

М. Х. Шульман

РАЗМЫШЛЕНИЯ О МИРОУСТРОЙСТВЕ

(Версия от 09.01.2018)

Москва 2018

УДК 530.1
PACS 98.80.H

М.Х. Шульман *РАЗМЫШЛЕНИЯ О МИРОУСТРОЙСТВЕ*

Книга содержит три части. Первая часть посвящена изложению предложенной мною альтернативной космологической модели Вселенной. Во второй части в общем виде анализируются общие законы природы. В третьей части рассматриваются те средства – мозг и общество, с помощью которых мы познаем устройство мироздания.

© Шульман М.Х., 2018

M.H. Shulman. *REFLECTIONS ON THE WORLD'S CONSTRUCTION*

The book contains three parts. The first one is devoted to the Universe alternative cosmological model that I have proposed before. In second part I analyze the general laws of Nature. Finally, in third part I consider the means that we use to the world's construction cognition.

© M. H. Shulman, 2018

Посвящается моим любимым внукам Маше и Мишели.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Начиная с 1993 года я развивал космологическую модель, согласно которой наша Вселенная является “черной дырой” в некоторой внешней гипервселенной, причем возраст (расширяющейся) Вселенной должен быть всегда строго пропорциональным ее радиусу. Эта моя деятельность оказалась, как я думаю, довольно продуктивной, она нашла ряд подтверждений в моих собственных теоретических исследованиях, а также в независимых результатах ряда зарубежных исследователей. В процессе работы я начал посещать научные семинары и представлять там полученные мною результаты. Не могу здесь не указать на неоценимую моральную поддержку, которую мне оказал проф. Александр Петрович Левич, руководитель Российского междисциплинарного семинара по темпорологии (он скончался 30.03.2016 г.). В моем сердце по отношению к нему всегда будет сохраняться самая горячая признательность и благодарность.

Многие мои коллеги, также занимающиеся глобальными моделями мироустройства, участвовали в работе Первой Российской конференции по основаниям фундаментальной физики и геометрии¹, состоявшейся в Российском Университете дружбы народов (РУДН, Москва) 10 ноября 2017 года. По существу, речь там шла о метафизике, т.е. о самых общих вопросах научного познания. Благодаря участию в этой конференции я более полно осознал свою методологическую позицию не только по вопросам космологии, но и относительно сущности и роли фундаментальных законов Природы, а также относительно влияния человеческого мозга на самый процесс познания. Всеми этими размышлениями я готов поделиться с читателями, которые проявят встречное желание познакомиться с ними.

Вопросы и замечания можно присылать мне по электронному адресу shulman@dol.ru, а все мои публикации размещены на сайте www.timeorigin21.narod.ru.

Автор, январь 2018 г.

¹ В программный комитет конференции вошли Ю.С. Владимиров (МГУ, РУДН), А.А. Старобинский (ИТФ РАН), А.П. Ефремов (РУДН), К.А. Бронников (РУДН), В.Д. Ивашук (РУДН), А.Ю. Севальников (ИФ РАН), И.Э. Булыженков (МФТИ).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЧАСТЬ 1. Альтернативная космологическая модель Вселенной.....	6
1.1. Альтернатива Стандартной модели.....	6
1.2. Почему наша Вселенная не может не быть черной дырой?.....	7
1.3. Что происходит при рождении черной дыры?.....	8
1.4. Формализм ТШРВ.....	11
1.5. Постоянство отношения массы Вселенной к ее размеру.....	12
1.6. Обсуждение модели.....	14
ЧАСТЬ 2. О законах природы.....	18
2.1. Познание и законы природы.....	18
2.2. Можно ли вывести физику из математики?.....	20
2.3. Физика как содержательная основа математики.....	25
2.4. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы физики).....	26
2.5. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы биологии).....	28
2.6. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы социума).....	29
2.7. Сотворение по плану.....	30
ЧАСТЬ 3. Познание, мозг, социум.....	32
3.1. Мнения авторитетов.....	32
3.2. Деятельность мозга как результат эволюции.....	33
3.3. Как работает мозг.....	34
3.4. Базовые представления о функционировании мозга.....	37
3.5. Как устроено сознание?.....	38
3.6. Мозг и социум.....	41
Ссылки.....	43

ВВЕДЕНИЕ

В этой книге вниманию читателя предлагаются размышления автора о мироустройстве, сгруппированные в три части. При этом вторая и третья части во многом представляют собой компиляцию результатов и представлений специалистов в соответствующих областях, однако позволяют мне прийти к определенным собственным выводам.

Первая часть посвящена изложению предложенной мною альтернативной космологической модели Вселенной. Мною была выдвинута и обоснована гипотеза, что наша Вселенная является черной дырой в некотором внешнем по отношению к ней мире. Из этого оказалось возможным вывести большой ряд нетривиальных следствий, не только хорошо согласующихся между собой, но и замечательно описывающих наблюдательные данные.

Во второй части в общем виде анализируются общие законы природы. Под *законом* понимают, как правило, устойчивое (воспроизводящееся) соотношение между некоторыми материальными² или нематериальными объектами и явлениями. Например, можно говорить о законах в сфере естественных наук (включая математику), законах философии, законах общества. Эти законы могут иметь частную или общую применимость. Обсуждается возможность их вывода из чистой математики (т.н. “пифагорейский” подход), однако предпочтение я отдаю их индукции на основе эмпирического подхода

В третьей части рассматриваются те средства – мозг и общество, с помощью которых мы познаем устройство мироздания. Рассмотрены деятельность мозга как результата эволюции, особенности деятельности мозга, представления о мозге как гиперсетевой структуре, аналогии между мозгом и социумом.

² Мы условимся к *материальным* объектам и явлениям относить такие, которые характеризуются вполне определенной протяженностью в пространстве и во времени.

ЧАСТЬ 1. Альтернативная космологическая модель Вселенной

1.1. Альтернатива Стандартной модели

В 2011 году группа физиков была удостоена Нобелевской премии “за открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения дальних сверхновых”. Из их наблюдений в действительности следовало, что существует некоторое отклонение от зависимости светимости от красного смещения, предсказываемой простейшей космологической моделью Эйнштейна с *нулевой* космологической постоянной. Для объяснения этого отклонения лауреаты предложили ввести в модель *отличную от нуля* космологическую постоянную (значение которой они, что называется, “руками” подогнали к подходящему результату), ускоренное расширение Вселенной, загадочную темную энергию, и. п.

С точки зрения автора настоящей книги (и некоторых других исследователей) интерпретация полученных данных и сами данные вызывают большие сомнения, хотя отклонения светимости от ожидаемой – реальный эффект. В частности, получило определенное распространение мнение, что скорость расширения Вселенной на самом деле *постоянна* на всем протяжении ее эволюции. Сторонников представления о *линейном* расширении Вселенной сейчас насчитывается довольно много, вот некоторые из них:

- Группа ученых под руководством профессора Субира Саркана из отделения физики Оксфордского университета выразила сомнение в стандартной космологической концепции. Используя значительно расширенный набор данных — каталог из 740 сверхновых типа Ia, более чем в 10 раз превышающий по размерам оригинальную выборку — ученые выяснили, что сведения о расширении могут быть менее точными, чем считалось раньше. Вновь использованные данные соответствуют постоянному темпу расширения. [Нильсен, Гуффанти и Саркар, 2016]
- Группа профессора Ф. Мелиа (профессор физики, астрономии и прикладной математики Аризонского университета, научный редактор The Astrophysical Journal и ассоциированный редактор The Astrophysical Journal Letters) [Мелиа, 2007 – 2017b]. Он с сотрудниками проанализировал большое количество астрофизических наблюдательных данных, и все они свидетельствуют в пользу модели линейного расширения Вселенной ($R = cT$).

Мною предложена альтернативная космологическая модель, которая предсказывает именно *линейное* расширение Вселенной и позволяет количественно объяснить все основные наблюдательные факты не хуже (а в ряде случаев – лучше), чем это делает “стандартная” космологическая модель (СКМ). Из предлагаемой модели следует большое количество важных утверждений о неожиданных свойствах Вселенной (которые, однако, не противоречат эмпирическим наблюдениям). Например, *глобальный возраст Вселенной оказывается эквивалентом ее текущего радиуса кривизны*.

Модель, которую я называю теорией шаровой расширяющейся Вселенной (ТШРВ), исходит из того, что наша Вселенная представляет собой черную дыру³ в некоторой внешней гипервселенной. Черная дыра, как известно, может только необратимо расширяться, поглощая извне энергию и материю. На чем основывается такое утверждение⁴?

³ Черная дыра – это материальное тело, которое свет (и ничто другое) не может покинуть из-за действия гравитационного притяжения данного тела.

⁴ Впервые, насколько мне известно, гипотеза о том, что наша Вселенная является черной дырой, была высказана летом 1972 года практически одновременно (но независимо) в двух совершенно разных по характеру статьях. Индийский физик-теоретик Р.К. Патриа написал статью [Патриа, 1972], а британский математик Ирвин Гуд свою статью [Гуд, 1972] озаглавил так: “Китайские матрешки вселенных”.

1.2. Почему наша Вселенная не может не быть черной дырой?

Современная астрофизика установила, что средняя плотность материи во Вселенной в данную эпоху равна $\rho \sim 10^{-29}$ г/см³. Предположение о том, что материя с такой (или любой другой конечной) плотностью может занимать неограниченный пространственный объем пространства, ведет к противоречию. В самом деле, если выделить в любом месте Вселенной шар с геометрическим радиусом r_1 , пропорциональным корню кубическому из его массы M , то его гравитационный радиус $R_G=2GM/c^2$ (где c – скорость света в вакууме) будет линейно пропорционален массе, так что эти две зависимости обязательно пересекутся (при заданной величине ρ) в определенной точке графика (рисунок 1-1).

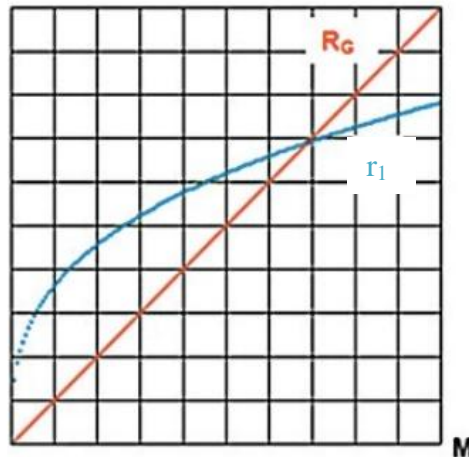


Рис. 1-1. Изменение гравитационного (R_G) и геометрического (r_1) радиусов объекта с ростом его массы M при заданной плотности $\rho = \text{const}$.

Таким образом, достигнув точки, в которой $r_1 = R_G$, материя сколлапсирует и превратится в черную дыру, поэтому случай $r_1 > R_G$ невозможен. С другой стороны, ситуация, при которой радиус Вселенной $r_1 < R_G$, не может быть устойчивой – материя заполнит любые “пустоты”.

В соответствии с рис. 1-1 интересно рассмотреть различные типы астрофизических объектов – планету, звезду, галактику и Вселенную в целом. Рассчитав для каждого из типовых объектов отношение реальной плотности ρ к ее критическому значению ρ_{cr} (при котором наступил бы гравитационный коллапс данного объекта), мы действительно увидим (таблица 1-1), что с ростом величины объекта отношение (ρ/ρ_{cr}) неуклонно приближается к единице. Это означает, что размер Вселенной 10^{26} м соответствует как раз состоянию ее гравитационного коллапса.

Табл. 2-1

Отношение (ρ/ρ_{cr}) для различных астрофизических объектов

Объект	Масса M (кг)	Радиус r_1 (м)	Гравитационный радиус R_G (м)	$(\rho/\rho_{cr}) = (R_G/r_1)^3$
Земля	$6 \cdot 10^{24}$	$6 \cdot 10^6$	10^{-2}	$\sim 10^{-26}$
Солнце	$2 \cdot 10^{30}$	$7 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^3$	$\sim 10^{-16}$
Млечный Путь	$3 \cdot 10^{42}$	$\sim 10^{19}$	$\sim 10^{15}$	$\sim 10^{-12}$
Вселенная	$\sim 10^{53}$	$\sim 10^{26}$	$\sim 10^{26}$	~ 1

Возражая против гипотезы о том, что наша Вселенная есть черная дыра, известный отечественный космолог А.Д. Чернин (в частном письме ко мне от 14.06.2008) писал: “Ваша идея насчет привлечения решения Шварцшильда к космологии вряд ли поможет в решении проблем, о которых Вы пишете: это решение не согласуется с фактом изотропии

сопутствующего пространства.” Действительно, *стандартная модель* черной дыры исходит из того, что *внешнее* решение продолжается *внутрь*, при этом такое решение оказывается существенно зависящим от “расстояния” до центра черной дыры, что исключает изотропию. Такие внутренние решения (которые получили Шварцшильд, Райсснер, Нордстрём, Керр, Ньюмен и др.) отличаются крайне экзотическими особенностями – интригующая внутренняя структура ЧД, центральная сингулярность, связь с бесконечно удаленными во времени состояниями нашей Вселенной и даже с другими вселенными.

Однако эта посылка представляется мне несостоятельной: внутреннее решение для ЧД *не является* продолжением внешнего решения, и вот почему. Как оказалось, для *внешнего* наблюдателя ЧД может абсолютно строго рассматриваться как двумерная физическая мембрана из вязкой жидкости с определенными механическими, электрическими и термодинамическими свойствами. При этом основные свойства мембраны определяются ее поверхностным гравитационным и электрическим зарядами. Действительно, *механическая* форма мембраны (горизонта событий ЧД) достигает динамического равновесия в результате взаимодействия между поверхностным давлением, гравитацией и центробежными силами. *Электродинамические* свойства ЧД проявляются в полном сходстве между мембраной и электропроводящей сферой, а форма силовых линий электрического поля, создаваемого заряженной частицей вблизи горизонта невращающейся черной дыры, совпадает с формой силовых линий этой проводящей поверхности. С *термодинамической* точки зрения площадь мембраны ведет себя подобно энтропии обычного тела, т.е. не уменьшается или растёт, но не убывает (теорема Хокинга). Сама мембрана может также быть охарактеризована эффективной температурой, которая пропорциональна поверхностному гравитационному заряду.

Поэтому мы можем попытаться отождествить нашу Вселенную не с трехмерной сферой, а с *трехмерной поверхностью четырехмерной гиперсферы*. В этом случае все точки этой трехмерной поверхности равноправны, т.к. они *одинаково удалены* от центра гиперсферы. Новое решение свободно от сингулярностей.

1.3. Что происходит при рождении черной дыры?

В пользу такой модели говорит также мое собственное исследование [Шульман, 2007а], основанное на известных результатах общей теории относительности (ОТО). Оно выявило интригующую картину того, что происходит при образовании черной дыры с объектом конечных размеров (т.е. не точечного). Оказывается, при сжатии такого объекта перед самым коллапсом (но еще до его наступления) возникает принципиально новая ситуация: распределение давления внутри объекта полностью изменяется. Вместо положительного давления, конечного по величине, убывающего от центра объекта к его внешней границе, возникает бесконечный биполярный разрыв давления, который по мере приближения к состоянию коллапса вытесняется из центра объекта к его границе (рис. 1-2). При этом мембранная оболочка *действительно возникает на горизонте* событий черной дыры (ЧД)

При таком подходе представление о двумерности граничной мембраны оказывается не приближенным, а абсолютно точным. Вся масса черной дыры окажется сосредоточенной в этой двумерной области⁵ вполне однородным образом, поскольку различий, зависящих от удаленности относительно центра, не будет. Становится также понятным, почему энтропия в окружающей *внешней* среде в среднем пропорциональна *объему* элемента среды, а в мембране – *площади* элемента поверхности мембраны.

В публикации [Шульман, 2007а] мною была рассмотрена задача о давлении *внутри* однородного конечного материального шара путем незначительной модификации результатов, представленных в монографии [Толмен, 1934], см. § 96, формулы (96.12) – (96.14). Достаточно

⁵ В качестве аналогии рассмотрим зависимость от центра для потенциала электрически заряженного шара в классической физике. Вне шара поле совпадает с полем эквивалентного точечного заряда. В то же время поле внутри шара зависит от того, как расположены заряды в шаре – если распределены только на его поверхности, то поле внутри шара будет равно нулю.

далеко от режима коллапса давление строго положительно и монотонно убывает от центра шара к его границе до нуля (рис. 1-2). Здесь r – текущее расстояние от центра шара, r_1 – радиус шара. Параметром, характеризующим удаленность от коллапса, является отношение (R/r_1) радиуса кривизны R объекта к радиусу шара r_1 или отношение (ρ/ρ_{cr}) текущей величины плотности ρ к критической ρ_{cr} , при которой наступает коллапс. Заметим, что радиус кривизны R определяется соотношением $R^2=3c^2/(8\pi G\rho)$ и однозначно связан с гравитационным радиусом $R_G=2GM/c^2$ объекта условием $R_G/r_1 = (r_1/R)^2$.

