приложениями. Но это – лишь для очень немногих математиков сейчас.

Сегодняшнее сообщество не поймёт. Более того, оно не хочет слушать голосов, предупреждающих о необходимости преодолевать какие-то барьеры, если рядом появляются авторитетные люди, говорящие, что ничего этого им не надо. «Дайте им то, чего они хотят; ни к чему другому они не способны» – к такой оптимальной стратегии ведет демократическая эволюция абстрактной науки и образования, когда людям неизвестно, есть ли какая-нибудь цель их исследований, и они отказываются этот вопрос обсуждать.

Все критерии легко смещаются, если нет цели, которой нужно достичь. Общественный успех остается единственным критерием. Однако я замечу, что тем немногим, кто мог бы преодолеть барьер, бурбакистская литература сильно мешает найти правильный путь, дезинформирует их в сегодняшнем хаосе.



Бесполезная всё усложняющая алгебраическая формализация языка математики, экранирующая суть дела и связи между областями, – это слишком широко распространившаяся болезнь.

Это – проявление кризиса, ведущего к определённой бессмысленности функционирования абстрактной математики, превращения её в организм, потерявший единый разум, где органы дёргаются без связи друг с другом. Как говорится, чтобы остановить построение вавилонской башни, Бог рассеял языки, и люди перестали понимать друг друга. Строительство остановилось.

Излишне усложнённый формальный абстрактный язык захватил не только алгебру, геометрию и топологию, но также и значительную часть теории вероятностей, и функциональный анализ. Анализ, дифференциальные уравнения, динамические системы оказались несколько менее ему подвержены. Здесь ещё в 1950–1960-е гг. было сделано несколько хороших вещей, которые впоследствии широко распространились и стали общепольными.

Но другие нелепости захватили всё это сообщество: математики – специалисты в этих областях – продолжают до сего дня программу, признающую лишь стопроцентно строгие теоремы, длина которых стала зачастую невыносимой. Очень малый процент их потратил труд на самообучение и научился вступать в контакт с миром естественных наук, где ведутся конкретные исследования, без заботы о математической строгости.

Строгомания постепенно превратилась в мифологию и веру, где много самообмана: спросите, кто читает эти доказательства, если они достаточно сложны? За последние годы выявилось много случаев, где решения ряда знаменитых математических проблем топологии, динамических систем, различных ветвей алгебры и анализа, как выяснилось, не проверялись никем очень много лет. Потом оказалось, что доказательство неполно. При этом отнюдь не во всех случаях пробелы могут сейчас быть устранены.

Если никто не читает «знаменитых» работ, то как же обстоит дело со сложными доказательствами в более заурядных работах? Ясно, что их в большинстве случаев просто никто не читает. Я могу понять, что решённые в тот же период проблемы Ферма и четырёх красок стоят и длинного доказательства, и их проверяют. **Но постоянно жить в мире сверхдлинных доказательств, никем не читаемых, просто нелепо. Это – дорога в никуда, нелепый конец программы Гильберта.**

Было бы важно сделать совокупность достижений математики XX в. тоже максимально доступной, как можно более компьютеризованной – включая и классическую алгебраическую топологию: это помогло бы возродить нормальное изложение, прекратить представление этой замечательной области в виде абстрактной бессмыслицы, которую даже сами математики перестали понимать и не могут поэтому с ней работать.

Итак, мы встречаем XXI в. в состоянии очень глубокого кризиса. Нет полной ясности, как из него можно выйти: естественные меры, которые напрашиваются, практически очень трудно или почти невозможно реализовать в современном демократическом мире.

Конечно, мы вошли в век биологии, которая делает чудеса. Но биологи не заменят математиков и физиков-теоретиков, это совсем другая профессия. Пока чудеса биологии представляются мне скорее технологическими, инженерными. Хотелось бы, конечно, чтобы здесь возникло чудо и для математики где-нибудь через одно-два десятилетия, а не через три века, но предсказать это чудо невозможно.

Формальный язык непрозрачен, он всегда является узкопрофильным, он защищает Вашу область от понимания её соседями, от видимого всеми взаимного влияния идей. Если Вам удалось позаимствовать идеи из соседней области, Вы можете заформализовать их так, что первоисточник не будет виден.

Так или иначе, почему-то имеется много математиков, заинтересованных в развитии формального языка, разделяющего даже очень близкие разделы до непонятности.

### **О существовании единого ядра естествознания**

Объединение физики и математики нужно начинать с поисков единого ядра естествознания – эйдоса, представляющего собой, с одной стороны, нечто подобное монаде Лейбница и, с другой стороны – единый алфавит Мироздания.

### **Остров в океане**

Теория множеств – океан;  
математические начала естествознания – остров (континент) в океане.

