

## **ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ СОВРЕМЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ «ИРОНИЧЕСКОЙ НАУКОЙ»?**

Американский журналист, научный обозреватель журнала «Scientific American» Дж. Хорган десять лет тому назад опубликовал книгу с провоцирующим названием «Конец науки», в которой он развивал тезис, согласно которому фундаментальная наука подошла к своему концу<sup>1</sup>. Хорган утверждал, что ученые уже раскрыли большую часть загадок мироздания, разгадкам которых посвящает себя фундаментальная наука. На Западе книга Хоргана была встречена большей частью ученых с неодобрением. Это нашло свое отражение как в многочисленных рецензиях, так и в откровенных высказываниях на конференциях и симпозиумах. Книга была переведена в России, но особого внимания нашей научной общественности не привлекла. Совсем недавно редакция журнала «Discover» обратилась к Хоргану с просьбой прокомментировать те взгляды на науку, которые он высказал десять лет тому назад. Хорган откликнулся статьей, в которой подтвердил некоторые из высказанных им ранее аргументов, от других отказался, третьи смягчил<sup>2</sup>.

Я не буду рассматривать здесь ни аргументы Хоргана, высказанные им в поддержку его тезиса о конце науки, ни

---

<sup>1</sup> *Horgan J. The End of Science. Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age. Adison-Wesley, 1996.*

<sup>2</sup> *Horgan J. The Final Frontier. Discover. Oct. 2006.*

самую проблему конца науки. Для меня его книга и статья лишь повод для того, чтобы высказать свое мнение по одному действительно важному вопросу. Я рассмотрю только один аргумент упомянутых работ, который с точки зрения их автора свидетельствует о том, что современная фундаментальная наука подходит к своим пределам. Хорган утверждает, что многие из областей фундаментального научного знания превратились в «ироническую» науку. Он не разъяснил, что он понимает под иронической наукой, но из контекста его рассуждений ясно, что речь идет о теориях, радикально отличающихся от теорий предшествующей физики своими методами и характером основополагающих принципов. В качестве типичных примеров он указывает на современную космологию и теорию суперструн.

Хотя коллективная монография, в которую пишется данная статья, посвящена современной космологии, я коснусь в ней не только космологии, но и теории суперструн. И основанием для этого служит то, что теория суперструн тесно связана с современной космологией, поскольку она претендует на то, чтобы быть теоретическим основанием ранней космологии. Основным тезисом, который я буду обосновывать, состоит в том, что и теория суперструн, и современная космология в плане методологии являются обычными теориями. Их методы не отличаются от тех, которые применяются во всей предшествующей классической и неклассической физике и астрономии. Их действительное отличие состоит: 1) в формулируемой в этих теориях онтологии, которая многими воспринимается как экзотическая; и 2) в том, что эти теории пока явно недостаточно обоснованы экспериментально и наблюдательно. Тем не менее, оба этих отличия критиками рассматриваемых теорий сильно преувеличиваются: на самом деле они, во-первых, не являются чем-то новым в физическом познании, а выступают естественным продолжением тех тенденций, которые давно наметились здесь; и, во-вторых, они вовсе не

недостаток самих теорий, у них есть объективные основания, лежащие в особенностях исследуемых этими теориями объектов.

Итак, суперструнная теория претендует на роль теоретического основания ранней космологии. (Еще одно ее приложение в современной космологии – это физика черных дыр). Стандартная модель физики элементарных частиц, так же как и ее теоретическая база – квантовая теория поля (КТП), справедливы только для пост-планковской эры; мир планковских масштабов величин (эпоха до  $10^{-43}$  сек. после Большого взрыва) они описать и объяснить не в состоянии. Дело в том, что два фундаментальных столпа, на которых базируется все здание современной физики – квантовая механика (КМ) и общая теория относительности (ОТО), мирно сосуществующие и прекрасно работающие в режиме пост-планковских масштабов, в области планковских масштабов величин оказываются несовместимыми, поскольку в этом режиме они противоречат друг другу. Для разрешения конфликта необходимо построить квантовую теорию гравитации, которая разрешила бы этот конфликт и смогла бы выступить теоретической основой для реконструкции закономерностей планковского мира. На эту роль и предназначается теория суперструн (наряду с рядом других подходов – петлевым, теорией твисторов и т.д.)