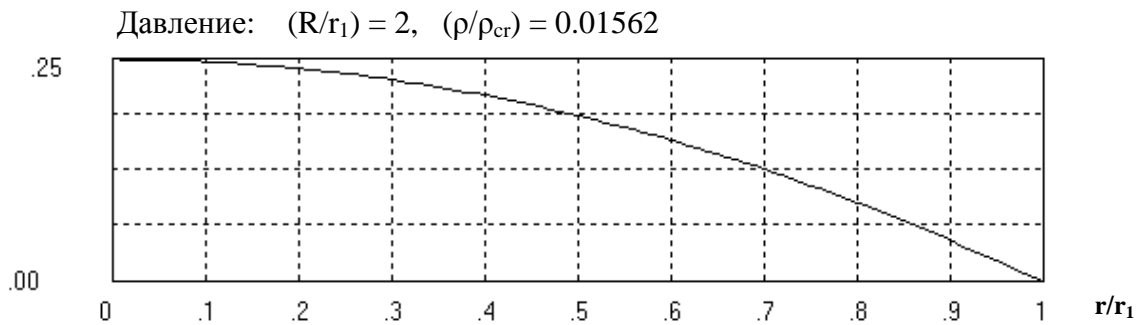


Рисунок 1-2. Распределение давления вдалеке от режима коллапса

По мере приближения к режиму коллапса (пока $(R/r_1) > 3/2\sqrt{2}$) возрастает неравномерность распределения давления – оно как бы “сплющивается” в центральной области шара (рис. 1-3 а и б).

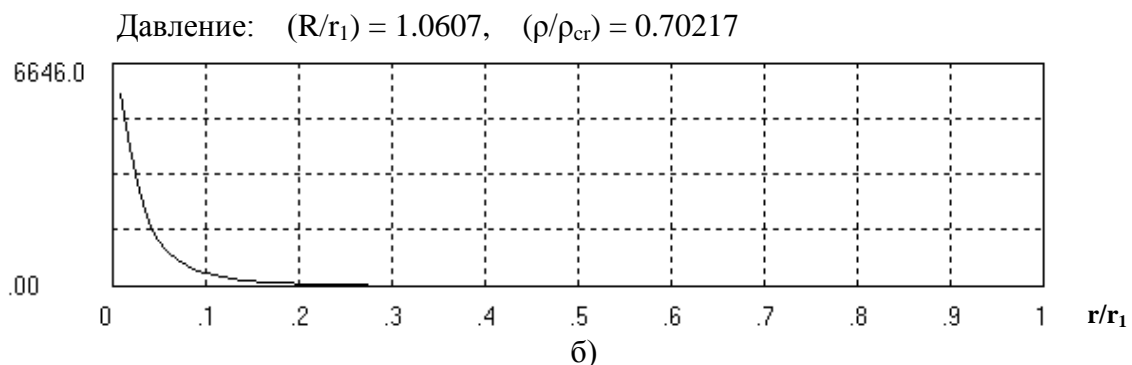
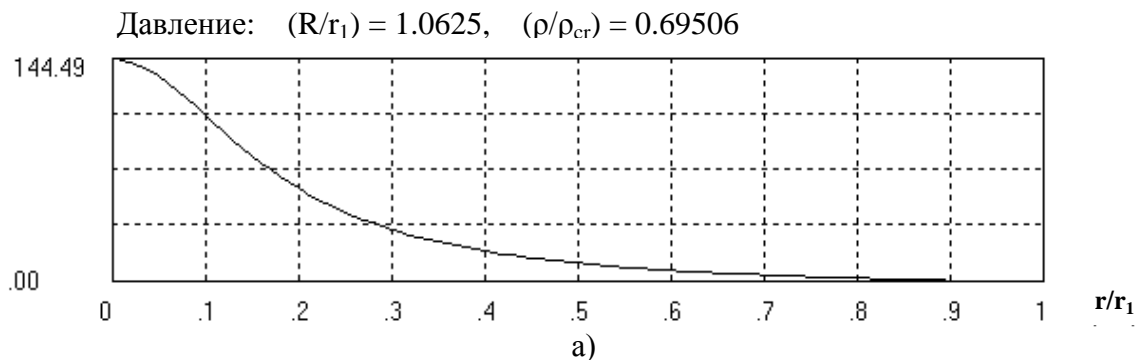


Рисунок 1-3. Эволюция распределения давления при приближении к режиму коллапса

Совсем другая картина наблюдается при дальнейшем приближении к режиму коллапса т.е. при $3/2\sqrt{2} > (R/r_1) > 1$. “Однополярный импульс” давления конечной амплитуды преобразуется в дипольный разрыв функции, его левая часть (перед разрывом) становится отрицательной, а правая (после разрыва) - положительной (рис. 1-4а). В точке разрыва значение функции не определено.

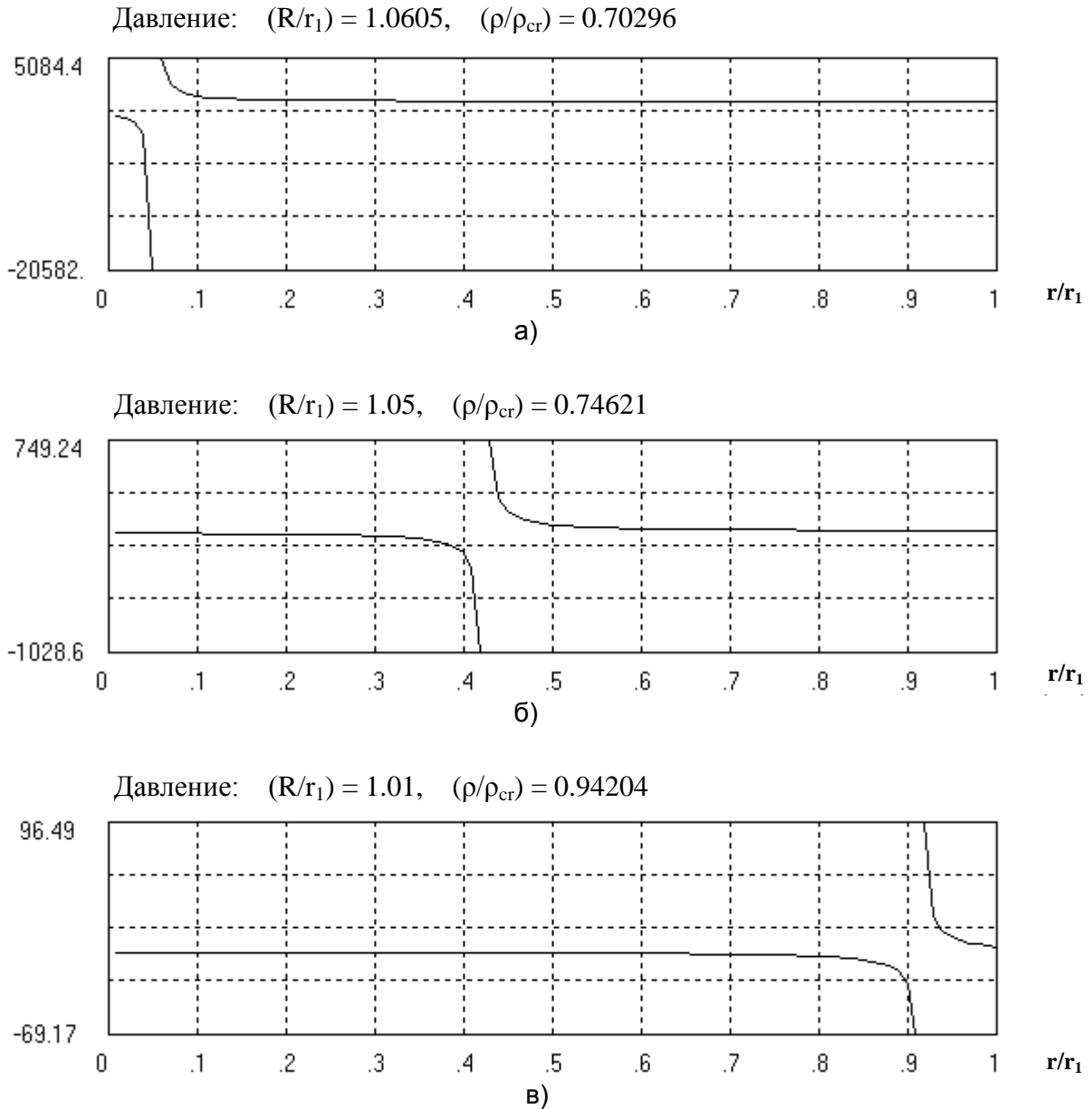


Рисунок 1-4. Переход от ограниченного по величине однополярного импульса давления к разрывному поведению и смещение точки разрыва давления к границе шара при дальнейшем приближении к режиму коллапса

Итак, еще в отсутствие коллапса, но вблизи граничного условия $R/r_1 = 1$, при котором он наступает, мы сталкиваемся с новым феноменом – *отрицательным* давлением. Отрицательные давления не являются для физики чем-то новым. В обычных условиях давление тел положительно, т.е. направлено так, как если бы тело стремилось расширяться. Это, однако, не обязательно, и тело может находиться также и в состояниях с отрицательными давлениями: в таких состояниях тело как бы “растянуто” и потому стремится сжаться. Например, отрицательным давлением может обладать перегретая жидкость; такая жидкость действует на ограничивающую ее поверхность с силой, направленной внутрь объема жидкости. В рассматриваемом случае отрицательное давление может быть обусловлено “растяжением” объема вследствие изменения метрики.

В этом диапазоне режимов по мере приближения к коллапсу положение точки разрыва очевидным образом смещается от центра шара к его границе. Начальное давление отрицательно и по мере приближения к коллапсу стремится к значению -3 , а граничное давление всегда

равно нулю. При наступлении коллапса ($R/r_1 = 1$) на границе шара давление становится неопределенным.

Итак, мы видим, что учет реальных размеров объекта при коллапсе позволяет обнаружить новые важные детали этого физического феномена. В частности, при достаточно малом превышении реальным размером тела его гравитационного радиуса график компоненты метрического тензора приобретает дополнительный экстремум, переходящий в излом при точном совпадении этих двух размеров. При этом давление, оставаясь равным нулю вне шара, в преддверии коллапса испытывает аномальный разрыв, достигая бесконечных отрицательных и положительных значений.

По мере приближения к режиму коллапса этот разрыв “вытесняется” на границу шара, которая – если речь идет о коллапсе *четырёхмерного* шара – сама оказывается (однородной по геометрическим и физическим свойствам) трехмерной гиперсферой. Внутри этой “гиперсферы”, не имеющей общих точек с “внешней” частью Вселенной, нет материи и, может быть, даже самого пространства как такового.

1.4. Формализм ТШРВ

После “рождения” такой Вселенной для нее будут справедливы обычные уравнения Эйнштейна-Фридмана (см. [Шульман, 2011a]). При решении этой системы уравнений космологи до сих пор исходили из следующих предположений. Во-первых, время полагалось *независимой* переменной, и на характер зависимости глобального радиуса кривизны R от времени заранее не накладывалось никаких ограничений. Во-вторых, полная масса (и энергия) во Вселенной полагалась постоянной, т.е. не зависящей от времени. В-третьих, давление материи (не считая давления излучения) полагалось тождественно равным нулю (гипотеза “галактической пыли”). Последнее допущение заставило космологов ввести в эти уравнения ненулевое значение космологической постоянной Λ , чтобы добиться соответствия с данными наблюдений.

В предлагаемой нами модели избран другой путь. В отличие от вышеописанного подхода, мы в явном виде вводим *параметрическое* время, строго пропорциональное полной массе Вселенной. Как известно, для шварцшильдовской черной дыры ее масса пропорциональна (гравитационному) радиусу, поэтому в конечном счете для параметрического времени мы полагаем $t=R/c$. В нашей модели R – это радиус расширяющегося 4-мерного шара, и в каждый момент параметрического времени t наша пространственная Вселенная представляет собой замкнутую 3-мерную гиперсферическую однородную поверхность⁶. Таким образом, при решении системы уравнений Эйнштейна-Фридмана мы непосредственно полагаем скорость расширения равной скорости света в вакууме c , а ускорение всегда равным нулю. Параметр c здесь – это просто эмпирически найденный переводной коэффициент между интервалами длины на 3-мерной гиперповерхности и на нормали к ней. Ось времени всегда направлена вдоль нормали к гиперповерхности.

Далее, если исходить из представления о Вселенной как о черной дыре, в ней не может сохраняться полная энергия и масса. Вообще использование закона сохранения энергии для расширяющейся Вселенной не может не вызывать некоторого недоумения: глобальное *сохранение* энергии обусловлено выполнением условий теоремы Нётер об однородности времени, а в ранней Вселенной значения компонент метрического тензора, а, следовательно, гравитационных сил и других факторов, определяющих физические законы, весьма сильно отличались от сегодняшних. Иными словами, время в расширяющейся Вселенной *не может быть однородным*.

Наконец, следуя идущей от Эйнштейна традиции, физики полагали равным нулю давление материи во Вселенной, что называется, не от “хорошей” жизни, а вовсе не из

⁶ С точки зрения “внешнего” наблюдателя период времени, когда энергия и материя не поступают извне, представляет собой как бы один момент *параметрического* времени, эволюция Вселенной на этот период “замораживается”.

принципиальных соображений. Выше было показано, что решение задачи о распределении давления и плотности *внутри* материального шара вовсе не подразумевает давления равным нулю, и оно действительно отлично от нуля. К сожалению, Эйнштейн, решая задачу для своей первоначальной модели статической Вселенной, увидел, что решения с положительным давлением не существует, а отрицательного давления он, по непонятным мне основаниям, испугался. Вместо отрицательного давления он ввел его *суррогат* – космологическую постоянную Λ , что на самом деле ничего не изменило ни в математике, ни в физической сути, но надолго (вплоть до наших дней) запутало космологов.

Поэтому в нашей модели мы никак не ограничиваем заранее зависимость ни энергии, ни давления от времени. Они ищутся в процессе решения системы уравнений. Вместо закона *сохранения* энергии мы естественным образом получаем закон *изменения* энергии во времени для расширяющейся Вселенной. Как и следовало ожидать с учетом определения параметрического времени, этот закон оказывается линейным. Что касается давления, то оно оказывается существенно отрицательным, и это имеет глубокий физический смысл (как и для модели статической Вселенной Эйнштейна): отрицательное давление описывает не что иное, как эффект взаимного тяготения частиц материи, ту самую отрицательную энергию, которую обычно и приписывают гравитации.

Полученное при сделанных предположениях новое решение системы космологических уравнений Эйнштейна-Фридмана имеет вид зависимостей плотности материи ρ и давления P от радиуса кривизны, пропорционального параметрическому времени:

$$\begin{aligned}\rho &= 3c^2 / (4\pi GR^2) \\ P &= -c^4 / (4\pi GR^2)\end{aligned}$$

Таким образом, уравнение состояния принимает типичный вид:

$$P = -\rho c^2 / 3$$

Как и должно быть, полная масса Вселенной оказывается пропорциональной R . Следовательно, неожиданным образом оправдывается предсказание Н.А. Козырева о “трансформации времени в энергию” (см. [Козырев, 1991]). Что касается количественной меры несохранения энергии, то в настоящую эпоху ее относительная величина (за один год) имеет порядок 10^{-10} , что вряд ли позволяет обнаружить непосредственно этот эффект экспериментально в лаборатории, но может пролить дополнительный свет на явления, протекающие в звездах и галактиках. Действительно, для Солнца дополнительный прирост массы за год оказывается на несколько порядков больше, чем ее расход на излучение.

Таким образом, при нашем подходе плотность и давление зависят от кривизны пространства (а не задаются “руками”), что полностью соответствует духу эйнштейновского подхода, направленного на геометризацию физики. На языке физики это означает, что плотность и давление материи суть просто данные нам в ощущениях (измерениях) характеристики кривизны пространства, т.е. что они являются вторичными, зависимыми от нее величинами. Добавим, что этот путь, в сущности, обозначил сам Эйнштейн, введя замкнутую на себя Вселенную, т.е. заменив задание фиксированных условий на границах условием самосогласованности решения.

1.5. Постоянство отношения массы Вселенной к ее размеру

Таким образом, мы будем далее исходить из того, что наша Вселенная представляет собой *черную дыру во внешней 4-мерной гипервселенной*. По этой причине и происходит необратимое расширение нашей Вселенной, когда и поскольку она поглощает материю и энергию извне. Соответственно, в нашей модели, в отличие от Стандартной, эволюция размера Вселенной сопровождается *линейным* ростом ее массы, а также не выполняется закон

сохранения энергии (впрочем, в очень малых относительных масштабах $\sim 10^{-10}$ в год в настоящую эпоху), поскольку Вселенная оказывается термодинамически открытой системой⁷.