Чудовищные морепродукты:

- Парадоксы теории множеств

1. Парадокс Бурали–Форти (1897)
2. Парадокс Кантора (1899) множество всех множеств
3. Парадокс Рассела (1905)
4. Парадокс Тристрама Шенди
5. Парадокс Хаусдорфа
6. Парадокс Сколема
7. Парадокс Банаха–Тарского из одного апельсина – два

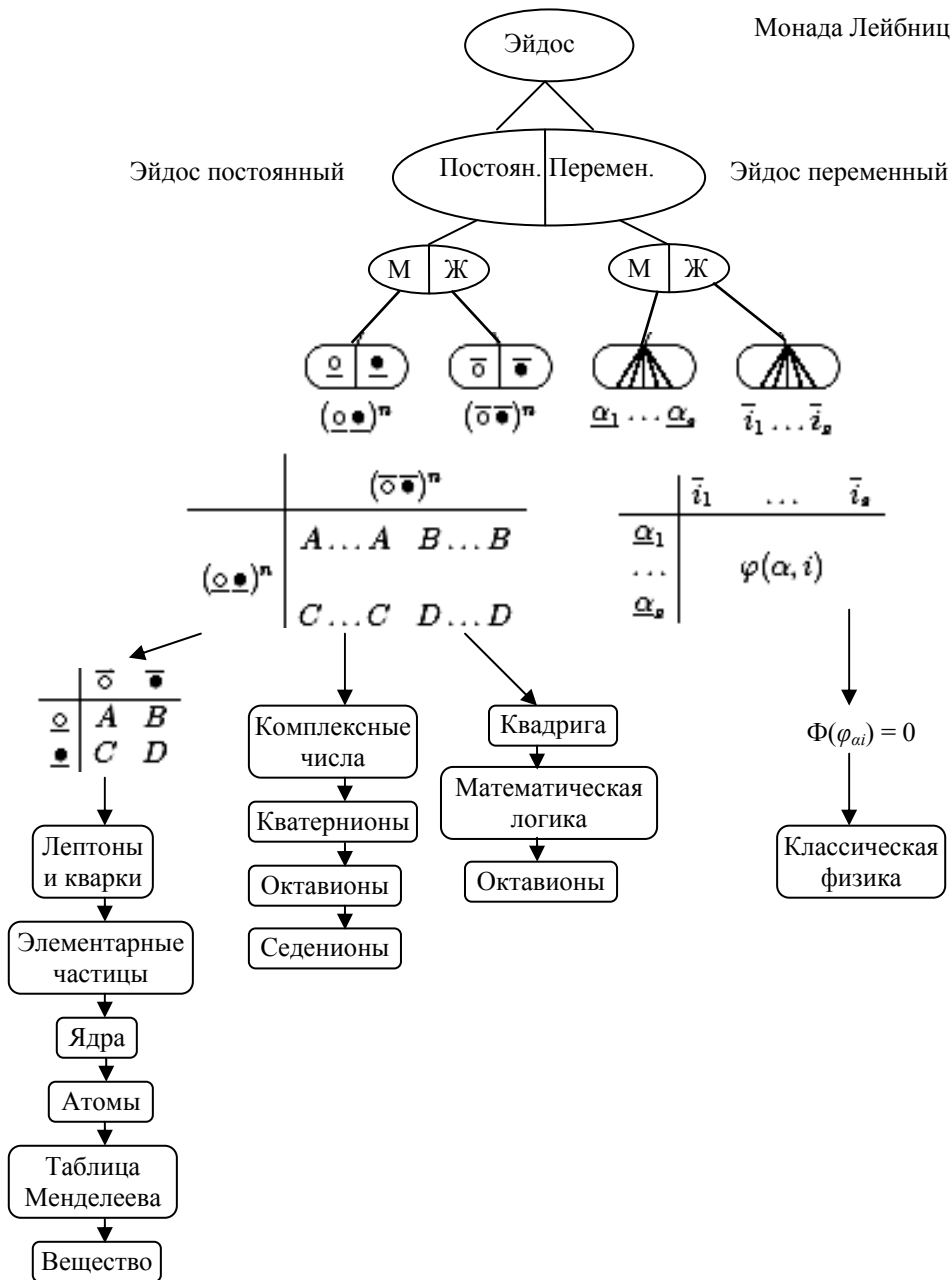
- Теоремы Гёделя

- Теорема Лёвенгейма–Сколема

Введение понятия эйдоса как первоначала естествознания делает излишним теорию множеств как основания математики в виде аксиом ZFC (аксиом Цермело–Френкеля)

1.  $\forall a_1 \forall a_2 (\forall b (b \in a_1 \Leftrightarrow b \in a_2) \Rightarrow a_1 = a_2)$
2.  $\exists a \forall b (b \notin a)$
3.  $\exists a (\emptyset \in a \wedge \forall b (b \in a \Rightarrow b \cup \{b\} \in a))$
4.  $\forall a_1 \forall a_2 \exists c \forall b (b \in c \Leftrightarrow (b = a_1 \vee b = a_2))$
5.  $\forall a \exists d \forall b (b \in c \Leftrightarrow \forall c (c \in b \Rightarrow c \in a))$
6.  $\forall a \exists d \forall c (c \in d \Leftrightarrow \exists b (b \in a \wedge c \in b))$
7.  $\forall a \exists c \forall b (b \in c \Leftrightarrow b \in a \wedge \Phi[b])$