Теория струн, с точки зрения ее авторов и приверженцев, обладает существенными методологическими преимуществами по сравнению со стандартной моделью физики элементарных частиц<sup>1</sup>. Она описывает и объясняет не только все то, что описывает и объясняет стандартная модель – три типа частиц и три негравитационных взаимодействия; она объясняет больше. Как считают ее привер-

---

<sup>1</sup> Подробно см.: *Грин Брайан. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.* М., 2004.

женцы, она разрешает фундаментальное противоречие между КМ и ОТО, что не может сделать стандартная модель: теоретически обосновывает существование гравитации, что было невозможно ни в ньютоновской, ни в эйнштейновской теориях гравитации; дает объяснение и обоснование многим из тех явлений, которые в стандартной модели не могут быть объяснены: здесь они просто берутся из эксперимента.

Так, исходя из единого принципа, согласно которому все наблюдаемые свойства элементарных частиц – проявление различных типов колебаний струн, теория струн объясняет тот факт, что существуют именно три, а не больше и не меньше, семейства подлинно элементарных (далее неразложимых) частиц; в ней дается объяснение, почему эти частицы обладают именно теми параметрами, которыми они обладают и т.д. В отличие от стандартной модели с 19 свободными параметрами, которые могут подгоняться для обеспечения согласия теории с экспериментом, в теории струн свободных параметров нет. Важное преимущество, которое выгодно отличает эту теорию от стандартной модели, состоит также в том, что она свободна от ультрафиолетовых расходимостей.

Правда, все эти достижения покупаются достаточно высокой ценой. Приходится вводить большое количество новых физических понятий, таких как суперсимметрия, дополнительные размерности пространства (в последнем варианте теории их 10, в то время как обычное пространство-время имеет только 4 измерения), бесконечное число полей с произвольными массами и спинами и т.д. До сих пор ни одна из этих сущностей не была обнаружена в эксперименте. Все это говорит о том, что теория суперструн представляет собой интересную гипотезу, но отнюдь не хорошо обоснованную теорию.

Существующие уровни энергии, которыми оперируют в физике элементарных частиц, недостаточны для того,

чтобы получить данные для проверки любого из выдвинутых подходов к квантовой теории гравитации, в том числе и теории струн. В сентябре 2008 г. в ЦЕРН<sup>1</sup>е запущен новый кольцевой ускоритель – Большой адронный коллайдер (БАК). Есть надежды, что полученная на нем энергия частиц – она будет находиться в тетрадиапазоне (диапазон энергий, когда сталкиваются две частицы с суммарной энергией 1 тетраэлектронвольт –  $10^{12}$  эв.), будет достаточно для того, чтобы подтвердить или опровергнуть многие из предположений, выдвинутых в физике элементарных частиц.

Однако многие специалисты считают, что полученной энергии не «хватит» для экспериментальной проверки теории суперструн: она слишком далека от требуемой. Нужны планковские уровни энергии ( $10^{28}$  эв). В связи с этим физики ищут косвенные подтверждения. Например, через подтверждение суперсимметрии – существование которой следует из теории суперструн. Если бы удалось обнаружить частицы-суперпартнеры, которые предполагаются концепцией суперсимметрии, это было бы важным доказательством того, что теория суперструн находится на верном пути. Большие надежды в этом плане возлагают также на те данные, которые получают в современной космологии, изучающей процессы и условия, существовавшие в момент Большого взрыва. Процессы, происходившие в то время, являются природной лабораторией, в которой можно получать подтверждения (или опровержения) теории струн. «Не обладая ускорителями, способными разгонять частицы до энергий порядка планковской, мы будем вынуждены постоянно опираться на данные экспериментов «космологического ускорителя» Большого взрыва – на то, что разбросано этим взрывом по всей Вселенной», – пишет уже цитировавшийся специалист в области теории суперструн Брайан Грин<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Грин Брайан. Элегантная Вселенная ... С. 239.