В 1899 году Макс Планк в докладе, сделанном 18 мая 1899 года на заседании Академии наук в Берлине, предложил систему “естественных единиц измерения”. В настоящее время она строится на основе скорости света, гравитационной постоянной и постоянной, носящей имя самого Планка. В этой системе можно определить “планковские” единицы массы, длины и плотности соотношениями

$$m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \approx 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ г}, \quad l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.6 \cdot 10^{-33} \text{ см}, \quad \rho_p = \frac{m_p}{l_p^3} \approx 10^{94} \text{ г/см}^3$$

Заметим, что отношение первых двух величин равно

$$\frac{m_p}{l_p} = \sqrt{\frac{(\hbar c / G)}{(\hbar G / c^3)}} = \frac{c^2}{G} \approx 10^{28} \text{ г/см}$$

Далее, обозначим современный радиус Вселенной через R_U , а ее современную массу – через M_U . Если считать справедливой гипотезу ТШРВ о том, что наша Вселенная является черной дырой, то приведенное выше отношение ее массы к (гравитационному) радиусу в любую (в том числе – современную) эпоху будет равно постоянной величине:

$$\frac{M_U}{R_U} = \frac{c^2}{2G}$$

Как известно, $M_U \approx 10^{56} \text{ г}$, $R_U \approx 10^{28} \text{ см}$, так что их отношение имеет величину порядка 10^{28} г/см .

Таким образом, с точностью до малосущественного множителя 2 (его нетрудно исключить за счет переопределения m_p или l_p) мы получаем

$$\frac{M_U}{R_U} = \frac{m_p}{l_p} = \frac{c^2}{G}$$

В этом соотношении можно увидеть подтверждение исходной гипотезы ТШРВ о неизменности отношения массы Вселенной к ее размеру (т.е. гравитационному радиусу) в любую эпоху.

Из приведенного соотношения легко вывести безразмерный возраст Вселенной (с момента Большого Взрыва, т.е. гравитационного коллапса массивного объекта, положившего начало нашей Вселенной):

$$\frac{M_U}{m_p} = \frac{R_U}{l_p} \approx 10^{60}$$

⁷ Идея первоначальной чрезвычайной малости массы Вселенной (“Вес в момент рождения – согласно инфляционной теории – меньше миллиграмма”) высказывалась, в частности, в публичных выступлениях А.Д. Линде (например, в ФИАНе 10.06.2007), но идеология ТШРВ и развиваемой им инфляционной космологической модели не только радикально различаются, но и конкурируют в объяснении ряда важных затруднений Стандартной модели. Я выражаю благодарность Ю.А.Лебедеву, обратившему мое внимание на цитируемое утверждение А.Д. Линде.

Это означает, что начальный размер нашей Вселенной был равен $l_p \approx 10^{-33} \text{ см}$, ее начальная масса⁸ была равна $m_p \approx 10^{-5} \text{ г}$, а начальная плотность – 10^{94} г/см^3 .

1.6. Обсуждение модели

Подробное описание модели и полученных результатов дано в ряде других моих публикаций (например, в [Шульман, 2011a]). Здесь же из-за недостатка места лишь предельно кратко обсуждаются ее ключевые положения.

1.6.1. Прежде всего, устанавливается физический смысл *Большого Взрыва* – это акт образования нашей Вселенной как черной дыры в результате гравитационного коллапса некоторого объекта во внешней гипервселенной. В силу сделанных выше оговорок наша Вселенная однородна, никаких сингулярностей она не содержит.

1.6.2. В ТШРВ, в силу линейной зависимости скорости расширения от времени, радиус Вселенной и горизонта событий увеличиваются *пропорционально* друг другу. Это решает известную "проблему горизонта" без необходимости использовать гипотезу о начальной инфляции Вселенной.

1.6.3. Современные наблюдения позволили определить, что максимальному пику в спектре мощности флуктуаций температуры космического фонового излучения (рис. 1-5) соответствует угловой размер $\sim 0.6^\circ$ [Комацу и др., 2010]. В стандартной космологической модели (СКМ) на этом основании делается вывод о том, что пространственная геометрия Вселенной является *плоской*. Отсюда, в свою очередь, выводится заключение о том, что средняя плотность материи практически равна критическому значению. С учетом специально подобранного значения космологической постоянной Λ зависимость радиуса кривизны Вселенной от ее возраста в стандартной космологии (рис. 1-6) оказывается *нелинейной* и, в частности, приводит к представлению об *ускоренном* расширении Вселенной в настоящую эпоху и о том, что в этом отношении наша эпоха оказывается как бы особенной.

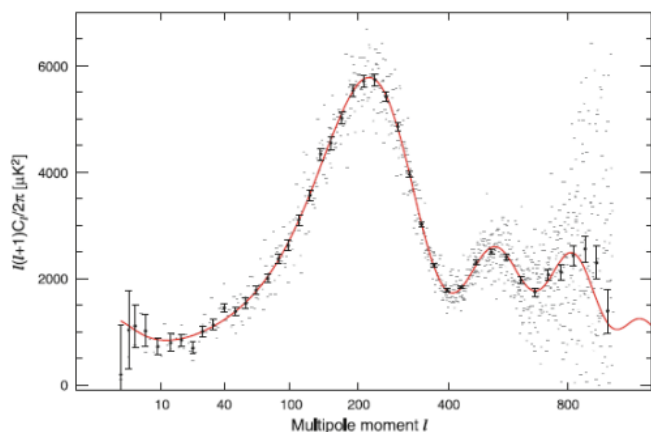


Рис. 1-5. Спектр фонового космического излучения [Данкли, 2008]

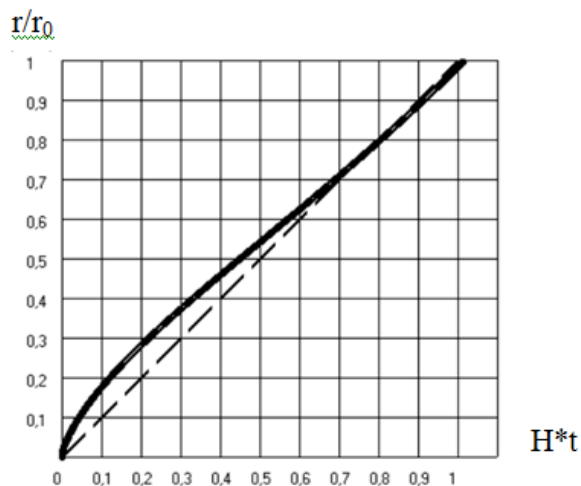


Рис. 1-6. Эволюция Вселенной в СКМ (сплошная линия) и в ТШРВ (пунктирная линия).

r – текущий радиус Вселенной, r_0 – современный радиус Вселенной; H – постоянная Хаббла, t – текущий возраст Вселенной

⁸ Иногда приходится встречать в литературе произвольные, с моей точки зрения, утверждения, что планковская масса – это “максимально возможная масса элементарной частицы”.

Между тем в работе [Шульман, 2010a] показано, что точное положение максимального пика на спектре может быть определено совершенно *независимо* от характера пространственной геометрии Вселенной. При этом наша модель утверждает, что:

- метрика Вселенной в любой момент эволюции имеет *положительную* кривизну и, соответственно, сферическую геометрию, причем ее плотность неизменно в 2 раза превышает критическое значение⁹.
- Вселенная в течение всего периода эволюции расширяется с постоянной скоростью, наша эпоха в этом отношении ничем не выделяется, так что никакого ускоренного расширения нет.

1.6.4. Спектр фонового космического излучения содержит еще одну загадку, которая практически не комментируется в научной литературе и не получила какого-либо объяснения. Речь идет¹⁰ о небольшом подъеме (рис. 1-5) в самом начале спектра (при $l \approx 5$). В нашей модели, где геометрия Вселенной является *замкнутой*, естественным образом возникает феномен древнейших реликтовых фотонов, которые успевают один раз *полностью* облететь Вселенную и даже пройти *дополнительный* угол величиной до 40° , что и дает указанный эффект (см. [Шульман и Рэффел, 2010a]).

1.6.5. Надежно установленный феномен дипольной анизотропии реликтового излучения порождает сомнения в изотропности Вселенной и, соответственно, в справедливости фундаментальных представлений теории относительности о равноправии инерциальных систем отсчета и отсутствии какой-либо выделенной системы отсчета. Предлагаемая нами модель сферической расширяющейся Вселенной исходит как раз из необходимости наличия в каждой пространственной точке Вселенной выделенной системы отсчета, что и объясняет феномен дипольной анизотропии [Шульман, 2007b]. В то же время скорость, отвечающая этой анизотропии, составляет ~ 0.001 от скорости света, что обуславливает хорошее согласие модели с релятивистскими представлениями.

1.6.6. Принудительное введение отличной от нуля космологической постоянной Λ в СКМ создает, как известно, новую (практически непреодолимую) проблему с энергией вакуума (см. обзор [Буссо, 2007]). При этом оценка энергии вакуума оказывается на 122 порядка меньше, чем дают квантово-механические расчеты. Кроме того, по моему мнению, энергия нулевых колебаний вакуума вообще не может быть извлечена и использована ни для гравитационного расширения Вселенной, ни для чего-либо еще, потому что она соответствует состоянию с наименьшей возможной энергией. Наконец, хотя Вселенная расширяется, значение Λ предполагается постоянным. В предлагаемой мной модели вводить Λ не требуется, соответствующая энергия является просто энергией гравитационного поля и автоматически учитывается решениями системы уравнений Эйнштейна-Фридмана.

1.6.7. В СКМ тот факт, что при заданном красном смещении далекие сверхновые типа Ia кажутся темнее, чем ожидалось, приписывается положительному космологическому члену Λ (значение которого и подобрано так, чтобы предсказание теории совпало с результатом наблюдений) и, соответственно, ускоренному расширению Вселенной в настоящую эпоху. В ТШРВ не требуется использовать “свободный параметр” Λ , она непосредственно дает результат, который в пределах погрешности наблюдений совпадает с предсказанием СКМ и результатами наблюдений (см. [Шульман, 2010b]).

⁹ Это подтверждается наблюдательными данными, связывающими угловые размеры галактик с красным смещением (см. [Вейнберг, 1972]).

¹⁰ См. [Данкли и др., 2008]

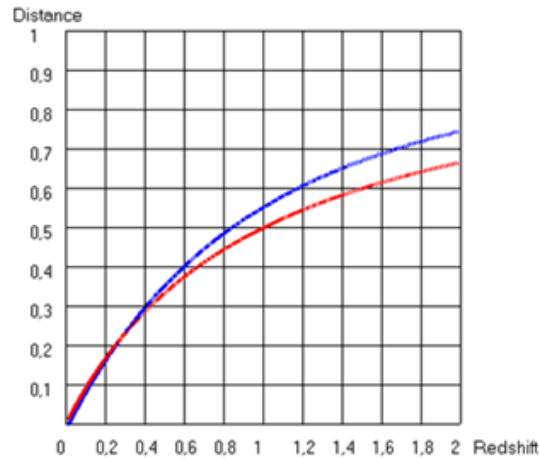


Рис. 1-7. Зависимость безразмерного расстояния (Distance) от красного смещения (Redshift) в СКМ (синяя линия) и ТШРВ (красная линия)

1.6.8. Важным космологическим тестом является зависимость от красного смещения углового размера наблюдаемых галактик. Известны работы, в которых показано, что экспериментальные данные не соответствуют предсказаниям СКМ:

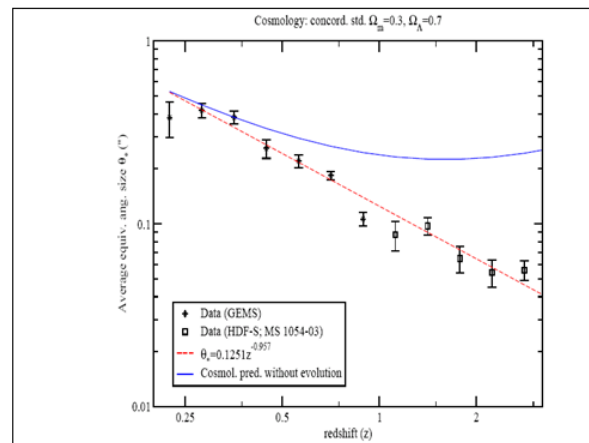


Рис. 1-8. Расчетные (СКМ) и экспериментальная (синяя линия) зависимости усредненного углового размера галактик от красного смещения из работы [Лопес-Корредойра, 2010].

По оценке автора работы [Лопес-Корредойра, 2010], наблюдаемый в действительности угловой размер галактик примерно *обратно пропорционален* величине красного смещения. Нами проделаны теоретические исследования, в результате которых оказалось, что при определенных допущениях ТШРВ также предсказывает зависимость углового размера галактик вида $\sim \text{const}/z$ (см. [Шульман и Рэффел, 2010b]).

1.6.9. Современная космология де-факто рассматривает Вселенную как замкнутую (в термодинамическом смысле) систему. Это вызывает ряд трудностей при объяснении реально наблюдаемой картины, в том числе полного несоответствия состоянию равновесия. Поэтому де-юре космология ссылается на общую теорию относительности, согласно которой мир как целое должен рассматриваться не как замкнутая система, а как система в переменном гравитационном поле, для которой второе начало термодинамики может и не выполняться.

Предлагаемая модель предлагает новую точку зрения на термодинамику нашей Вселенной. В этой модели энтропия Вселенной *уменьшается*, а не возрастает, поскольку,

подобно рабочему телу тепловой машины, она получает энергию извне при относительно высокой температуре (несколько кельвинов), а отдает ее собственным (“внутренним”) сверхмассивным черным дырам при практически нулевой температуре¹¹. Поэтому космологическая стрела времени в нашей Вселенной имеет термодинамическое происхождение и первична по отношению к другим стрелам времени. Именно это обуславливает непрерывную дифференциацию структуры Вселенной и все большее отклонение от состояния ее равновесия на протяжении 13,7 миллиардов лет параметрического времени [Шульман, 2011b].

¹¹ Сверхмассивные черные дыры в центрах галактик вносят доминирующий вклад в энтропию нашей Вселенной (см. оценки в [Игэн и Линевивер, 2009]).

ЧАСТЬ 2. О законах природы

2.1. Познание и законы природы

Хорошо известно, что человеческий мозг “навязывает” владельцу *доминирующую реакцию на изменения* в окружающей среде. Характерный пример приводит известный радиоведущий С. Доренко: “мы обычно не вслушиваемся в звук работающего двигателя самолета, но моментально реагируем, когда этот звук реально исчезает”.

Предположим, мы рассматриваем на дисплее компьютера отсканированную фотографию книжной страницы с некоторым текстом. Наш мозг сразу воспринимает сам *текст*, хотя в действительности мы видим только набор пикселей. Чтобы получить этот текст в виде, скажем, файла WORD, необходимо провести обработку изображения – его распознавание с помощью специальной программы (лично я пользуюсь соответствующей опцией программы FineReader компании АBBYY). Аналогичным образом, когда мы смотрим на групповую фотографию нескольких людей и/или какой-либо пейзаж, наш мозг незаметно для нас производит “расшифровку”, т.е. распознает отдельных людей и отдельные элементы пейзажа так, что мы способны пересказать словами содержание фотографии, так сказать, “укрупненно”, т.е. несколькими фразами, характеризующими наиболее важную для нас информацию (например, просто перечислить людей, изображенных на групповой фотографии). При необходимости каждого из этих людей и их относительное положение мы можем описать более подробно.

Итак, познание начинается с первичного восприятия и попыток расчленения воспринимаемого образа на части, затем – расчленения каждой части на более мелкие части, и т.д. Если такое (устойчивое) структурирование мозг выполнить не может, то он воспринимает наблюдаемое как *хаос* или как *неразличимое ничто* (например, “Черный квадрат” Малевича неограниченного размера).

Если же структурирование хотя бы в какой-либо степени возможно, наш мозг осуществляет его, и мы воспринимаем наблюдаемое как упорядоченное, структурно организованное, т.е. можем говорить о некотором правиле или законе, которому подчиняется воспринимаемое. Более того, наш мозг может оперировать не только с материальными объектами, но и с *абстрактными* понятиями (*идеями*), которые он изначально представляет как отдельные сущности, и эти сущности он также организует упорядоченным образом. Заметим, что *самый главный закон природы* состоит в том, что реальность (и материальная ее часть, и абстрактные конструкции) действительно и в высшей степени структурирована (по крайней мере, в той Вселенной, в которой мы живем)!