Монада Лейбница (1714)



8.  $\forall x \exists! y (\varphi[x, y] \Rightarrow \forall a \exists d \forall c (c \in d \Leftrightarrow \exists b (b \in a \wedge \varphi[b, c])))$
9.  $\forall a (a \neq \emptyset \Rightarrow \exists b (b \in a \wedge \forall c (c \in b \Rightarrow c \notin a)))$
10.  $\forall a (a \neq \emptyset \wedge \forall b (b \in a \Rightarrow b \neq \emptyset) \wedge \forall b_1 \forall b_2 (b_1 \neq b_2 \wedge \{b_1, b_2\} \subseteq a \Rightarrow b_1 \cap b_2 = \emptyset) \Rightarrow \exists d \forall b (b \in a \Rightarrow \exists c (b \cap d = \{c\})))$

Построение математических начал естествознания осуществляется не с чёрного, а с парадного входа. Вместо «свободного» учения о множествах, граничащего со вседозволенностью, предлагается жесткая модель ядра естествознания, состоящего из трёх видов абстрактных символов (эйдосов): постоянных и континуальных, ко- и контравариантных, белых и чёрных.

Область естествознания, в основании которой лежат постоянные эйдосы, назовём ФЛОРОЙ.

Область естествознания, в основании которой лежат континуальные эйдосы, назовём ФАУНОЙ.

Ковариантные эйдосы интерпретируются как строки; контравариантные эйдосы – как столбцы.

В итоге получаем новую большую независимую область – матричное естествознание.

### Исчисление кортов

Возникает всё тот же фундаментальный вопрос: существует ли нечто, что предшествует науке и в частности – что предшествует математике и физике?

Другими словами – «Когда б вы знали из какого сора растут стихи не ведая стыда, как жёлтый одуванчик у забора, как лопухи и лебеда!» Из какого сора растёт математика? растут законы физики и логики? вырастает матричная генетика Петухова?

Этот «сор» и есть мифологема. Мифологема – это всем понятное на уровне смутного, туманного, расплывчатого и бессознательного восприятия понятие (перцепция от лат. *perceptio* – ощущаю, воспринимаю, в отличие от апперцепции – ясного и осознанного). Это понятие играет в нашей повседневной жизни огромную роль: по сути, наша речь по большей части состоит из мифологем. В самом деле – слова пространство и время, материя, энергия, элементарные частицы, атомы, белое, чёрное, мужское и женское – всё это всем понятные на уровне смутного и бессознательного восприятия хорошо знакомые слова.

Я совсем не утверждаю, что классическая физика – это мифология. Я утверждаю, что любая наука, и прежде всего математика и физика, родились «не ведая стыда» из мифологии, то есть из «сора», состоящего из мифологем. А дальше происходит чудо – рождение науки. Превращение туманных, интуитивных, неопределённых мифологем в ясные и строгие научные термины. В конечном итоге мифологемы превращаются в числа, измеряемые на опыте. Образно говоря – куколка сбрасывает свою оболочку

и превращается в прекрасную бабочку. Для того чтобы понять, как это происходит, необходимо подняться с этажа материальной действительности на новый этаж высшей Реальности. Именно там, на основе существования двух множеств – мужского и женского рода, происходит освобождение от ветхой оболочки мифологемы и рождение бабочки под названием объективной Истины.

### Ядро мироздания

Что лежит в основании мироздания?

В основании мироздания лежат четыре стихии: земля, вода, воздух, огонь (античные философы).

В основании мироздания лежит число. Всё есть число! (Пифагор)

В начале было Слово! (Евангелие от Иоанна)

В основании мироздания лежит материя.

В основании мироздания лежит информация.

В основании мироздания лежит множество. Всё есть множество! (Георг Кантор).

В основании мироздания лежат атомы (Левкипп–Демокрит).

В основании мироздания лежат элементарные частицы.

В основании мироздания лежат лептоны, кварки и промежуточные бозоны.

Понятия: стихия, материя, информация, множество – не годятся для построения единой картины Мира из-за их неопределённой «вседозволенности».

Коперник, Галилей, Кеплер открыли, что ядром Солнечной системы является Солнце. Исходя из этой модели Ньютон открыл Закон всемирного тяготения.

Резерфорд обнаружил существование ядра у атома. Исходя из этой модели Бор, Гейзенберг и Шрёдингер открыли законы квантовой механики.

Человеческий язык – одно из самых удивительных явлений, сопровождающих каждого из нас всю нашу сознательную жизнь. Русский язык включает алфавит, состоящий из 33 абстрактных символов – букв: 10 гласных, 21 согласных и специальных двух букв Ъ и Ы. Сами буквы не имеют никакого смысла. Но соединённые в конечные последовательности, они превращаются в слова, обладающие смыслом.