Таким образом, пока авторы и приверженцы теории суперструн рассчитывают только на косвенные подтверждения. У этой теории нет прямого экспериментального гида, как это было при создании и КМ, и стандартной модели физики элементарных частиц. (У квантовой механики, например, в качестве такого гида выступали данные спектрального анализа, с объяснением которых классическая электродинамика не справлялась. Квантовая теория блестяще объяснила характер спектров, что явилось одним из ее подтверждений). Но это не столько недостаток самой теории суперструн, сколько результат того, что наука «забралась» слишком далеко, и «копает» слишком глубоко.

Но в целом ситуация с теорией суперструн и ее конкуренцией с другими подходами мало чем отличается от обычной научной практики. Такие ситуации – вполне типичны для научного познания и его истории. В ней работают те же методологические принципы, что и в предшествующей физике, такие, например, как принцип соответствия, эстетический критерий. Так, как утверждают авторы теории, при изучении низкоэнергетических процессов или на достаточно больших расстояниях струну можно рассматривать как точечную частицу в формализме КТП. Но это и есть принцип соответствия, согласно которому новая теория при определенных значениях характеристических параметров (в данном случае – величины энергии и расстояний) переходит в старую теорию. Эстетический критерий, часто играющий роль эмпирического критерия отбора теорий в классической и неклассической физике, в теории суперструн выполняет функцию одного из главных критериев. Это объясняется тем, что эмпирический критерий в этой области знания пока не работает, и приходится уповать на методологические соображения.

Так же как и во всей предшествующей физике, теория суперструн строится как гипотетико-дедуктивная модель теоретического знания. Выдвигаются гипотезы, формули-

руются математические уравнения, отражающие закономерности поведения идеальных объектов теории, из них получают следствия, которые затем сопоставляются с данными экспериментов. Те идеальные объекты теории, которые предполагаются существующими в действительности, представляют собой онтологию теории. Выше уже говорилось, что многим физикам онтология теории суперструн представляется экзотической. Известно, что эта теория исходит из того, что самые элементарные компоненты Вселенной не точечные, а протяженные объекты. Они представляют собой крошечные одномерные волокна, подобные бесконечно тонким непрерывно вибрирующим резиновым лентам. Эти волокна-струны выступают ультрамикроскопическими компонентами, из которых состоят частицы, образующие атомы. Их размер сопоставим с планковской длиной ( $10^{-33}$  см). Согласно теории струн все вещество Вселенной и все взаимодействия обязаны одной величине – колеблющейся струне.

Предположение о протяженном характере элементарных объектов физики, на первый взгляд, выглядит довольно странно и представляется произвольным. Многие исследователи считают, что оно пришло в физику ниоткуда, что дало основание известному физику-теоретику Карло Ровелли охарактеризовать эту гипотезу как «дикую»<sup>1</sup>.

Также странно и непривычно звучит предположение о дополнительных размерностях пространства: все измерения пространства, помимо тех четырех, которые присущи окружающему нас миру, объявляются свернутыми. Но разве не казалась нам странной онтология квантовой теории в период ее формирования? Разве не кажется она странной и сейчас? Корпускулярно-волновой дуализм, предполагающий, что объекты микромира обладают одновременно

---

<sup>1</sup> *Rovelli C. Quantum Gravity. Cambr., Cambridge University Press, 2008. P. 419–420.*

и волновыми, и корпускулярными свойствами (частица – это точечный объект, а волна – нечто бесконечно размазанное в пространстве); явление суперпозиции состояний (квантовый объект может находиться сразу во всех возможных состояниях); индетерминизм и вероятностное поведение микрообъектов – все это настолько не укладывалось в привычную классическую картину мира, что даже творцам новой теории при осознании сути открываемых ими законов нередко казалось, «будто почва уходит из-под ног»<sup>1</sup>. Тем не менее, квантовую теорию мы уже как-то «переварили». Мы привыкли и к ней, и к ее «странностям». Но так ли позитивно и толерантно относились к ней ее современники, свидетели ее становления и той «драмы идей», которые его сопровождали? То, что это чисто риторический вопрос, хорошо знают историки науки.