Под *законом* понимают, как правило, устойчивое (воспроизводящееся) соотношение между некоторыми материальными¹² или нематериальными объектами и явлениями. Например, можно говорить о законах в сфере естественных наук (включая математику), законах философии, законах общества. Эти законы могут иметь частную или общую применимость.

Общеприменимые законы, выявленные применительно к естественным, материальным явлениям и процессам, обычно называют законами природы. Поскольку подавляющее большинство людей приходят к консенсусу относительно материальных и нематериальных объектов и явлений и применимых к ним законов, постольку все они считаются *объективными*.¹³ Как отмечал Вигнер (**Вигнер, 1959**):

“Физик видит свою задачу в открытии законов неодушевленной природы. <...> Автор уже имел возможность некоторое время тому назад обратить внимание читателей на иерархию «законов природы» — последовательность слоёв, каждый из которых содержит более широкие и общие законы природы, чем предыдущий, а открытие его

¹² Мы условимся к *материальным* объектам и явлениям относить такие, которые характеризуются вполне определенной протяженностью в пространстве и во времени.

¹³ Разумеется, если *солипсизм* (т.е. тезис о несуществовании чего-либо, кроме моего “я”), отвергается.

означает более глубокое по сравнению с уже известными слоями проникновение в строение Вселенной. Однако в интересующем нас случае наиболее важным является то, что все эти законы природы вместе со всеми, пусть даже самыми далёкими следствиями из них, охватывают лишь незначительную часть наших знаний о неодушевлённом мире. Все законы природы — это условные утверждения, позволяющие предсказывать какие-то события в будущем на основе того, что известно в данный момент, причём для предсказания будущего некоторые аспекты состояния мира в данный момент (практически подавляющее большинство условий, определяющих это состояние) несущественны. Несущественность здесь понимается в смысле второй особенности, упоминавшейся при анализе открытой Галилеем закономерности.

Примерами законов природы являются т.н. законы сохранения (энергии, импульса, зарядов, спина и т.п.), которые, в свою очередь, вытекают из законов симметрии. По-видимому, симметрия вообще лежит в основе большинства известных законов природы. Но некоторые законы, возможно, нельзя строго вывести из свойств симметрии (таблица Менделеева, закон гомологических рядов биологии и пр.).

Великим достижением человеческой культуры является создание языков высокого уровня, к которым я отношу и математику в целом. Язык математики является более или менее универсальным. Как я узнал из публикации [Арнольд, 2002], сходной точки зрения придерживается “один из крупнейших математиков Германии, содиректор Математического института им. М. Планка в Бонне” Ю.И. Манин:

<...> он [Манин] определяет математику как раздел филологии или лингвистики: это наука о формальных преобразованиях одних наборов символов некоторого конечного алфавита в другие при помощи конечного числа специальных "грамматических правил". Отличие математики от живых языков состоит, по Манину, лишь в том, что в ней больше грамматических правил.

В то же время Ю.И. Манин имеет в виду чисто *грамматический* аспект языков, тогда как я подразумеваю их *семантику*. Как естественные языки, так и математика *семантически представляют собой открытые системы* в том смысле, что они могут бесконечно пополняться новыми смысловыми понятиями и конструкциями. Ровно так же строятся алгоритмические объектно-ориентированные языки программирования.

Разумеется, математика играет огромную роль в качестве инструмента естественных, да и гуманитарных наук. “Непостижимая эффективность математики” обсуждалась в цитируемой публикации [Вигнер, 1959], и там отмечено, что

<...> получение результатов на основе уже существующих теорий — отнюдь не самая важная роль математики в физике. Исполняя эту функцию, математика, или, точнее, прикладная математика, является не столько хозяином положения, сколько средством для достижения определённой цели. <...> чтобы стать объектом применения прикладной математики, законы природы должны формулироваться на языке математики. Утверждение о том, что природа выражает свои законы на языке математики, по существу было высказано 300 лет назад. В наши дни оно верно более, чем когда-либо.

Считаю крайне важным *усилить* тезис Швингера: не только и даже не столько математика эффективна в физике и других приложениях, сколько *естественный язык (при необходимости достаточно развитый) непостижимо эффективен при описании и моделировании окружающей нас реальности!*

2.2. Можно ли вывести физику из математики?

В последние десятилетия разгорелась довольно оживленная дискуссия о соотношении между ролью математики и ролью физики. Одна группа ученых, связывая само происхождение математики с задачами физики и прикладных дисциплин, считает физику первичной, а математику – всего лишь инструментом, хотя и необыкновенно мощным. Другая группа, ссылаясь на древних мыслителей (в том числе – на Платона), утверждает, что математика объективно отображает мир идей, который первичен по отношению к физическим законам, так что поиск новых закономерностей материального мира может и должен быть основан на некоторых основополагающих математических структурах. Рассмотрим мнения видных представителей обеих групп.

Академик В.И. Арнольд придерживался той точки зрения, что физика выступает в роли “матери” или “повивальной бабки” по отношению к математике [Арнольд, 1999, 2002]. Он писал:

Пример недопустимого влияния предвзятых идей там, где следовало бы продумать содержательную математическую теорию, дает обсуждение Декартом барометрических идей Паскаля. Паскаль исходил из опыта Торичелли с ртутным столбом и построил соответствующий прибор <...>. (это трудно, так как нужна очень прочная бочка <...>). Но Паскаль сумел все сделать <...> и построил первые водяные барометры (с пустотой над столбом воды). Он пришел к Декарту – крупнейшему ученому (Паскаль был еще совсем молодым) и рассказал ему о своей теории – законе Паскаля и т.д. Декарт, предтеча Бурбаки¹⁴, изгнавший чертежи из геометрии¹⁵, счел все это пустой теорией и написал Гюйгенсу: “Лично я все же нигде в природе пустоты не вижу, разве, быть может, в голове у Паскаля.” Через несколько месяцев он уже утверждал, что сам всему научил Паскаля. Для Декарта аксиома “природа не терпит пустоты” была дороже теории Паскаля (позже он был недоволен и дальнедействием Ньютона, считая, что планеты движут эфирные вихри). <...>

Подчеркну, что доказательства всегда играли в математике совершенно подчиненную роль, примерно такую же, как орфография или даже каллиграфия в поэзии. Математика, как и физика, – экспериментальная наука¹⁶, и сознательное сложение простых дробей $1/2$ и $1/3$ – стандартный элемент общечеловеческой культуры. Попытки отучить людей думать и остановить всякий прогресс – естественное, но опасное последствие всемирной бюрократизации и борьбы с культурой.

Римляне пытались оставить от греческой науки только “практически полезную” часть, и результатом явилось мрачное мракобесие средневековья.¹⁷ [Арнольд, 1999].

В другой публикации Арнольд писал:

Из всего рассказанного мне казалось очевидным, что математика – это часть физики, а вовсе не наука о переливании из пустого в порожнее (как утверждает Манин и как думал Гильберт до теоремы Гёделя, установившего невыполнимость программы Гильберта полной формализации математики). И математика, и физика – экспериментальные науки, разница лишь в том, что в физике эксперименты стоят миллиарды долларов, а в математике – единицы рублей. <...>

¹⁴ Николая Бурбаки – коллективный псевдоним группы французских математиков 20-го века, строивших математику как ее формальное и замкнутое изложение на основе теории множеств.

¹⁵ Декарт разработал *аналитическую* геометрию (примечание МХШ).

¹⁶ Формалисты от математики рассматривают ее как “игру”. Арнольд излагает тезис Манина: если в результате математических преобразований “и получается что-то интересное, то это означает просто, что оно содержалось уже в исходных данных”.

¹⁷ Со своей стороны, хочу напомнить также о борьбе между позитивизмом Маха и молекулярными идеями Больцмана, Смолуховского, Эйнштейна.

Известно, что французский министр просвещения (геофизик), желая понять, как учат математике детей, спросил одного отличника-младшеклассника: "Сколько будет два плюс три?" Бурбакисты-учителя не научили мальчика считать, и он не знал, что это 5, но он ответил так, как они с него требовали в школе: "Это будет $3 + 2$, так как сложение коммутативно". Министр объявил, что такое обучение никуда не годится, что подобных учителей "математиков" надо гнать из школ, а детей пусть учит кто угодно другой - химик, инженер и т. п. Но результат подтвердил социальную устойчивость бурбакизма: министра сняли с поста (и даже его министерство не сохранили, а разделили на два независимых). [Арнольд, 2002]

Рассмотрим теперь аргументацию представителей второй группы ученых. Вот как описывает В. Гейзенберг свои юношеские впечатления, определившие впоследствии его мировоззрение:

<...> В одно такое утро <...> я набрел на диалог [Платона] "Тимей", причем как раз на то место, где говорится о мельчайших частицах материи. <...> то, что я там читал, представлялось мне совершенно абсурдным. Там утверждалось, что мельчайшие частицы материи образованы из прямоугольных треугольников, которые, попарно соединяясь в равносторонние треугольники или квадраты, составляют правильные стереометрические тела — куб, тетраэдр, октаэдр и икосаэдр. Эти четыре тела якобы являются исходными элементами четырех стихий — земли, огня, воды и воздуха. Причем мне оставалось неясно, то ли эти правильные объемные тела сопоставлены с элементами на правах символов, <...> то ли действительно мельчайшие частицы земли должны иметь реально форму куба. Подобные представления я воспринял как безудержные спекуляции, извинимые разве что недостатком необходимых эмпирических знаний в Древней Греции. Но меня крайне обеспокоило, что такой способный к критической остроте мысли философ, как Платон, опускается до спекуляций подобного рода. <...> При всем том идея, что в мельчайших частицах материи мы рано или поздно наталкиваемся на математические формы, имела для меня известную притягательность. В самом деле, понимание почти безнадежно запутанной и необозримо обширной ткани природных явлений, думал я, вообще возможно лишь в случае, если мы открываем в ней математические формы. [Гейзенберг, 1959]

Известный космолог из США МаксТегмарк писал [Тегмарк, 2015]:

<...> Но почему наш физический мир демонстрирует столь исключительную математическую упорядоченность, позволившую Галилею, супергерою от астрономии, объявить природу книгой, «написанной на языке математики». <...> Я также поделюсь с вами своей (на первый взгляд сумасшедшей) идеей: наш физический мир не только описывается математикой, он и есть математика, делающая нас самосознающими частями гигантского математического объекта. <...> Если занятия физикой чему-либо меня научили, так это тому, что Платон прав. <...> Внезапно мне пришло в голову, что наша реальность не просто описывается математикой, но и является математикой в очень специфическом смысле. Не какие-то её аспекты, а вся целиком, включая нас самих. <...> Так что бесконечно разумный математик должен быть способен вывести всё древо теорий на рисунке лишь из этих уравнений, извлекая из них свойства физической реальности, которую они описывают, свойства её обитателей, их восприятие мира и даже слова, которые они придумывают. Эта чисто математическая «теория всего» потенциально может оказаться достаточно простой для описания с помощью уравнений, которые уместятся на футболке. <...> Всё это неуклонно ведёт нас к вопросу: действительно ли можно найти такое описание внешней реальности, в котором не было бы никакого [смыслового] «багажа»? Если да, то описание объектов нашей внешней

реальности и взаимосвязей между ними было бы совершенно абстрактным, а любые слова или символы стали бы не более чем метками без какого-либо априорно подразумеваемого смысла. <...> Свойства же всех таких сущностей исчерпывались бы их связями между собой. <...> Математическая структура — это набор абстрактных сущностей с отношениями между ними.

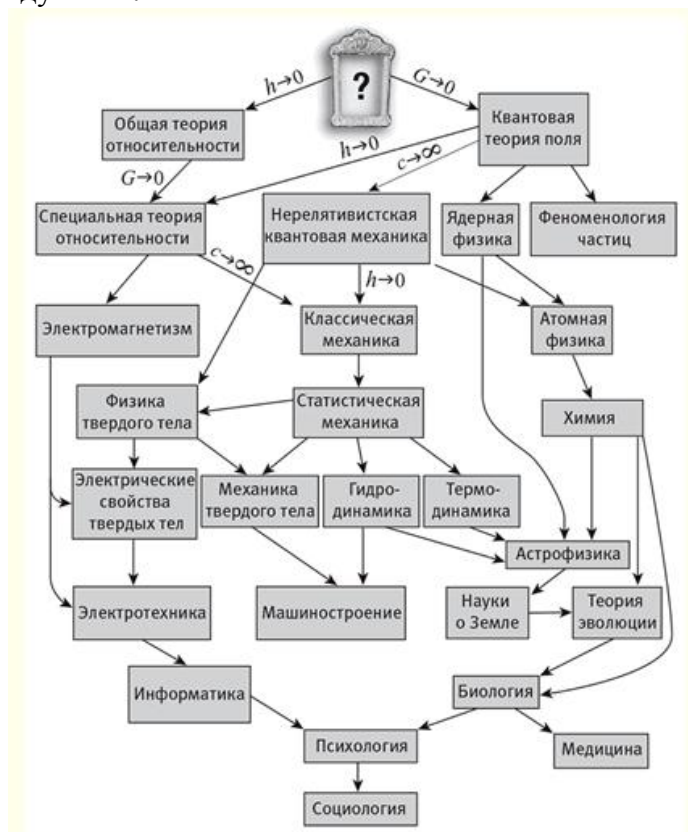


Рис. 2-1. Теории можно выстроить в «фамильное древо», где каждая из них может быть выведена, по крайней мере, в принципе, из более фундаментальных [Тегмарк, 2015].

В России яркими представителями концепции “вывода физики из математических конструкций” являются Ю.И. Кулаков (Новосибирск) и Ю.С. Владимиров (Москва). Так, в работе [Кулаков, 2008] утверждается:

Нельзя всерьёз заниматься основами науки, и в частности основами физики, вслепую, не имея перед собой “генерального плана Вселенной”. <...> С самого начала мы исходим из того, что объективно существующий Мир не исчерпывается миром эмпирической действительности, миром воспринимаемым нашими органами чувств, даже многократно усиленными современными приборами.

Необходимо признать существование другого, особого, гораздо более информационно ёмкого мира — Мира первичной реальности, тенью которого (в платоновском смысле) и является вся наша видимая Вселенная. <...>

Признание и легализация объективно существующего Мира первичной реальности кардинальным образом меняет точку зрения на природу математических объектов и самой математики.

Согласно этой точке зрения, в основе которой лежат платоновские идеи, объективно, независимо от человека, существует множество объектов нематериальной природы <...>. Между [ними] существуют определённые типы отношений, которые устанавливаются конечным числом аксиом. Эти типы отношений называются фундаментальными или порождающими математическими структурами <...>. К настоящему времени известно три типа таких “атомарных” структур:

- алгебраические структуры,
- структуры порядка и
- топологические структуры.

Чтобы преодолеть <...> пропасть, разделяющую традиционную физику (“физику Ландау”) и Теорию физических структур, нужно сначала <...> подняться с уровня традиционной теоретической физики на ещё более высокий уровень математической абстракции, исключив из теоретической физики все интуитивные, расплывчатые и неопределённые физические понятия.

<...> если мы хотим открыть принципиально новые глобальные законы Мироздания, то мы должны искать их на другом, более высоком уровне математической абстракции, свободном от всяких мешающих физических ассоциаций.

<...> ТФС – теория, специально созданная для построения оснований физики на принципиально новых общефизических, первичных, сакральных принципах, располагается на вершине виртуальной пирамиды отдельно от традиционной теоретической физики, изложенной в знаменитом многотомнике Ландау. <...>

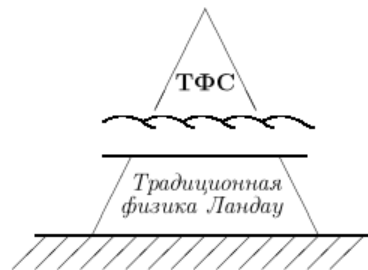


Рис. 2-2. Виртуальная пирамида физических наук [Кулаков, 2008].

Тридцать лет тому назад, после доказательства Геннадием Григорьевичем Михайличенко его знаменитой теоремы о существовании и единственности физических структур различных рангов, я поставил перед собой задачу – перестроить всю теоретическую физику на новых основаниях, взяв за основу Теорию физических структур.

Набросав в виде черновых вариантов решение этой задачи для тридцати различных фундаментальных разделов физики и некоторых “школьных” разделов математики, я понял, что эта задача по плечу способным студентам физикам и математикам, если их немного научить и поднатаскать для этой цели.

Кроме того, в работе [Кулаков, 2013] ее автор замечает:

<...> 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). <...>

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

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.). <...>

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, 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, повидимому, поэтому, будучи тупиковой, явилась причиной кризиса, охватившего современную математику.

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

Правда, при этом Ю.И. Кулаков все же оговаривается:

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.