Языки математики и физики незначительно отличаются друг от друга. Можно найти общий для них алфавит и общую грамматику. Это позволяет описывать физическую реальность на языке абстрактных символов. К счастью алфавит такого универсального языка очень прост. Он состоит из двух пар постоянных символов и двух типов переменных символов. Это позволяет рассматривать всю физику и математику как состоящие из конечного числа поколений, удивительным образом связанные между собой.

В основании мироздания лежит ядро, состоящее из четырёх постоянных символов  $\underline{\circ}$ ,  $\underline{\bullet}$ ,  $\bar{\circ}$ ,  $\bar{\bullet}$  и двух типов континуальных символов  $\underline{\alpha}$  и  $\bar{i}$ , играющих роль алфавита Вселенной.

Таким образом, возникает возможность строить математику с другого конца на основе гипотезы о существовании ядра математики без теории множеств, без аксиом ZFC Цермело–Френкеля, без аксиомы Пеано, без парадоксов и теоремы о неполноте математики Гёделя.

Итак, математика первого поколения строится из двух постоянных символов:

либо

$$\underline{N} = \{\underline{\circ}, \underline{\bullet}\},$$

либо

$$\bar{N} = \{\bar{\circ}, \bar{\bullet}\}$$

После операции тиражирования получаем теорию натуральных чисел.

Математика второго поколения строится из четырёх постоянных символов:

$$\underline{N} = \{\underline{\circ}, \underline{\bullet}\}$$

$$\bar{N} = \{\bar{\circ}, \bar{\bullet}\}$$

После операций табличного умножения и спаривания получаем матричное исчисление.

Математика третьего поколения строится из  $s$  континуальных символов женского рода:

$$\underline{M} = \{\underline{\alpha}_1, \dots, \underline{\alpha}_s\}$$

и из  $r$  континуальных символов мужского рода

$$\bar{N} = \{\bar{i}_1, \dots, \bar{i}_r\}$$

После операций табличного умножения, овеществления и связывания получаем известную Теорию физических структур.

Математика четвёртого поколения строится из двух постоянных и из  $s$  континуальных символов женского рода:

$$\underline{P} = \{\underline{\circ}, \underline{\bullet}, \underline{\alpha}_1, \dots, \underline{\alpha}_s\}$$

из двух постоянных и из  $r$  континуальных символов мужского рода

$$\bar{Q} = \{\bar{\circ}, \bar{\bullet}, \bar{i}_1, \dots, \bar{i}_r\}$$

После операций табличного умножения, овеществления и связывания получаем Теорию физических структур второго поколения.

В заключение попробуем нарисовать иррациональный Проект будущего развития Теории физических структур на базе Новосибирского университета.

### Международный научный центр под Новосибирском

«Математические Начала Естествознания»

Формула Пуанкаре (1899)

$$\sum_{i=0}^{N-3} (-1)^i A_i = 1$$

где  $A_i$  – число  $i$ -мерных граней  $N$ -мерного многогранника.

### Нераздельно и неслиянно

Здесь будет город заложен  
Назлом надменному соседу.  
Природой здесь нам суждено  
В Европу прорубить окно.

*А.С. Пушкин*

19 марта 2040 г., ровно через 80 лет со дня создания Теории физических структур, в окрестностях Академгородка началось строительство железной дороги, соединяющей центр Академгородка (станция Университет – станция Ключи – станция Нормальная – (город-спутник Ио) – станция Табличная (город-спутник Европа) – станция Континуальная (город-спутник Ганимед) – станция Ядерная (город-спутник Каллисто)) с Международным научным Центром (квадригой) – «Математические Начала Естествознания», расположенного в сибирской тайге в шестидесяти километрах к северу от Новосибирска.

Человечество, осознав губительность разделения мира на целый ряд враждующих между собой стран, губительность разжигания межнациональной, межэтнической, межрелигиозной, межклановой вражды, осознав губительность создания всё более страшных орудий массового уничтожения, приняло решение объявить Мир на всей Земле единственным условием существования всего человечества. В память о таком решении Обновлённая Организация Объединённых Наций выделяет в Сибири под Новосибирском, в месте наиболее удалённом от возможных земных катастроф, место для строительства Всемирного памятника человеческой цивилизации в виде квадриги – Математические Начала Естествознания.

К участию в строительстве этого вечного памятника доброй воли человечества приглашаются правительства всех стран, учёные – математики, информатики, физики, биологи, лингвисты, культурологи, все те, кого бескорыстно волнует вопрос – почему Мир, в котором мы живём устроен именно так, а не иначе?

С Новосибирским университетом, с Сибирским Научным Центром, с Академгородком меня связывают пятьдесят лучших лет моей жизни. Для меня Академгородок остается прекрасным в любое время суток и года. И, может быть, особенно теперь, постаревший и пораженный какой-то тайной болезнью, он кажется мне особенно дорогим и любимым.

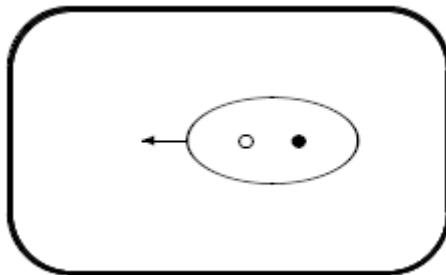
Но большую науку здесь уже не возродить. Необходимо создавать её уже на новых принципах, на новом экологически чистом в природном и нравственном отношении месте.

Я долго думал, что принять в качестве Вечного непреходящего памятника земной цивилизации. И пришёл к мысли, что таким Вечным памятником могут быть только Математические начала естествознания.

В основании Математики лежит не теория множеств, а её ядро.

Ядро математики как единое целое представляет собой квадригу из четырёх коней:

- первый конь – натуральное число (постоянные эйдосы либо мужского, либо женского рода);

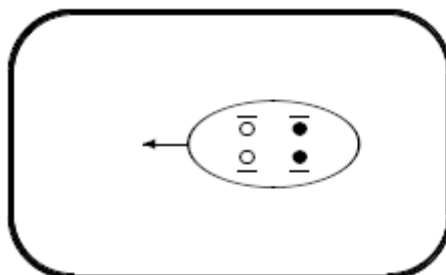


### Спутник Юпитера – Ио

Спутник Юпитера Ио обнаружен Галилеем в 1610 г. В 2010 г. в результате расщепления натурального числа мною были обнаружены два элементарных кирпичика Вселенной – постоянные белый  $\circ$  и чёрный  $\bullet$  эйдосы. Это событие означает рождение простейшего ядра математики и основания арифметики (теории чисел).

Наивная теория множеств – это язык и синтаксис математики, а не её основание (ядро). Актуальная бесконечность, открытая Кантором, – это Триумфальная арка в Мир высшей реальности;

- второй конь – натуральная таблица (постоянные эйдосы мужского и женского рода);

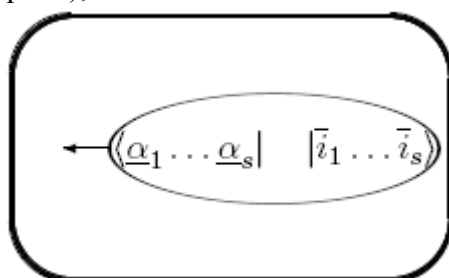




### Спутник Юпитера – Европа

Спутник Юпитера Европа обнаружен Галилеем в 1610 г. В 2010 г. в результате расщепления квадратной  $2 \times 2$ -матрицы мною были обнаружены четыре элементарных кирпича Вселенной – постоянные белый  $\circ$  и чёрный  $\bullet$  эйдосы женского рода и постоянные белый  $\bar{\circ}$  и чёрный  $\bar{\bullet}$  эйдосы мужского рода. Это событие означает рождение ядра математики, с одной стороны, и оснований теории множеств, теории функций комплексных переменных, математической логики и матричной генетики – с другой;

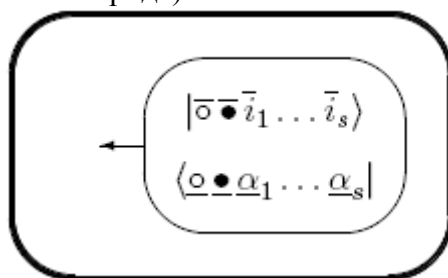
- третий конь – континуальные корты (континуальные эйдосы мужского и женского рода);



### Спутник Юпитера – Ганимед

Спутник Юпитера Ганимед обнаружен Галилеем в 1610 г. В 2010 г. в результате расщепления Второго закона механики Ньютона мною были обнаружены ещё два кирпича Вселенной – переменные корт  $\langle \underline{\alpha}_1 \underline{\alpha}_2 \dots \underline{\alpha}_s \mid$  ранга  $s$  женского рода и корт  $\mid \bar{i}_1 \bar{i}_2 \dots \bar{i}_r \rangle$  ранга  $r$  мужского рода. Это событие означает окончательное рождение ядра математики, с одной стороны, и рождение оснований теоретической физики и геометрии – с другой;

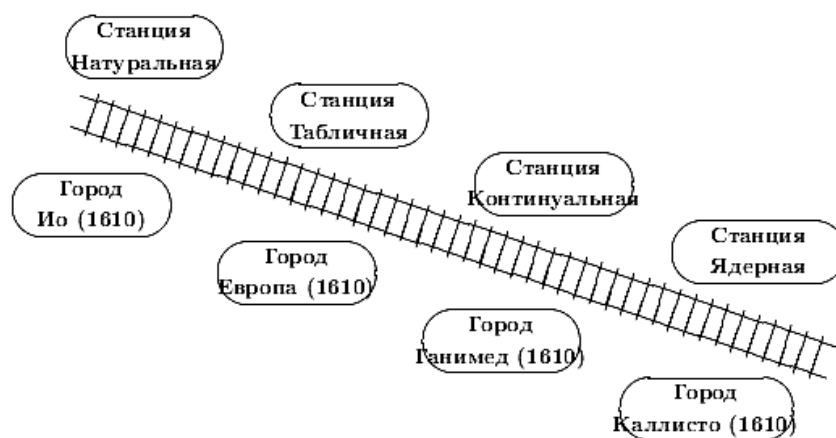
- четвёртый конь – смешанные корты (постоянные и континуальные эйдосы мужского и женского рода)