В свою очередь, Юрий Сергеевич Владимиров [**Владимиров, 1996**] развивает теорию бинарных физических структур применительно к физике микромира:

Подходящей основой для развития реляционной концепции пространства-времени является *теория бинарных физических структур*, построенная Ю.И.Кулаковым для переформулировки ряда законов общей физики. В этой теории постулируется существование двух множеств элементов и отношений между ними, удовлетворяющих некоторым алгебраическим условиям. В теории физических структур Кулакова отношения — это вещественные числа, сопоставляемые элементам из одного или из двух разных множеств.

Нам представляется, что новая физическая картина мира должна опираться на систему элементарных понятий, заимствованных из физики микромира, из которых бы выводились понятия как классического пространства-времени, так и теории известных видов фундаментальных физических взаимодействий. Для построения такой теории, названной автором *бинарной геометрофизикой* (БГФ), использована комплексифицированная теория бинарных физических структур симметричных рангов (r , r). Только в этом случае имеется возможность отразить свойства физики микромира. Упрощенные математические модели такой теории конкретного ранга названы *бинарными системами комплексных отношений* (БСКО).

Ряд современных российских физиков также придерживается “пифагорейского” подхода. Например, В.В. Кассандров (Москва) опубликовал несколько работ, которые обосновывают поведение элементарных частиц чисто алгебраическими структурами и их свойствами. Подводя итог, он пишет в работе [**Кассандров, 2012**]:

<...> мы исходим из предположения, что в основе Природы лежит некоторый первичный Принцип (*Код, Алгоритм, Метазакон*), имеющий чисто абстрактное математическое

происхождение. Все известные т.н. «законы природы», сформулированные на основе экспериментов, либо являются *прямыми следствиями* этого единственного исходного принципа либо вообще не имеют отношения к правильному описанию природы и *лишь случайно* и приближенно выполняются при определенных условиях. <...>

Мы предполагаем, таким образом, что в основании первичного Принципа и, как следствие, устройства Вселенной лежит некоторая *объективно существующая* математическая структура (скорее всего, *числовая* или/и *логическая*), исключительная по своим внутренним свойствам. Однако последнее утверждение довольно неконструктивно, поскольку критерии исключительности в значительной мере субъективны. Какая именно из этих структур могла бы отвечать за устройство Вселенной, и каково при этом место других столь же «красивых» математических форм? <...>

Ответ на этот каверзный вопрос очень прост. Мы предполагаем, что каждая *мыслимая* математическая структура является в каком-то смысле *объективно существующей*, однако при этом соответствует некоторому особому, отвечающему только ей «миру», столь же реальному, как и наш физический мир, но кардинально отличному от него по свойствам (своего рода *параллельный мир*). <...> Возможно, лишь одна *уникальная* структура действительно кодирует геометрию, материальные объекты и динамику Вселенной.

2.3. Физика как содержательная основа математики

Еще раз вернемся к тезису Ю.И. Манина о том, что «если в результате математических преобразований и получается что-то интересное, то это означает просто, что оно содержалось уже в исходных данных». На мой взгляд, это утверждение относится исключительно к «грамматическим» конструкциям и отношениям. Предельно упрощая, приведу такой пример: из фразы «Маша старше Лены» можно вывести, что «Лена моложе Маши», но нельзя вывести, скажем, что Маша и Лена – родственницы, или что они живут в одном и том же месте – эта информация «семантически» дополняет исходную, причем возможные дополнения вполне могут быть взаимно (полностью или частично) альтернативными. Возвращаясь к обсуждаемому вопросу, можно сказать, что имеющаяся в нашем распоряжении математика (даже универсальная структура Кулакова) вполне может оказаться неполной, т.к. основана на уже известной физике. Переход к новой физике методом индукции не может считаться обоснованным – есть подозрение, что замыслы Создателя значительно более обширны, чем это может показаться физикам наших дней. Мне кажется, этот мой тезис убедительно подтверждается словами известного философа и историка науки [Визгин, 2013]:

Изучение истории формирования фундаментальных теорий в физике XIX–XX вв. позволяет выявить некоторые общие факторы метафизического характера, влияющие на процесс перехода от эмпирических фактов к фундаментальным положениям теории, процесс, который, согласно А. Эйнштейну, не является логическим. К ним относятся математичность и телеологичность физического мира (или «непостижимые эффективности» математики и аналитической механики в физике), некоторые из методологических принципов физики (такие, как принципы симметрии, сохранения, причинности, соответствия и др.), а также иногда целые философские системы. В последнем случае эффективной для физиков следует признать, согласно В.И. Вернадскому, Г. Башляру и А.Эйнштейну, позицию философского плюрализма, или философского оппортунизма.

<...> приведём ещё несколько высказываний Шрёдингера о роли метафизики в физике, написанных в 1925 г., в самый разгар борьбы логических позитивистов с метафизикой. Подчеркивая её эвристичность, он говорил и об определённых опасностях, с которыми может встретиться исследователь на пути привлечения метафизических концепций:

«Можно было бы представить себе наглядную картину: хотя, продвигаясь вперёд по пути познания, мы и должны довериться руководству незримой руки метафизики, протягивающейся к нам из тумана, но вместе с тем следует быть настороже, зная, что в любой момент она может легко и нежно заманить нас в пропасть». И дальше: «Или другая картина: в научной армии, при продвижении её в неизвестную вражескую страну, метафизика образует остриё или выдвинутые вперёд дозоры; они совершенно необходимы, но, как каждый знает, находятся в большой опасности».

2.4. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы физики)

Как уже было отмечено выше, *самый главный* закон природы состоит в том, что реальность (и материальная ее часть, и абстрактные конструкции) действительно и в высшей степени *структурирована* (по крайней мере, в той Вселенной, в которой мы живем)! Вторая по важности проблема – случайно ли, что НАШ мир именно таков, каков он есть? Эта проблема рассматривается в двух аспектах:

- Почему законы физики “тонко настроены” таким образом, чтобы наша Вселенная вообще могла существовать?
- Почему возникла и прогрессивно эволюционирует жизнь (по крайней мере, на Земле)?

Начнем с законов физики. Как пишут И.Д. Новиков и А.С. Шаров [**Новиков и Шаров, 1989**],

Эйнштейн однажды сказал: “Что меня действительно глубоко интересует, так это — мог ли Бог создать мир иным?”, т.е. могла ли окружающая нас Вселенная быть устроена иначе? Подобные вопросы раньше было “не принято задавать”, а теперь это область исследования современной физики и астрономии. Проблему можно сформулировать следующим образом: что было бы, если бы законы физики были иные? <...> Общий ожидаемый ответ, по-видимому, состоит в том, что мысленный опыт по сравнительно небольшому изменению физических констант сопровождался бы соответствующим небольшим количественным изменением в окружающем мире. Качественных же глубоких изменений во Вселенной при таких вариациях констант произойти не должно. Анализ показывает, что это заключение оказывается совершенно неверным.

Действительно, как оказывается, если бы численные значения многих безразмерных (то есть не зависящих от выбора системы единиц) фундаментальных физических параметров отличались от своих наблюдаемых значений лишь на небольшую величину, разумная жизнь (в привычном нам понимании) не могла бы образоваться.

- *Трёхмерность пространства.* Только в трёхмерном пространстве может возникнуть то разнообразие явлений, которое мы наблюдаем. Для размерности пространства более трёх невозможны устойчивые орбиты планет в гравитационном поле звёзд и атомная структура вещества (электроны падали бы на ядра). При числе измерений больше трёх квантовая механика предсказывает бесконечный спектр энергий электрона в атоме водорода, допускающий как положительные, так и отрицательные значения энергии. В случае размерностей меньше трёх движение всегда происходило бы в ограниченной области. Наконец, предельный переход общей теории относительности в ньютоновскую теорию тяготения возможен только в пространстве трёх измерений.
- *Значения масс электрона, протона и нейтрона.* Если бы нейтрон был легче хотя бы на десятую долю процента, атом водорода быстро превращался бы в нейтрон. Если бы масса электрона превышала разность масс нейтрона и протона, то химический состав

Вселенной коренным бы образом изменился. В ней отсутствовал бы водород, а следовательно, звёзды в их обычном понимании, жизнь.

- *Существование дейтрона и несуществование гелия-2.* Реакция горения водорода в звёздах идёт очень эффективно. Если бы сила протон-нейтронного взаимодействия была бы меньше, дейтрон был бы нестабилен, и вся цепочка горения водорода оборвалась. Если бы константа связи была заметно сильнее, то размеры дейтрона были бы меньше, и реакция горения шла бы не столь интенсивно. И в том, и в другом случае оказалось бы, что звёзды горели бы менее интенсивно, что не могло бы не сказаться на жизни. С другой стороны, известно, что два протона не способны образовать связанного состояния: сильное взаимодействие всё же недостаточно сильно. Если бы константа сильного взаимодействия была бы немного больше, то ядра гелия-2 были бы стабильными частицами. Это, вероятно, имело бы катастрофические последствия для эволюции Вселенной: в первые же её дни весь водород выгорел бы в гелий-2, и дальнейшее существование звёзд оказалось бы невозможным.
- *Резонанс в ядре углерода-12.* Согласно стандартной космологической модели, сразу после Большого взрыва материя во Вселенной практически полностью находилась в виде водорода и гелия. Ядра гелия сами по себе практически стабильны, и потому совершенно неочевидно, что в процессе горения звёзд должны в больших количествах образовываться более тяжёлые элементы. Роль “посторонней помощи” играет резонанс (возбуждённое состояние) углерода-12 с энергией 7,65 МэВ. Он кардинально убыстряет процесс горения гелия. Именно благодаря ему на конечной стадии звёздной эволюции образуются тяжёлые элементы, которые после взрыва сверхновых разлетаются в пространстве и впоследствии образуют планеты. [Википедия, статья “Антропный принцип”].

В целом, учитывая изложенные аргументы, возникает ощущение, что во Вселенной всё “настроено” для того, чтобы жизнь смогла образоваться и просуществовать достаточно долго. Рассматривая вышеприведенные и дополнительные аргументы, Новиков и Шаров пишут:

Таким образом, относительно небольшие вариации фундаментальных констант ведут не просто к небольшим количественным изменениям, а к кардинальным качественным изменениям в природе. В этом смысле наша Вселенная оказалась весьма неустойчивой по отношению к подобным изменениям в законах физики. Возникает вопрос — какой смысл в подобных рассуждениях? “Кто” или “что” может варьировать законы физики, ведь мы знаем реальные значения фундаментальных постоянных и, используя эти значения, должны вести рассмотрение всех процессов в природе. Ведь нет же в действительности какой-то “другой” физики и нет “других” вселенных?

Приведенные примеры показывают, что значения констант зачастую выглядят так, как будто природа специально “подгоняла” эти значения для того, чтобы могли появиться сложные структуры во Вселенной и, в конце концов, чтобы могла появиться жизнь. При этом природе “приходится” устраивать иногда значительные флуктуации от типичных значений констант, устраивать весьма “тонкую настройку” законов физики.

Сравнительно недавно возник новый научный подход, который пытается объяснить все особенности и “странности” нашей Вселенной. Известный советский космолог А. Л. Зельманов, характеризуя этот подход, сказал: “Мы являемся свидетелями данных событий потому, что другие события протекают без свидетелей”. Эти слова выражают суть так называемого антропного принципа.

<...> наблюдатели (“свидетели”) могут появиться только при определенном наборе физических констант, при определенных физических законах <...>. Если и были (или может быть есть?) другие вселенные с иными законами, то они существуют без сложных структур, а, значит, без “свидетелей”. В них никогда не появляется жизнь. Таким образом, наша Вселенная такая, как мы ее видим именно потому, что мы в ней есть.

Согласно нарисованной А. Д. Линде картине, подавляющая часть физического пространства — времени находится в состоянии квантовой пены <...>. В возникающих из нее “пузырях” происходят квантовые флуктуации, и в то же время происходит их раздувание <...>. Большая часть объемов “пузырей” тут же возвращается из-за флуктуации в состояние “пены”. В малой части объема может продолжаться раздувание и проявление квантовых флуктуаций плотности <...>. Эти объемы продолжают систематически раздуваться, <...> превращаясь <...> в горячие вселенные. В одной из таких вселенных и находимся мы. Можно сказать, что происходит вечное рождение Вселенной из флуктуации (или, если угодно, рождение многих вселенных), вечное воспроизводство Вселенной самой себя. <...>

При рождении новых минивселенных из вакуумной пены происходят, вероятно, флуктуации всех физических параметров, включая размерность пространства и времени, и флуктуации самих физических законов. Итак, возможно, природа “пыталась” несчетное число раз создавать вселенные с самыми разными свойствами. Мы живем в “наиболее удачном” (для нас) экземпляре этого вечного творения. Но надо помнить, что “наша Вселенная” не является ни наиболее типичной, ни наиболее вероятной частью мира. Таков ответ современной науки на вопрос Эйнштейна о возможности совсем иных миров. [Новиков и Шаров, 1989]

Лично мне антропный принцип не кажется убедительной гипотезой, хотя, безусловно, в какой-то степени выглядит правдоподобным. Я, однако, вовсе не разделяю предположение об общемировой квантовой пене и “первичной инфляции” – описанная мной в первом разделе космологическая модель не требует такого сценария для объяснения наблюдаемых феноменов. Большой Взрыв я считаю коллапсом определенного количества материи в гипervселенной, в процессе которого уже в нашей, только что родившейся, Вселенной возникли квантовые флуктуации, определившие наблюдаемый ныне спектр реликтового излучения. *Линейный* же характер расширения Вселенной на всех – даже самых ранних – этапах ее эволюции автоматически устраняет все трудности, приведшие к построению сценария первичной инфляции (проблемы однородности и плоскостности Вселенной). Т.е., с моей точки зрения, этот сценарий оказывается излишним.

Далее, логика антропного принципа есть логика случайности. Эта логика удовлетворительно работает (может быть обоснована приемлемым образом) далеко не всегда, необходимым для этого условием является реальная наблюдаемость полного множества базовых сценариев; только в этом случае можно говорить о частоте и ее пределе – вероятности. Теории, подобные теории Эверетта, не создают подобных предпосылок, им, насколько можно предполагать, суждено всегда оставаться на уровне непроверяемых гипотез.

2.5. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы биологии)

Поэтому я считаю малоубедительной, скажем оценку Е. Куниным вероятности возникновения жизни на Земле (10^{-1018} , см. [Кунин, 2012]). Эти рассуждения кажутся мне весьма схоластическими, напоминая средневековую задачу о том, сколько ангелов можно разместить на острие иглы. Такого рода оценки не верифицируемы и, как правило, базируются на некорректных исходных предположениях.

По этим причинам я придерживаюсь взглядов, близких к креационизму или теории разумного творения. Считаю нужным, однако, сразу же твердо и безоговорочно подчеркнуть, что в данном случае речь идет не о *вере*, а только о строго *научной гипотезе*. Это значит, что гипотеза должна подтверждаться эмпирическими (наблюдательными) фактами, соответствовать другим гипотезам и моделям, не противоречащим реальности. В случае несоответствия гипотеза должна быть подвергнута критике и отклонена.

В самом деле, во Вселенной еще не было никаких атомов, а логика их конфигурации уже была предопределена законами квантовой механики (т.е. таблицей Менделеева). Аналогичным

образом, в биологии известна концепция Берга-Любищева-Мейена, к которой примыкает и закон гомологических рядов Вавилова. Согласно названной концепции, эволюция видов скорее обусловлена существованием *априорных ниш* в видовом многообразии, наличием своего рода *биологической таблицы Менделеева*, которая заполняется живой материей опять-таки с течением времени, под давлением некоего мощного движущего фактора. В современной биологии накоплены фундаментальные группы результатов, противоречащих простой концепции эволюции и состоящих, в частности, в том, что идентичные формы во множестве существуют у таких животных и растений, которые заведомо не связаны общей генеалогической линией, так что они не могут быть объяснены эволюционной теорией Дарвина:

<...> эволюция выступает не как набор разрозненных актов, каждый из которых надо рассматривать отдельно (как приспособление таксона¹⁸ к каким-то конкретным условиям), а как нечто цельное, как переход от одного упорядоченного множества к другому, столь же (или более) упорядоченному. Поэтому процесс эволюции неравномерен: долгие периоды взаимной упорядоченности <...>. Эволюция таксона являет движение вдоль строк рефренов (развитие наличных свойств) и вдоль столбцов рефренов (появление новых свойств, т.е. прогресс). <...>

Откуда берутся рефрены, мы пока не знаем. В частности, не знаем, почему рефренные таблицы сходны у организмов с очень различными онтогенезами. (Возможно, тут был прав Любищев с его “эстетической целесообразностью”, являющейся частью мира идей Платона.) Зато примерно знаем, как заполняется такая таблица: чаще заполняются клетки, близкие к уже занятым, т.е. значительные изменения происходят редко. <...>

Наконец, ход эволюции можно рассматривать как единый процесс развития биосферы, в чем-то похожий на развитие организма: как появление у зародыша отдельных типов клеток подчинено задаче формирования цельного организма, так и эволюция природы как целого подчиняет себе эволюцию каждого таксона. Единый организм биосферы (Гея) являет собой как физиологическую и генетическую, так и морфологическую целостность. Одно неясно – есть ли он единое целое в смысле поведения.