### Спутник Юпитера – Каллисто

Спутник Юпитера Каллисто обнаружен Галилеем в 1610 г. В 2010 г. в результате дальнейшего анализа четырёх регулярных и двух спорадических решений, полученных Г.Г. Михайличенко при решении сакрального уравнения ранга  $(s, r)$ , мною была обнаружена глубокая связь между

постоянными и переменными эйдосами. Это обстоятельство открывает широкие возможности для изучения ядра математики.



Города-спутники названы именами четырёх спутников Юпитера, открытых Галилеем в 1610 г.:

**Ио** – возлюбленная Зевса, родившая целое поколение древнегреческих героев;

**Европа** – дочь финикийского царя, похищенная Зевсом, увековеченная русским художником Валентином Серовым;

**Ганимед** – сын троянского царя, похищенный Зевсом и ставший виночерпием на Олимпе;

**Каллисто** – нимфа, державшая у себя семь лет Одиссея и отпустившая его по приказу Зевса.

### О самоподобной Вселенной

Как известно, в науке часто труднее всего ответить на самые простые вопросы. Такие вопросы почти всегда затрагивают основы наших знаний и их решение иногда ведёт к коренной перестройке установившихся представлений. Так, например, у всякого, кто хотя бы раз задумался над строением Вселенной, не может не возникнуть вопрос – почему Вселенная так велика ( $10^{28}$  см), а элементарные частицы так малы ( $10^{-15}$  см)?

Изучая структурные уровни самоорганизации материи с точки зрения их линейных размеров, мы обнаружили удивительную закономерность, устойчиво проявляющуюся на огромном числе объектов, принадлежащих к различным структурным уровням Вселенной.

Смысл этой закономерности состоит в существовании своеобразного «экологического ряда», состоящего из *одиннадцати структурных областей Вселенной*, простирающихся от области Планка

$$\ell_{пл.} = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right) = 1,6 \cdot 10^{-33} \text{ см}$$

до размеров Метагалактики

$$\ell_{мета} \approx 10^{28} \text{ см.}$$

Первоначальный смысл экологического ряда как совокупности растительных сообществ, располагающихся соответственно нарастанию или убыванию какого-либо фактора среды, в данном контексте расширяется до уровня структурных областей Вселенной.

Таких уровней **одиннадцать**:

-5 область Планка  $\ell_{пл} \approx 10^{-33}$  см;

-4 лептокварки (комптоновская длина)  $\ell_{лепкв} \approx 10^{-27}$  см;

-3 «калибровочная пустыня»  $\ell_{квкс} \approx 10^{-21}$  см;

-2 кварки (комптоновская длина)  $\ell_{квар} \approx 10^{-15}$  см;

-1 атомы и молекулы  $\ell \approx 10^{-8}$  см;

0 биосфера  $10^{-5}$  см  $< \ell_{био} < 10^2$  см;

1 геологические структуры  $\ell_{гео} \approx 10^6$  см;

2 планетарная система  $\ell_{планет} \approx 10^{12}$  см;

3 «космическая пустыня» (расстояние между звёздами)  $\ell_{зв} \approx 10^{18}$  см;

4 галактики  $\ell_{гал} \approx 10^{24}$  см;

5 Метагалактика  $\ell_{Метагал} \approx 10^{28}$  см.

Как известно, наименьшие структуры, предсказываемые современной физикой, связаны с областью Планка:

- с планковской длиной  $\ell_{пл} = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,6 \cdot 10^{-33}$  см;

- с планковским временем  $t_{пл} = \left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{\frac{1}{2}} = 5,4 \cdot 10^{-44}$  сек;

- с планковской массой  $m_{пл} = \left(\frac{\hbar c}{G}\right)^{\frac{1}{2}} = 2,18 \cdot 10^{-5}$  г;

- с планковской энергией  $E_{пл} = \left(\frac{\hbar c^5}{G}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,96 \cdot 10^{16}$  эрг =  $1,23 \cdot 10^{19}$  ГэВ.

Для описания этой области необходима ещё не созданная квантовая теория тяготения. Из-за наличия сильных флуктуаций кривизны пространства событий (4-пространства-времени) привычная картина пространственно-временного континуума как гладкого многообразия должна быть заменена губкообразной «пенистой» структурой, состоящей из плотно упакованных чёрных дыр планковского размера.

Итак, планковская длина  $\ell_{пл} = 1,6 \cdot 10^{-33}$  см;

Лептокварки – переносчики цветоароматного взаимодействия в рамках Великого объединения, объединяющего слабое (ароматное) и сильное (цветное) взаимодействия. Эти частицы  $X^{4/3}$ ,  $X^{-4/3}$  и  $Y^{1/3}$ ,  $Y^{-1/3}$  являются «прародителями» (преонами) вещества и играют важную роль вскоре после рождения видимой Вселенной, превращая кварки в лептоны.

Масса (собственная энергия)  $X$ -лептокварка  $mc^2 \approx 10^{15}$  ГэВ и комптоновская длина  $\ell_{\text{лкв}} = \frac{\hbar}{mc} = 5 \cdot 10^{-27}$  см.

«Калибровочная пустыня» – термин, введённый Л.Б. Окунем для обозначения области энергий, в которой не предвидится появления новых элементарных частиц.

Линейные размеры калибровочной пустыни  $\ell_{\text{квс}} \approx 10^{-21}$  см.

Все остальные уровни организации Вселенной достаточно хорошо известны.

Посмотрим теперь, как располагаются качественно различные формы организации Вселенной на прямой, на которой отложен натуральный логарифм характерных для каждой формы организации размеров.

**Оказывается, что весь интервал от логарифма планковской длины до логарифма размеров Метагалактики разбивается на одиннадцать равных друг другу отрезков, каждый из которых занимает своя форма организации.**

**При этом отношение характерных размеров соседних форм всегда оказывается равным одной и той же величине**

$$e^{e^e} = 3,8 \cdot 10^6.$$

Так, если в качестве начала отсчёта принять биологическую форму организации, отделяющую микромир от мегамира, а в качестве центра биологического мира взять размер женской гаметы, то в этом случае получаются следующие структурные единицы расстояний:

– размер гаметы (женской яйцеклетки):

$$D_0 = 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ см};$$

– характерный размер геологических структур:

$$D_1 = D_0 e^{e^e} = 3 \cdot 10^4 \text{ см} = 300 \text{ м};$$

– средний диаметр звёзд (диаметр Солнца –  $1,392 \cdot 10^{11}$  см =  $10^{11,14}$  см; отклонение от  $D_2 \approx +0,6\%$ ):

$$D_2 = D_0 (e^{e^e})^2 = 1,175 \cdot 10^{11} \text{ см} = 10^{11,07} \text{ см};$$

– среднее расстояние между звёздами – характерный размер «космической пустыни» (расстояние до ближайшей звезды Проксима (Альфа Центавра) –  $40,7 \cdot 10^{17}$  см =  $10^{18,6}$  см; отклонение от  $D_3 \approx 10\%$ ):

$$D_3 = D_0 (e^{e^e})^3 = 4,482 \cdot 10^{17} \text{ см} = 10^{17,65} \text{ см};$$

– средний размер звёздных скоплений (диаметр нашей Галактики –  $1,4 \cdot 10^{23}$  см =  $10^{23,146}$  см; отклонение от  $D_4 \approx -4\%$ ):

$$D_4 = D_0 (e^{e^e})^4 = 1,713 \cdot 10^{24} \text{ см} = 10^{24,33} \text{ см};$$

– предельный диаметр Вселенной (диаметр видимой Вселенной –  $2 \cdot 10^{28}$  см =  $10^{28,3}$  см; отклонение от  $D_5 \approx -8\%$ ):

$$D_5 = D_0 (e^{e^e})^5 = 6,517 \cdot 10^{30} \text{ см} = 10^{30,814} \text{ см}.$$

С другой стороны:

– характерный размер атомных структур (радиус первой борховской орбиты –  $5,29 \cdot 10^{-8} = 10^{-8,276}$  см; отклонение от  $D_{-1} \approx +4\%$ ):

$$D_{-1} = D_0(e^{e^e})^{-1} = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ см} = 10^{-8,675} \text{ см}$$

– характерный размер кварковых структур (комптоновская длина волны  $t$ -кварка ( $mc^2 = 40$  ГэВ) –  $4,94 \cdot 10^{-16}$  см =  $10^{-15,3}$  см; отклонение от  $D_{-2} \approx -0,3\%$ ):

$$D_{-2} = D_0(e^{e^e})^{-2} = 5,55 \cdot 10^{-16} \text{ см} = 10^{-15,26} \text{ см};$$

– характерный размер «калибровочной пустыни»:

$$D_{-3} = D_0(e^{e^e})^{-3} = 1,455 \cdot 10^{-22} \text{ см};$$

– характерный размер области Великого объединения (энергия  $E = 5,8 \cdot 10^{14}$  ГэВ =  $10^{14,76}$  ГэВ; энергия по Наумову –  $5 \cdot 10^{14}$  ГэВ =  $10^{14,7}$  ГэВ, отклонение от  $D_{-4} \approx -0,4\%$ ):

$$D_{-4} = D_0(e^{e^e})^{-4} = 3,8 \cdot 10^{-29} \text{ см};$$

– область Планка (планковская длина  $\ell_{pl} = 1,6 \cdot 10^{-33}$  см =  $10^{-32,8}$  см, отклонение от  $D_{-5} \approx +6\%$ ):

$$D_{-5} = D_0(e^{e^e})^{-5} = 3,8 \cdot 10^{-35} \text{ см}.$$

Итак, если за исходную единицу принять эталон длины, размеры которого близки к размерам женской гаметы, то, умножая его размер

$$\alpha = 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ см}$$

на разные степени фундаментального числа

$$\beta = e^{e^e} = 3,8 \cdot 10^6,$$

где  $e = 2,7182\dots$  мы получаем с точностью от 1 до 5 % размеры Солнца, расстояние между звёздами, размеры Галактики и Метагалактики; и в обратную сторону – размеры атома водорода, комптоновскую длину волны кварка и лептокварка, размер области Планка.