Независимо от неясности многих деталей, эволюция в целом предстает как единый системогенез, а не как набор актов приспособления каждого вида к его собственной среде. Среда как независимый фон выступает в отношении немногих обстоятельств (космические факторы, вулканизм и т.п. [Чайковский, 2003])

2.6. “Мог ли Бог создать мир иным?” (законы социума)

Наличие общих законов проявляется и в структурах популяций животных и людей. Как и в случае косной и живой материи, эти законы проявляются изначально, когда популяции еще только предстоит появиться. В простейшем случае эти законы сводятся к образованию (по понятным биологическим основаниям) семей и родов, а также к иерархической структуризации популяции – появлению лидера (альфа-самца) и, возможно, сублидеров и/или строгой системы подчиненности вплоть до каждой пары особей. Возможна структуризация по типу деятельности (знать, касты, классы, профессии, группы “рабочих” муравьев, рабов и т.п.).

Если в будущем возникнут коммуникации между населением различных планетных и/или звездных систем, то и в этом случае – еще до зарождения таких отношений – некоторым образом эти отношения уже предопределены, хотя сейчас мы можем только догадываться об их характере.

¹⁸ Таксон – группа в классификации, состоящая из дискретных объектов, объединяемых на основании общих свойств и признаков (например, в биологии – класс, отряд, род, вид и т.п.).

2.7. Сотворение по плану

Мне представляется неоспоримым, что в логике эволюции Вселенной на всех уровнях предусмотрены своего рода “ниши”, достигая которых элементы косной и живой материи обретают устойчивую (мета)стабильность и новый уровень развития. В процессе эволюции происходит постоянная *диффузия* ранее возникших состояний материи в еще не “занятые” фазовые состояния. Представим себе некоторую плоскость, на которой то тут, то там *выдавлены* различные затейливые формы. Пусть теперь на эту плоскость направлен поток движущегося вязкого однородного материала (жидкого цемента, теста или чего-либо подобного). При своем движении жидкий материал начнет заполнять *заранее* созданные формы, так что начнут возникать, а затем будут сохраняться соответствующие затейливые “отливки”. Если материал самой формы выбрать совершенно прозрачным, невидимым, то постороннему наблюдателю происходящее (образование “отливок”) может показаться чудом.

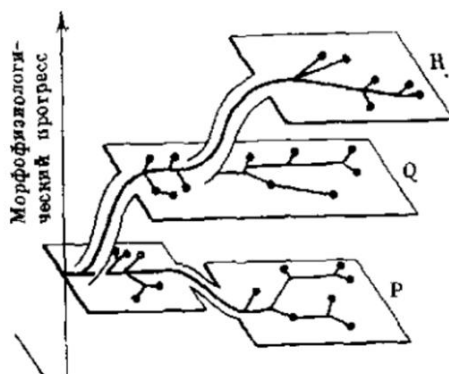


Рис. 2-3. Эволюция морфофизиологии по А.Н. Северцеву [из лекции С.Э. Шноля]

Обратим также внимание на иерархичность структуры “ниш”, когда на каждом уровне могут существовать подуровни, при этом обычно сначала заполняются все или большинство состояний очередного подуровня, и лишь после этого начинается заполнение множества состояний следующего уровня. Вот пример из физики: на каждом атомном уровне существуют подуровни состояний с данным числом незаполненных (валентных) электронов. А вот биологическая аналогия - эволюция морфофизиологии (по А.Н. Северцеву), описанная в одном из докладов С.Э Шноля (любезно предоставившего мне этот слайд) в МГУ: когда на одном уровне конкурентные направления эволюции исчерпаны, происходит переход на следующий уровень.

Подобные “ниши”, т.е. законы природы, не являются материальными объектами; это – идеальные конструкции¹⁹, выявлять которые мы можем лишь с помощью наблюдений за материальными объектами. Подобно этому, наблюдая за многочисленными реализациями шахматных партий, мы будем видеть только отдельные “ходы” фигур; лишь с помощью индукции мы с помощью этих наблюдений сможем установить правила игры в шахматы, не располагая при этом ни малейшей возможностью как-то повлиять на них, воздействуя на фигуры.

Очевидно, что рассчитывать вероятности различных состояний материальных объектов следует с неизменным учетом существования и конфигурации “ниш”, а многие априорно мыслимые состояния оказываются вообще невозможными (например, атом с тремя электронами на одной и той же орбите). По этой же причине, я думаю, возникновение жизни имеет существенную вероятность при наличии вполне реалистических окружающих условий и за достаточно большой промежуток времени. Именно наличие априорных “ниш” делает несостоятельными ничтожно малые оценки вероятности появления жизни, которые кажутся

¹⁹ Т.е. они не имеют специфической протяженности ни в пространстве, ни во времени.

вполне корректными в отсутствие таких “ниш”. Таким образом, имеются две важнейшие предпосылки существования той Вселенной, которую мы наблюдаем:

- Регулярная диффузия в пространстве *фазовых состояний* материи, начиная от распределения этих состояний в момент Большого Взрыва, с постепенным заполнением ранее незанятых ячеек фазового пространства.
- Изначальное структурирование пространства фазовых состояний, определяющее (удивительный!) будущий прогресс в ходе эволюции Вселенной.

ЧАСТЬ 3. ПОЗНАНИЕ, МОЗГ, СОЦИУМ

3.1. Мнения авторитетов

В течение как минимум нескольких тысячелетий человечество размышляет о том, что такое *реальный* Мир, и как он устроен. Этот вопрос неразрывно связан с вопросом, возможно ли в принципе познание Мира, и каковы возможные ограничения, накладываемые на процесс и результат познания. Перечень публикаций на эту тему, равно как и спектр различных точек зрения, чрезвычайно широк, и я не буду даже и пытаться дать здесь какой-либо их обзор. Приведу в качестве примера знаменитую парадигму Платона, согласно которой люди наблюдают не истинный мир (мир идей), а лишь “смутные тени” реальных вещей и событий, подобно сидящим в пещере спиной ко входу в пещере или костру, а лицом к стене, на которой они и видят эти тени.

“Философ может получить более полное представление о мире идей, постоянно ставя вопросы и находя ответы. Однако сделать это знание достоянием всего общества невозможно: толпа не в состоянии оторваться от иллюзий повседневного восприятия.” [Википедия, статья “Миф о пещере”]

Эту же концепцию пересказывает Марк Тегмарк:

Что реально? Существует ли в реальности нечто большее, чем мы способны увидеть? «Да», — ответил Платон. Древнегреческий философ сравнил людей с узниками, которые проводят всю жизнь в пещере, в оковах. Они смотрят на стену, на которую падают тени, и приходят к убеждению, что эти тени и есть реальность. Платон утверждал: то, что мы называем реальностью, — лишь ограниченное, искажённое представление о ней, и мы, чтобы приблизиться к её пониманию, должны освободиться от ментальных оков. [Тегмарк, 2015]

А вот что думали о познании и понимании выдающиеся физики 20-века:

“Понимать” — это, по-видимому, означает овладеть представлениями, концепциями, с помощью которых мы можем рассматривать огромное множество различных явлений в их целостной связи, иными словами, “охватить” их. Наша мысль успокаивается, когда мы узнаем, что какая-нибудь конкретная, кажущаяся запутанной ситуация есть лишь частное следствие чего-то более общего, поддающегося тем самым более простой формулировке. Сведение пестрого многообразия явлений к общему и простому первопринципу или, как сказали бы греки, “многого” к “единому”, и есть как раз то самое, что мы называем “пониманием”. Способность численно предсказать событие часто является следствием понимания, обладания правильными понятиями, но она непосредственно не тождественна пониманию. [Гейзенберг, 1959].

И еще:

Мир являет собой совокупность наших ощущений, восприятий, воспоминаний. Существование мира удобно считать объективно независимым. Но само его существование определено не делает мир очевидным. Мир становится очевидным благодаря весьма специфическим действиям, происходящим в весьма специфических местах этого самого мира, а именно, определенным событиям, происходящим в мозге. [Шрёдингер, 1959].

Итак, Шрёдингер и многие другие приходят к осознанию бесспорной связи между познанием и деятельностью мозга. Считается общепризнанным, что мозг каждого отдельного человека устроен и действует в общем случае сходно с мозгом любого другого современного ему человека. Далее, имея в виду продолжительную эволюцию человеческих существ, можно задаться вопросом о том, как прогрессировал процесс познания в процессе этой эволюции. Можно также поразмыслить о механизме процесса у высших животных, ибо (лично у меня, по крайней мере) нет сомнения, что, например, мыши, кошки и собаки явно способны познавать окружающий мир, адаптируясь к нему. Я даже рискну заявить, что к своего рода познанию могут быть приспособлены и искусственно созданные роботы (автоматические структуры), которые обладают приемниками входной информации (детекторами), процессорами обработки информации и средствами ее запоминания и адаптации.

3.2. Деятельность мозга как результат эволюции

В наши дни наука о деятельности мозга достигла впечатляющего прогресса. Ни в коей мере не являясь специалистом в этой области, я позволю себе сослаться на публикации лишь нескольких авторитетных авторов.

Константин Анохин в своем докладе [Анохин] воспроизводит представление, предложенное американским философом Дэниелом Деннетом, о том, как эволюционировало сознание. Для того, чтобы объяснить логику постепенного проявления тех или свойств нервной системы, связанных с разумом, последний представил эволюционные этапы возникновения сознания в виде ряда существ.

Первый тип существ он назвал *дарвиновскими* существами; это существа, каждое из которых имеет набор генов и соответствующий фенотип строения тела, которое располагает определенными способностями и возможностями. Постепенно в процессе естественного отбора [со сменой поколений] устанавливается соответствие между организмами и окружающей средой, где организмы являются вписанными в ту экологическую нишу, с которой сталкивается их вид.

Через некоторое время в основных переходах эволюции биологического мира возникла нервная система, которая позволяет, например, возникнуть так называемым *скиннеровским* существам. Скиннеровское существо имеет разные варианты соответствия внешнему миру в виде разных комбинаций активности нервных клеток. И пробуя их по очереди, одно за другим, выбирает то действие и ту активность компонентов нервной системы, которая лучше всего соответствует окружающей среде. Отбор происходит, но он происходит уже соматически в теле животного. И животное отбирает нужные варианты и нужные связи между нервными клетками вместо того чтобы гибнуть самому.

Следующий этап эволюции нервной системы и разумного поведения в схеме Деннета представлен так называемыми *попперовскими* существами. Поппер в свое время сказал, что одна из функций мозга и мышления заключается в том, чтобы убивать свои гипотезы вместо того, чтобы убивать себя. Действительно, когда животное, находится в среде и перебирает разные варианты во внешнем поведении, то какие-то из этих вариантов могут оказаться смертельными. Гораздо лучше перебрать эти варианты мысленно, выбирая один из них и только тогда переходя к проверке его проведения²⁰.

<...>

²⁰ В 2006 году ученые США провели эксперименты с обучением крыс и выяснили, что животные движутся отдельными поведенческими актами. В промежутке между ними животное как будто отдыхает или даже спит. Но когда исследователи посмотрели, что происходит в мозге у животного в этот интервал времени, то оказалось, что есть всплески активности, когда все эти клетки из разных поведенческих актов, начинают работать вдруг все вместе, что крыса как бы проигрывает у себя системы клеток, осуществлявших последовательные действия, причем она проигрывает их в обратном порядке. После обучения такие повторные проигрывания исчезают из активности ее мозга.

Грегорианские (по имени английского психолога Ричарда Грегори) существа, к которым относится человек по Деннету и, может быть, некоторые высшие приматы, имеют гораздо более сложную структуру. В структуру того или иного принципа у них включены те или иные концепции, отражающие инструменты, которыми может пользоваться организм, и манипуляция этими инструментами, среди которых через язык входят и опыт достигнутый большими группами людей, как коллективный результат, сохраняющийся в культуре и знаниях, для отражения всего этого у объекта, у которого появляется чувство собственного «я» и место в историческом процессе. <...> [Анохин]

3.3. Как работает мозг

В замечательной книге Криса Фрита [Фрит, 2007] очень интересно рассказывается о работе мозга, о том, как мозг неконтролируемо влияет на наши представления о мире. Фрит пишет:

Связь нашего мозга с материальным миром физических тел так же опосредована, как и его связь с нематериальным миром идей. Скрывая от нас все бессознательные заключения, к которым он приходит, наш мозг создает у нас иллюзию непосредственного контакта с материальным миром. В то же самое время он создает у нас иллюзию, что наш внутренний мир обособлен и принадлежит только нам. <...>

Наблюдения показали, что мы воспринимаем объекты окружающего мира не мгновенно. Гельмгольц понял, что прежде, чем какой-либо объект окружающего мира отобразится в сознании, в мозгу должен пройти целый ряд процессов. Он выдвинул идею о том, что наше восприятие окружающего мира не непосредственно, а зависит от “неосознанных умозаключений”. Иными словами, прежде чем мы воспримем какой-либо объект, мозг должен заключить, что это может быть за объект, на основании информации, поступающей от органов чувств. <...>

В 1846 году Общество дилетантов (Society of Dilettanti) направило Фрэнсиса Пенроуза в Грецию, чтобы измерить Парфенон и проверить теорию Джона Пеннеторна о том, что в зданиях времен расцвета древнегреческой архитектуры линии, которые кажутся прямыми и параллельными, обычно изогнуты или расположены под углом, потому что только так можно добиться оптического эффекта прямой линии. Сразу же по возвращении в Англию в 1847 году Пенроуз опубликовал первый результат своего исследования – статью, озаглавленную “Аномалии в конструкции Парфенона”, в которой он показал, что линии стилобата Парфенона дуговидно изогнуты. <...>

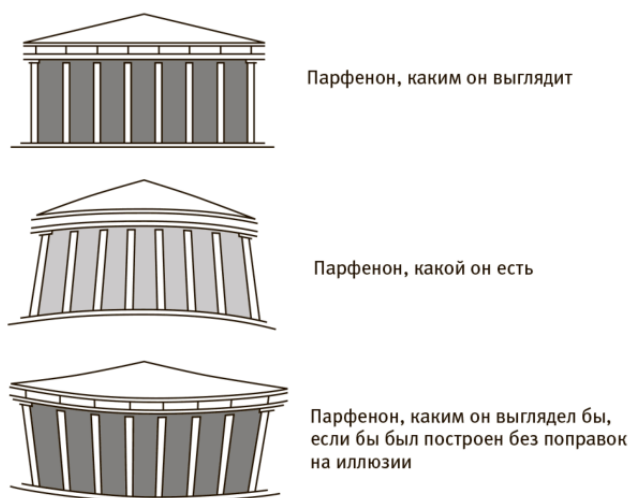


Рис. 3-1. Зрительные иллюзии, порождаемые мозгом [Фрит, 2007].