При этом становится понятным, какое место занимает биосфера, и в частности человек, во Вселенной и почему мировые постоянные имеют «нужные» значения, приводящие не только к возможности существования белковой жизни, но и большинству привычных для нас форм организации Вселенной: галактик, звёзд, планетных систем, атомов, кварков и т.п.

Этот эмпирический факт убеждает нас в существовании некоторого общего принципа, который мог бы быть положен в основании концепции Мира Высшей реальности. Естественно, что исходные понятия, принципы и методы такой теории должны быть принципиально отличными от тех модельных представлений, которые лежат в основании существующей физической картины Мира.

Необходима научная теория, главным предметом изучения которой являются не те или иные физические, биологические или космические системы, а то, что стоит за ними, – *универсальные структуры*,

*определяющие различные отношения между материальными объектами и существующие независимо от природы этих объектов.*

Короче говоря, необходима общая теория отношений между самыми различными объектами произвольной природы.

Такая теория существует уже более тридцати пяти лет. Она создана усилиями новосибирских (**Ю.И. Кулаков, Г.Г. Михайличенко, В.Х. Лев, В.К. Ионин**) и московских (**группа Ю.С. Владимирова**) физиков и математиков и носит название **теории физических структур**.

Применение этой теории к Вселенной в целом позволяет понять отмеченную выше закономерность. При этом, как это вытекает из теории, особую роль в структурной организации Вселенной играют три безразмерные постоянные:

$$e = 2,718282$$

$$e^e = 15,154262$$

$$e^{e^e} = 3,814279 \cdot 10^6$$

Рассмотрим ещё один пример, иллюстрирующий фундаментальную роль, которую играет в организации мира материальной действительности постоянная  $e^e$ .

Этот пример подробно описан в книге А.В. Жирмунского и В.И. Кузьмина «Критические уровни развития природных систем» [7].

Если рассматривать человека как единый организм, то можно выделить **десять** качественно различных уровней его организации:

1. Организм как единое целое.
2. Основные органы (желудок, лёгкие, мозг, печень, селезёнка, почки).
3. Эндокринные железы (вилочковая железа, щитовидная железа, надпочечники, семенники, гипофиз, предстательная железа и т.п.).
4. Покровы и стенки (стенки желудочков сердца, стенка желудка, кожа с подкожной клетчаткой, стенка предсердия, стенка желчного пузыря, эпидермис и т.п.).
5. Половые клетки (овоцит, яйцеклетка, сперматозоид, ядро яйцеклетки).
6. Тканевые клетки и клетки крови (корковые пирамидальные клетки, тучные клетки, печёночные клетки, фибропласты, клетки крови и т.п.).
7. Ядра (ядра печёночных клеток, почечных клеток, сперматозоидов и т.п.).
8. Органоиды и другие ультраструктуры (митохондрии, центриоли, лизосомы, кинетосомы, рибосомы, десмосомы и т.п.).
9. Мембраны в клетке (мембраны эритроцитов, ядерная оболочка, мембрана митохондрий и т.п.).
10. Молекулы (альбумин, глобулин, РНК и ДНК, миозин, холестерин и т.п.).

Оказывается, что **что весь интервал от логарифма среднего размера человека (~1,7м) до логарифма размеров диаметра молекул ДНК и РНК разбивается с точностью до 5 % на десять равных друг другу отрезков,**

**каждый из которых занимают структуры вполне определённой формы организации.**

При этом отношение характерных размеров соседних форм всегда оказывается равным одной и той же величине

$$e^e = 15,15\dots$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Фейнман Р.* Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1965. – Т. 1. – С. 23.
2. *Попков В.И.* Физика и её парадигмы. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011.
3. *Арнольд В.И.* Антинаучная революция и математика // Вестник Российской Академии Наук. – 1999. – Т. 69. – № 6. – С. 553–558.
4. *Арнольд В.И.* Математика для физика. О преподавании математики. Published in *Uspehi Mat. Nauk*, 1998.
5. *Новиков С.П.* Математика на пороге XXI в. // Историко-математические исследования. Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ). – 2006.
6. *Новиков С.П.* Вторая половина XX в. и её итог: Кризис физико-математического сообщества в России и на Западе // Вестник ДВО РАН. – 2006. Вып. 4. – С. 3–22.
7. *Жирмунский А.В., Кузьмин В.И.* Критические уровни развития природных систем. – Ленинград: Наука, 1990. – 224 с.