У большинства из нас разные чувства полностью отделены друг от друга. Световые волны попадают в наши глаза, и мы видим цвета и формы. Звуковые волны попадают в наши уши, и мы слышим слова или музыку. Но некоторые люди, которых называют синестетами, не только слышат звуки, когда в их уши попадают звуковые волны, но также ощущают цвета. <...> Самая распространенная форма синестезии – цветовой слух. Каждое услышанное слово вызывает ощущение цвета. В большинстве случаев этот цвет определяется первой буквой слова. Для каждого синестета любая буква и любая цифра имеет свой цвет, и эти цвета остаются неизменными на протяжении всей жизни. <...>

Наблюдения демонстрируют, что наше тело может превосходно взаимодействовать с окружающим миром даже тогда, когда мы сами не знаем, что оно делает, и даже тогда, когда наши представления об окружающем мире не соответствуют действительности. Может быть, наш мозг и связан с нашим телом напрямую, но поставляемые нам мозгом сведения о состоянии нашего тела, похоже, носят такой же косвенный характер, как и поставляемые нам сведения об окружающем мире. Мозг может не сообщить нам, что наше тело движется не так, как мы хотели. Мозг может обмануть нас, заставив думать, что тело находится не там, где оно находится на самом деле. <...>

Все, что мы знаем о материальном мире, включая все, что мы знаем о собственном теле, идет от нашего мозга. <...> мозг не просто пассивно передает нам сведения, как какой-нибудь телевизор. Наш мозг активно создает образы окружающего мира. Мы знаем, как творчески он может подходить к этой задаче, потому что иногда эти образы совершенно не соответствуют действительности. Это открытие нас шокирует и заставляет задуматься о том, как вообще узнать, соответствует ли действительности то, что сообщает нам мозг об окружающем мире. Теперь нам может показаться удивительным, что мозг вообще способен хоть иногда говорить нам правду. Мозг создает свои образы окружающего мира на основе ограниченного набора несовершенных сигналов, поставляемых ему нашими органами чувств. Например, зрительный образ, возникающий в сетчатке наших глаз, двумерен, и все же мозг создает у нас отчетливое ощущение мира, состоящего из распределенных в трехмерном пространстве объектов. К счастью, в девяноста девяти случаях из ста образы окружающего мира, создаваемые нашим мозгом, вполне достоверны. Как это может быть? <...>

Наш мозг постоянно изучает окружающий мир. Ему постоянно приходится распознавать встречающиеся предметы, чтобы понять, стоит ли приближаться к ним или избегать их. Ему нужно учиться срывать плоды и не хватать рукой осу, чтобы она нас не ужалила. Более того, это обучение происходит без помощи учителя. Рядом с нами нет никого, кто мог бы всегда подсказать нам, правильно или нет то, что мы делаем. <...>

Пользуясь ассоциативным обучением, мозг составляет карту окружающего мира. По сути дела, это карта ценностей. На этой карте отмечены объекты, обладающие высокой ценностью, сулящие награду, и объекты, обладающие низкой ценностью, сулящие наказание. Кроме того, на ней отмечены действия, обладающие высокой ценностью, которые сулят успех, и действия, обладающие низкой ценностью, сулящие неуспех. <...>

У нас есть только одна карта, а не последовательность карт, уходящая в далекое прошлое. У этой карты нет памяти. Она напоминает калейдоскоп, через который мы смотрим на мир. Пока наши предсказания выполняются, узор остается неизменным. Ошибочное предсказание встряхивает этот узор, чтобы на его месте возник новый. Это позволяет нам постоянно подстраивать свое поведение под изменчивый мир. <...>

Пользуясь своей способностью обучаться и предсказывать, наш мозг связывает нас с миром многими крепкими нитями. Благодаря этим нитям мы воспринимаем мир не как звенящую разноцветную путаницу ощущений; напротив, всё вокруг или привлекает нас, или отталкивает, потому что наш мозг научился присваивать всему определенные значения ценности. При этом наш мозг не только устанавливает, какие предметы привлекают нас, а какие отталкивают. Он также определяет все действия, которые нам может понадобиться совершить, чтобы получить то, что нас привлекает, и избежать того,

что отталкивает. Но мы не осознаём этих прочных связей – наш мозг создает у нас иллюзию, что мы – независимые существа, вполне обособленные от этого материального мира. <...>

Наше восприятие зависит от *априорных убеждений*. Это не линейный процесс, вроде тех, в результате которых возникают изображения на фотографии или на экране телевизора. Для нашего мозга восприятие – это цикл. Если бы наше восприятие было линейным, энергия в виде света или звуковых волн достигала бы органов чувств, эти послания из окружающего мира переводились бы на язык нервных сигналов, и мозг интерпретировал бы их как объекты, занимающие определенное положение в пространстве. Именно этот подход и сделал моделирование восприятия на компьютерах первого поколения такой сложной задачей.

Мозг, пользующийся предсказаниями, делает все почти наоборот. Наше восприятие на самом деле начинается изнутри – с априорного убеждения, которое представляет собой модель мира, где объекты занимают определенное положение в пространстве. Пользуясь этой моделью, наш мозг может предсказать, какие сигналы должны поступать в наши глаза и уши. Эти предсказания сравниваются с реальными сигналами, и при этом, разумеется, обнаруживаются ошибки. Но наш мозг их только приветствует. Эти ошибки учат его восприятию. Наличие таких ошибок говорит ему, что его модель окружающего мира недостаточно хороша. Характер ошибок говорит ему, как сделать модель, которая будет лучше прежней. В итоге цикл повторяется вновь и вновь, до тех пор, пока ошибки не станут пренебрежимо малы. Для этого обычно достаточно всего нескольких таких циклов, на которые мозгу может потребоваться лишь 100 миллисекунд. <...>

Мы не осознаём всей работы, которую проделывает наш мозг. Мы осознаём лишь модели, которые получаются в результате этой работы. Поэтому нам и кажется, что мы воспринимаем окружающий мир напрямую, не прилагая особых усилий. <...>

В очень далеком прошлом наши предки тоже были одиноки. Они создавали модели материального мира, но не могли делиться этими моделями друг с другом. В то время *истина* не имела значения для таких моделей. Не имело значения, верно ли эти модели отражали материальный мир. Важно было только то, что эти модели работали, позволяя предсказывать, что случится дальше. Но научившись делиться своими моделями материального мира, мы обнаружили, что модели других людей в некоторой степени отличаются от наших собственных. Среди других людей есть эксперты, у которых имеются определенно лучшие модели некоторых аспектов окружающего мира. Составляя вместе такие модели, полученные многими людьми, мы можем построить новую модель, которая будет лучше, чем любая из моделей, полученных каждым человеком в отдельности. При этом наши знания о мире больше не ограничиваются опытом одной жизни – они передаются из поколения в поколение. <...>

Я считаю, что истина существует. Пока у нас есть возможность убеждаться, что одна модель материального мира работает лучше, чем другая, мы можем стремиться создавать ряд все более и более удачных моделей. В конце этого ряда, хотя он и бесконечен в математическом смысле, находится истина – истина [относительно] того, как в действительности устроен мир. Достижение этой истины и есть задача науки. Наука движется вперед, создавая модели окружающего мира, делая предсказания на основе этих моделей и используя ошибки в этих предсказаниях для создания новых, лучших моделей. Теперь наука открывает нам, что наш мозг использует те же принципы в своем познании окружающего мира. Мы также начинаем понимать, каким образом наш мозг создает модели внутреннего мира других людей. Наша способность делиться этими моделями и делает возможным научный поиск истины. [Фрит, 2007]

Я достаточно подробно воспроизвожу утверждения Фрита, подкрепленные в его книге многочисленными описаниями экспериментов, чтобы обратить внимание читателя на *опосредованность* восприятия нами реального мира, о чем часто забывают (в том числе

ученые) при построении представлений о том, как этот мир устроен. Мне кажется интересным рассказать о небольшой дискуссии, которая имела место (во время обеда) между некоторыми участниками конференции по метафизике, прошедшей 10.11.2017 в Российском Университете Дружбы Народов. С учетом известного тезиса Ю. Вигнера о непостижимой эффективности математики [Вигнер, 1959], а также идей Ю.И. Кулакова о построении единого математического подхода к построению физики [Кулаков, 2008], возник вопрос: а насколько сама математика объективна, т.е. независима от механизма функционирования мозга и не предопределена принципами его устройства? Была высказана мысль, что привычная нам математика, вопреки бытующему мнению, все же может существенно определяться именно принципами деятельности мозга; после ряда возражений и обсуждения все согласились, что исключить такую возможность нельзя.

3.4. Базовые представления о функционировании мозга (см. [Анохин, 2015])

Элементарной единицей структуры мозга является нейрон. Нейроны связаны между собой синапсами (это места, где формируется контактный процесс между двумя клетками, между которыми происходит передача импульсов) и образуют *сети*. Общее число нейронов близко к 100 миллиардам, а число потенциально возможных связей между ними превосходит общее число атомов в нашей Вселенной. Сети, в свою очередь, могут организовываться в сети сетей и т.д., т.е. в *гиперсети*. Гиперсети обобщают понятия сетей и гиперграфов и состоят из геометрических структур, известных как реляционные симплексы или гиперсимплексы. Таким образом, гиперсети – это сети сетей сетей... (рис. 3-2).

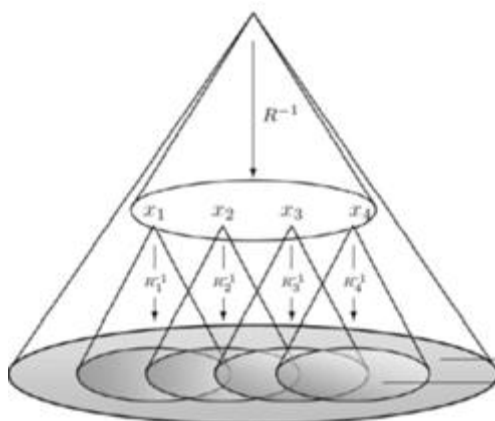


Рисунок 3-2. Мозг как гиперсеть [Анохин, 2015]

Основание гиперсимплекса содержит множество элементов одного уровня, а его вершина образуется описанием их отношений и приобретает интегральные свойства, делающие ее элементом сети более высокого уровня.

Разум - это многоуровневая гиперсетевая структура мозга, обладающая когнитивной функцией. Он состоит из *когов*²¹ – элементарных единиц опыта, кодирующих соотношение целого организма с теми или иными аспектами Мира. Коги имеют между собой устойчивые связи – *коммы*, по которым осуществляются их коммуникации. Коги и коммы образуют

²¹ Понятие «ког» имеет двойной смысл. Во-первых, В английском языке «cog» – это подчиненная, но интегральная часть целой системы. Ког – такая единица качественно специфического опыта, ментальный квант в совокупной системе когнитивной. Во-вторых, КОГ – это когнитивная группа нейронов (COgnitive Group – COG), активность которой обуславливает данный специфический опыт. Ког представляет собой гиперсимплекс, основание которого образовано нейронной когнитивной группой, а вершина образует узел в когнитивной гиперсети – когнитивоме. [Анохин, 2015]

гиперсеть – *когнитом*, который является субстратом субъективного опыта организма, опосредующего его соотношения со средой²².

Основными исследовательскими проблемами считаются следующие:

- Как новые коги возникают при обучении?
- Как коги возникают при развитии нервной системы?
- Как коги возникают в процессе эволюции?
- Как устанавливаются связи между когами?

3.5. Как устроено сознание?

Вопрос о том, что представляет собой сознание, до сих пор является недостаточно изученным в науке. Вот что пишет Крис Фрит:

<...> я предполагал, что особая часть нашего мозга – префронтальная кора – задействована в осуществлении свободного выбора. Не я делал этот выбор, а эта часть моего мозга делала выбор за меня. Но ведь это всего лишь маленький “я”, находящийся в глубине моего мозга и осуществляющий свободный выбор. Этого маленького “меня” нередко называют *гомункулусом*²³. А есть ли внутри этого “меня” участок еще меньшего размера, еще более глубокий “я”, который на самом деле совершает этот выбор?

Психологам пришлось немало размышлять, пытаясь избавиться от этого гомункулуса в глубине нашего мозга. По-видимому, решения принимает не какой-то отдельный участок мозга, а целая система участков, накладывающих те или иные ограничения, которые и определяют наш окончательный выбор. <...> Но мы едва осознаём все эти ограничения. Нам кажется, что мы полностью контролируем свои действия. Именно поэтому нам так сложно избавиться от этой идеи гомункулуса. над всем нашим опытом довлеет ощущение, что всё у нас под контролем. Существует материальный мир, в котором мы действуем, и в этом материальном мире есть другие деятели, похожие на нас, которые тоже сами себя контролируют. Это последняя иллюзия нашего мозга: он скрывает все наши связи с материальным миром и социальной средой и создает у нас ощущение собственного независимого “я”. [Фрит, 2007]

Так является ли своего рода “гомункулусом” наше “я”? Ведь это “я” безусловно связано с психической деятельностью, т.е. в определенном смысле – с чем-то нематериальным. Главная трудность для философа и конструктора искусственного интеллекта и состоит, на мой взгляд, в решении проблемы интерфейса, взаимосвязи между материальным и идеальным. Каким же может быть решение этой проблемы?

Ответ, который дает К.В. Анохин [Анохин], проливает, мне кажется, ясный свет на решение этой проблемы. Следует сфокусироваться не на конкретных участках и областях мозга, а на *их состояниях и эволюции этих состояний*, т.е. на *процессах*, протекающих в мозге. Сознание (любого уровня) есть процесс, в котором *психическая* деятельность неразрывно связана с материальными процессами, с физиологической активностью нервной системы (или ее аналогом у роботов). “Мы исследуем не вещь, не результат, а именно нервный процесс является сегодня одним из основных принципов исследования сознания” – говорит Анохин. Вот его основные доводы:

²² Анохин считает, что сознание – это трафик в структуре мозга.

²³ До открытия генетики было невозможно представить себе сущность процесса передачи наследственной информации. Биологи 17 – 18 веков ошибочно считали, что в сперматозоиде или в женской половой клетке – яйце – уже имеется некоторое существо (гомункулус – маленький человечек), которое затем лишь увеличивается в размерах. Подобно этому, рассуждая о работе нашего мозга, мы нередко невольно представляем себе еще один мозг меньшего размера внутри того мозга, в котором мы пытаемся разобраться.

<...> сознание и мозг, на мой взгляд, являются самой важной проблемой о науке мозга, и реально стоящей перед ней, как актуальная задача исследований в ближайшие годы. <...>

Наш выдающийся соотечественник Иван Петрович Павлов, <...> придя в физиологию нервной системы после получения Нобелевской премии в области физиологии и пищеварения, взял за основу своих исследований теорию рефлекса Декарта, теорию, описывающую механические движения в теле человека и животных. И он писал: «Надо показывать пальцем, где было раздражение, куда оно перешло. Если вы живо себе представите это, тогда вы поймете всю силу и правду учения об условных рефлексах, которая совершенно исключила из своего круга психологические понятия, а все время имеет дело только с объективными фактами, то есть с фактами, существующими во времени и пространстве.

Но другой стороной этого является вопрос, а где происходит контроль этого процесса психикой и разумом? Как разум вступает в контакт с физическим телом? <...> молекулярная генетика, раскрыв многие химические законы на уровне отдельных молекул, не разрешила наших сомнений относительно того, как выразить на языке молекулярной биологии такие понятия, как сознание, разум, знание, логическое мышление, истина. А между тем все эти понятия также составляют элементы нашего мира. Мы не можем отказаться от них. <...>

Большинство исследователей сознания, причем даже философов, ученых из естественных наук, считают сегодня, <...> что сознание – есть процесс, протекающий в мозге, инструмент мозга, и есть активность нервных клеток, организованных определенным образом. <...>

Основы этого биологического подхода к психике и сознанию развил наш выдающийся соотечественник Иван Михайлович Сеченов. <...> программа Сеченова заключалась в том, чтобы исследовать психологические процессы методами объективных наук, методами физиологии. <...> «Научная психология по своему содержанию не может быть ни чем иным, как рядом учений о происхождении психических деятельностей». То есть это эволюционный подход. «Исходным материалом для разработки психических фактов должны служить, как простейшие, психические проявления у животных, а не у человека». «... физиология представляет целый ряд данных, которыми устанавливается родство психических явлений с так называемыми нервными процессами в теле, актами чисто соматическими». И последнее: «Мысль о психическом акте как процессе, движении, имеющем определенное начало, течение и конец, должна быть удержана как основная». <...>

Таким образом, мы можем рассмотреть эволюцию разума, как процесс который имел ряд стадий и этапов. Если хотите, это постепенно, градуально усложняющаяся вещь, которая не возникла как интегрированный и существующий процесс сознания в тот или иной момент, у тех или иных животных, а скорее двигалось от первичного протосознания, примитивных инструментов, которыми обладали организмы с примитивной нервной системой в сторону все большего и большего усложнения и совершенствования этих инструментов у организмов с высоко развитой нервной системой.

Мы можем сделать еще два важных вывода в отношении эволюции сознания. Первое, что различные механизмы первичного сознания, то есть сознания, которое *не включает язык и культуру*, возникали в эволюции у разных таксонов, независимы и имеют разные нервные основы. Действительно, например, мозг птиц устроен совершенно иным образом, чем мозг млекопитающих. У них другие нервные структуры, у них нет развитой коры головного мозга, и тем не менее многие из птиц, попугаи некоторые, обладают высоким интеллектом, абстрактным мышлением, способны приобретать человеческий язык и использовать его для коммуникаций. И по оценкам многих специалистов, на уровне интеллекта находятся там же, где находятся приматы, в ряду млекопитающих. Чемпион в области интеллекта беспозвоночных – осьминог обладает абсолютно другой нервной системой, и тем не менее, он обладает такими же внешними

свойствами целеполагания, различения категорий, предвидения, принятия решения, которыми обладают птицы и млекопитающие.

Эволюция человека связана с развитием вторичного сознания и символического мышления языка. Все, что делает нервная система оценивается естественным отбором. И любые прибавки в свойствах нервной системы, в том числе, связанные с разумом и психикой, должны вписаться в какие-то из действий, обеспечивающих поведение животных и адаптацию. <...> Мы сегодня входим в тот уникальный период истории, когда проблема сознания, поддерживаемая философией на протяжении веков, переходит в область исследования психологии, в область исследования нейронаук, в область исследования биологии и в область исследования теории информатики и математики. <...>

В этапах развития жизни, как мы понимаем, развитие мозга и сознания было одним из ведущих мотивов биологической генетической эволюции. Исследование работы генов в разных органах, особенно в мозге человека, показало, что более 80 процентов наших генов, составляющих наш геном, работают для обеспечения работы мозга. Эволюция вкладывала огромные усилия для построения нервной системы и ее функций. <...> Развитие сознания и разума с его элементами, мысленным перебором разных вариантов, оценкой тех или иных результатов действий, как они совершены, планированием и интеграцией информации, образующей целостность сцены окружающего мира, сопровождало эволюцию мозга на всех его этапах. [Анохин]

С учетом вышеприведенных мыслей и моих собственных представлений, я бы хотел сформулировать несколько основных определений, важных для полноты понимания:

- Мозг (brain) – это физиологический орган человека или животного.
- Разум (mind) – специфическое функциональное свойство мозга.
- Сознание (consciousness) – процесс приема и передачи информации в мозгу.
- Мышление (thinking) – процесс логической переработки информации в мозгу.

Все эти сущности, как отмечает Анохин в согласии с подавляющим большинством ученых, не являются одномоментно и синхронно возникшими, но представляют собой продукты длительной эволюции. Пытаясь создать *искусственный разум*, мы могли бы представить себе “протосознание” как простую реакцию детектора на некоторый несложный сигнал (например, от датчика температуры), следующий этап – как обработку состояния нескольких детекторов и/или от одного детектора за определенный промежуток времени. Последующие этапы должны напоминать систему мониторинга состояния и прогнозирования сложной технической системы (например, электростанции или самолета) с эффективными алгоритмами описания и прогнозирования ее поведения. Алгоритмы функционирования такой системы, выраженные на уровне высокоуровневых языков программирования, легко преобразуются в простейшие команды языка типа Ассемблера; но это, по-видимому, означает, что возможно и обратное – совокупности простейших команд могут быть преобразованы в выражения языков высокого уровня, что означает потенциальную способность таких языков более или менее быстро эволюционировать в сторону усложнения по мере развития исходной системы и сценариев ее поведения.

Вопрос о сознании кажется наиболее сложным. Ведь каждый из нас ощущает свое “я” не со стороны, а через ресурсы собственного мозга. Я думаю, это можно в какой-то степени сравнить с описанием поведения робота не с помощью внешней системы наблюдения, а на основании его собственных (“субъективных”) цепей измерения и контроля, связанных с его центром мониторинга; этот центр может также располагать средствами для учета этой информации при прогнозировании сценариев будущего поведения робота.

Очень интересным является вопрос, каким образом связаны идеальное (информация) и материальное (например, поведение человека, системы). На первый взгляд, очень трудно

представить себе какой-либо интерфейс между ними, что и приводит к теологическому противостоянию между понятиями тела и души. С моей точки зрения, проблема решается следующим образом. В окружающей нас Вселенной все материальные тела в каждый момент времени так или иначе *сгруппированы* во времени и пространстве – это базисный закон реальности. *Идеальное* и представляет собой *системы отношений* между материальными объектами, происходящими с ними процессами; воздействуя на материальные объекты и процессы, мы можем влиять на идеальные объекты. Далее, оперируя материальными объектами, мы оказываемся способными строить абстрактные объекты более высоких уровней.

Идеальное невозможно без материальных носителей, хотя возможно осуществить перенос и/или копирование идеального объекта (информации) с одного носителя на другой. Описание существующих идеальных структур и порождение новых может быть устроено подобно средствам объектно-ориентированного программирования, использующего иерархические конструкции для описания отдельных экземпляров объектов и их классов.

3.6. Мозг и социум

Возможно, не я первый замечаю существенное сходство между описанной Анохиным гиперсетевой моделью мозга и коммуникационной структурой развитого сообщества, а также их эволюционным развитием. Роль нейрона играет отдельная личность (особь у животных). Внимательно приглядевшись, мы увидим большое число сетей и гиперсетей разного уровня, связывающих как отдельных людей, так и их группы – большие и малые. Если сети, в которые организованы нейроны мозга, возникают, распадаются и функционируют по плохо понятным пока для нас законам, то, используя аналогию между мозгом и социумом, мы можем смотреть на социальные сети “изнутри”, с открытыми глазами анализируя соответствующие законы и тенденции.

Действительно, люди объединяются в семьи, племена, кланы, поселения, региональные сообщества, нации, страны, международные организации. Наряду с этой иерархией имеется огромное число иных сетей и гиперсетей – школьные классы, профессиональные, спортивные, культурные и научные ассоциации. Сетью является любое временное или постоянное, закрытое или открытое объединение людей, основанное на каком-то общем для них признаке. Сеть может быть локальной (компактной) или распределенной глобально. Сеть может быть одноуровневой (состоять из отдельных людей) или многоуровневой гиперсетью (включать в себя сети более низких уровней).

Интересно рассмотреть вопросы о когах (когнитивных единицах), приведенные выше, применительно к социуму. Новые коги возникают при поступлении новой порции информации из внешнего мира или даже из других сетей, входящих в гиперсеть. Источником информации может быть сеанс обучения, эксперимент, внешний феномен или новые идеи, рожденные в в голове кого-либо из людей.

При формировании нового кога запускаются процессы установления связей с другими когами: сопоставление результатов опыта с результатами других, формирование ассоциации новых идей с ранее известными и т.п. Эти процессы установления связей могут быть самыми разными: публикации в научных журналах, сообщения в СМИ, рассылка вновь изданных книг в библиотеки и пр. Процессы установления связей между когами могут связывать достаточно далеко разнесенные во времени события (например, исследование современным ученым древних артефактов).

Важно отметить, что сама эволюция человечества, его интеллектуальных и культурных ресурсов связана с непрерывным накоплением новых когов, установлением новых связей между ними. Создаются и функционируют учебные и исследовательские учреждения, библиотеки и фонды, издаются регулярные печатные и электронные издания. В последние десятилетия появился интернет, придавший всей этой сфере деятельности невиданное ускорение. Понятно, что еще этого литература, театр, телевидение и кино формировали общекультурные коды, связывающие целые поколения.

Следует отметить, что при функционировании сетей в социуме решающее значение имеют два фактора: существование дискретного множества экземпляров *homo sapiens* и способность каждой отдельной личности к коммуникациям. Аналогично этому, для функционирования мозга решающее значение имеют два фактора: существование дискретного множества нейронов и способность каждого отдельного нейрона к коммуникациям. Эволюция мозга более или менее отчетливо характеризуется этапом его обучения и развития; возможно, в социуме интенсивное развитие интеллектуального и культурного ресурса означает, что мы как гиперсеть находимся на этапе развития, которое связано с ростом численности составляющих гиперсеть когнитивных единиц (людей).

Если дать некоторую волю фантазии, то можно объединить в общую гиперсеть социум и мозг отдельной личности, самым нижним элементом которой (гиперсети) уже будет отдельный нейрон. Если же идти не вниз, а вверх, то вершинами гиперсети могут стать уже не страны человеческого сообщества, а планетные и галактические цивилизации ...

Эти фантазии можно подкрепить следующим соображением. Уже у нейрона в некотором смысле имеется своя “картина мира”, в соответствии с которой он взаимодействует с окружающей средой и, в частности, с другими нейронами. На уровне отдельного человека можно говорить о *знании*, которое, в сущности, есть не что иное, как “картина мира”; в процессе накопления опыта и обучения осуществляется *познание* (расширение картины мира). Отдельная личность обладает *сознанием*, которое сводится к *мониторингу* непрерывно обновляющейся личной картины мира и *управлению* поведением данной личности.

При этом несомненно, что один человек и даже небольшая группа людей не могут обладать всем знанием, накопленным человечеством; иными словами сумма знаний и “сознание” (совокупное отражение ситуации) социума заведомо превышают знание и сознание отдельного человека. Можно предполагать, что межпланетные и межгалактические ассоциации поднимутся в этом отношении на еще более высокий уровень.

Ссылки

- [Анохин] К.В. Анохин. “Сознание и мозг”. Лекция
<http://scorcher.ru/neuro/science/anohin/anohin1.php>
- [Анохин, 2015] К.В. Анохин. “Гиперсетевая модель мозга”. Лекция
<http://neuroinfo.ru/conf/Content/Presentations/Anokhin2015.pdf>
- [Арнольд, 1999] В.И. Арнольд. “Математика и Физика: Родители и Дети или Сестры?” УФН, т. 169, 1999. С. 1311-1323.
- [Арнольд, 2002] В.И. Арнольд. “Математическая дуэль вокруг Бурбаки”. Вестник РАН, 2002, том 72, № 3, с. 245-250
- [Буссо, 2007] Raphael Bousso. “. arXiv: 0708.4231v2 [hep-th] 11 Sep 2007
- [Вейнберг, 1972] Weinberg S. “Gravitation and Cosmology: Principles and applications of the General Theory of Relativity”. John Wiley and Sons, Inc., 1972. Русский перевод: С. Вейнберг. “Гравитация и космология: Принципы и приложения общей теории относительности”. М., Мир, 1975.
- [Вигнер, 1959] E. Wigner, “The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences”. Comm. Pure and Appl. Math. 131, 1 (1960). Лекция в честь Рихарда Куранта, прочитанная 11 мая 1959 г. в Нью-Йоркском университете. Русский пер.: Ю. Вигнер. “Непостижимая эффективность математики в естественных науках”. УФН, 1968, март, т. 94, вып. 3.
https://ufn.ru/ufn68/ufn68_3/Russian/r683f.pdf
- [Визгин, 2013] В.П. Визгин. “Метафизические аспекты «дуги Эйнштейна»“ Метафизика, 2013, вып. 1 (7)
- [Владимиров, 1996] Ю.С. Владимиров. “Бинарная геометрофизика”. Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть 1. Междисциплинарное исследование. Издательство МГУ, 1996.
- [Гейзенберг, 1959] W. Heisenberg. “Physik und Philosophie”. Frankfurt am Main, 1959. Русский пер.: В. Гейзенберг. “Физика и философия. Часть и целое”. Москва, “Наука”, 1989.
- [Гуд, 1972] I.J. Good. “Chinese universes (“Китайские матрешки вселенных).” Physics Today 25 (7).
- [Данкли и др., 2008] Dunkley et al. “Five-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Likelihoods and Parameters from the WMAP data”. ArXiv: astro-ph/0803.0586v1 5 Mar 2008
- [Игэн и Линевиер, 2009] Egan and Ch. Lineweaver] Ch. Egan and Ch. Lineweaver. “A larger estimate of the entropy of the universe”. ArXiv: 0909.3983v1 [astro-ph.CO] 22 Sep 2009.
- [Кассандров, 2012] В.В. Кассандров. “Число-структура-материя: на пути к радикальной пифагорейской методологии фундаментального естествознания”/ Метафизика, 2012, вып. 1.
- [Комацу и др., 2010] Komatsu et al. “Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Interpretation”. ArXiv: 1001.4538v2 [astro-ph.CO] 12 Feb 2010
- [Козырев, 1991] Н.А. Козырев. Избранные труды. Ленинград, Издательство ЛГУ, 1991.
- [Кулаков] Ю.И. Кулаков. Личная веб-страница.
<https://xn--q1abg.xn--p1ai/doku.php/wiki:autor:kulakov:%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2>
- [Кулаков, 2008] Ю.И. Кулаков. “О мире первичной реальности – очевидном, загадочном и невероятном”. // Основания физики и геометрии, 2008. – С. 217-246
http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/osnovaniya_fiziki/kulakov_mir_realnosti.pdf
- [Кулаков, 2013] Ю.И. Кулаков. “Математические начала естествознания. Концерт для двух фортепиано с оркестром”.
http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/2013_1/7.pdf
- [Кунин, 2012] Е. Кунин. “Суп из гвоздя”, 11.30.2012. Lenta.ru
<http://www.lenta.ru/articles/2012/11/30/koonin/>

E. Koonin *The Logic of Chance: The Nature and Origin of Biological Evolution*. FT Press Science, 2011

[**Лопес-Корредойра, 2010**] M. Lopez-Corredoira. Angular size test on the expansion of the Universe. arXiv:1002.0525v1 [astro-ph.CO] 2 Feb 2010.

[**Мелиа, 2007**] F. Melia., 2007, MNRAS, 382, 1917

[**Мелиа, 2009**] Melia, F., 2009, *High-Energy Astrophysics*, (New York: Princeton University Press)

[**Мелиа, 2012**] F. Melia, and Shevchuk, A.S.H., 2012, MNRAS, 419, 2579

[**Мелиа, 2013a**] F. Melia, 2013a, ApJ, 764, 72

[**Мелиа, 2013b**] F. Melia, 2013b, A&A, 553, id.A76 Melia, F., 2014, AJ, 147, 120 b

[**Мелиа, 2015**] F. Melia, & McClintock, T. M. 2015, Proc. R. Soc. A, 471, 20150449

[**Мелиа, 2016**] F. Melia, 2016, *Frontiers of Phys.*, 11, 119801

[**Мелиа, 2017a**] F. Melia, 2017a, *Frontiers of Phys.*, 12, 129802

[**Мелиа, 2017b**] F. Melia, 2017b, MNRAS, 464, 1966

[**Нильсен, Гуффанти и Саркар, 2016**] [J. T. Nielsen, A. Guffanti, and S. Sarkar. Marginal evidence for cosmic acceleration from Type Ia supernovae. [arXiv:1506.01354](https://arxiv.org/abs/1506.01354). astro-ph.CO]

[**Новиков и Шаров, 1989**]. И.Д. Новиков, А.С. Шаров. “Человек, открывший взрыв вселенной. Жизнь и труд Эдвина Хаббла”. М., “Наука”, 1989.

[**Патриа, 1972**] R.K. Pathria. “The Universe as a Black Hole (Вселенная как черная дыра)” (*Nature* 240 (5379): 298–299).

[**Тегмарк, 2015**] M. Tegmark. *Our Mathematical Universe. My Quest for the Ultimate Nature of Reality*. Vintage Books, a Division of Random House LLC, New York, 2015. 432 P. Русский пер.: Макс Тегмарк. “Наша математическая вселенная. В поисках фундаментальной природы реальности”. ООО «Издательство Аст», 2017. Издательство CORPUS ®

[**Толмен, 1934**] Richard C. Tolman. *Relativity, Thermodynamics And Cosmology*. Oxford, Clarendon Press, 1934. Русский перевод: Толмен Р. *Относительность, термодинамика и космология*. Москва, Наука, 1974

[**Фрит, 2007**] Christ Frith. “Making up the Mind. How the Brain Creates Our Mental World”. Blackwell Publishing, 2007. Русский пер.: Крис Фрит. “Мозг и душа: Как нервная деятельность формирует наш внутренний мир”. Астрель : CORPUS; Москва; 2011.

[**Чайковский, 2003**] Ю.В. Чайковский. “Эволюция. Вып. 22. Ценологические исследования”. М., Центр системных исследований. ИИЕТ РАН, 2003. 472 с.

[**Шрёдингер, 1959**] E. Schrödinger. “Mind and Matter”. Cambridge at the University Press, 1959. Русский пер.: Э. Шрёдингер. “Разум и материя”. Ижевск, НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2000. 96 с.

[**Шульман, 2007a**] М.Х. Шульман. “Коллапс обычный и необычный”

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Collapse.pdf

[**Шульман, 2007b**] М.Х. Шульман. О реальности существования во Вселенной выделенной системы отсчета.

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Selected_frame_rus.pdf

[**Шульман, 2010a**] М.Х. Шульман. Расширение Вселенной и главный спектральный пик космического фонового излучения.

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Main_peak_rus.pdf

[**Шульман, 2010b**] М.Х. Шульман. О проблеме пониженной светимости Сверхновых.

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/svetimost.pdf

[**Шульман, 2011a**] М.Х. Шульман. “Альтернативная космология”.

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Alt_cosmology.pdf

[**Шульман, 2011b**] М.Х. Шульман. “Время, энтропия и Вселенная”.

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Time_and_entropy_rus.pdf

[Шульман, 2015] М.Н. Shulman. Time Origin and Universe Uniform Expanding. American Journal of Modern Physics. Special Issue: Physics of Time: Theory and Experiment. Vol. 4, No. 2-1, 2015, pp. 9-14.

[Шульман и Рэффел, 2010а] М.Х. Шульман и G.Raffel. О феномене старейших фотонов.
www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Oldest_photons_rus.pdf

[Шульман и Рэффел, 2010б] М.Х. Шульман и G. Raffel: Об эволюции углового размера галактик. http://timeorigin21.narod.ru/rus_time/angle_size_evolution_rus.pdf