Кстати, опыт неклассического физического познания является большим психологическим подспорьем для ученых, разрабатывающих современные теории физики: ободренные успехом «странной» онтологии квантовой механики и не менее непривычной онтологии ОТО, они продолжают смело действовать в том же духе. Физик-теоретик Р. Пенроуз пишет так: «Достижения физики XX века – квантовой механики, теории относительности – показали, до какой степени могут вводить в заблуждение непосредственные интуитивные соображения, а также то, что «реальность» может коренным образом отличаться от тех картин, которые были созданы физикой предшествующих поколений»<sup>2</sup>. Так что «экзотичность» онтологии теории струн – проявление той тенденции, начало которой связано с появлением неклассической физики, и никакой особой

---

<sup>1</sup> Гейзенберг В. Шаги за горизонт. М., 1987. С. 197; Einstein A. Autobiographical notes // Albert Einstein: Philosopher-scientist. N.Y., 1949. P. 45.

<sup>2</sup> Пенроуз Роджер. Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. М., Ижевск, 2007. С.724



новой экзотичности в характере онтологии теории струн нет.

Обратимся к современной космологии, которая, по Хоргану, также является «иронической» наукой. Я не специалист в области космологии. Но я читаю курс лекций по «Концепциям современного естествознания», в ходе которых мне неизбежно приходится излагать студентам сущность современных космологических воззрений. Так что разбираться в них мне приходится. В этой связи рискну заметить, что, как представляется мне, вопреки Хоргану, современная космология в гораздо меньшей степени, чем теория суперструн, может быть охарактеризована как «ироническая» наука. В этой области знания ситуация значительно более благоприятная: здесь почти каждая новая гипотеза оказывается основанной на результатах астрономических наблюдений. Исключение составляет только одна небольшая часть – квантовая космология, цель которой – теоретически реконструировать мир величин планковского масштаба, где проявляет себя несовместимость ОТО и КМ. Грин пишет об этом так: «Несовместимость общей теории относительности и квантовой механики проявляется только в очень глубоко запрятанном королевстве Вселенной»<sup>1</sup>. На теоретическую реконструкцию этого мира, как мы уже писали, претендует теория суперструн (и несколько других подходов). Что касается пост-планковского мира, он описывается неплохо обоснованными экспериментально стандартной моделью физики элементарных частиц и ее теоретическим основанием – КТП (квантовой теорией поля).

Теория струн позволяет усовершенствовать стандартную космологическую модель. Так, например, она помогает устранить понятие исходной сингулярности, которое существовало в стандартной космологической модели и

---

<sup>1</sup> Грин Б. Элегантная Вселенная ... С. 94.

было явно неудовлетворительным с методологической точки зрения. Суть проблемы была в том, что, согласно стандартной модели, в момент Большого взрыва (в нулевой момент времени) размер Вселенной становится равным нулю, а температура и плотность обращаются в бесконечность. Такой вывод бросает тень на всю теорию и сеет сомнение в ее способности объяснить Большой взрыв. Что касается теории струн, то из нее следует, что Вселенная должна иметь не нулевой, а минимально допустимый размер.

По отношению к остальной космологии (речь идет о стандартной, т.е. фридмановской космологической модели и об инфляционной модели) можно сказать, что ее методы, как плохие, так и хорошие, не отличаются от тех, которые использовались во всей предшествующей физике. И все «плохие» методы, которые могли бы дать основание считать космологию «иронической» наукой, можно обнаружить в истории физики и астрофизики.

Так, верно (и здесь Хорган прав), что в космологии оперируют гипотезами *ad hoc*. В отличие от «нормальных» гипотез эти последние не могут быть проверены *независимо*. Фактически весь новый этап в развитии космологии, а именно, создание инфляционной модели был сформулирован для «данного случая», в частности, для того, чтобы разрешить некоторые парадоксы стандартной космологической модели.

Один из них – так называемый *парадокс горизонта*. Как известно, суть его в следующем. В настоящее время в нашей Вселенной любые две области, как бы далеко они не находились друг от друга, имеют одинаковую температуру реликтового излучения. В рамках стандартной космологической модели это явление объясняли тем, что в ранней истории Вселенной эти области были очень близки друг к другу, так что они могли обмениваться тепловой энергией и приобрести одинаковую температуру. Однако это, ка-

залось бы естественное, объяснение сталкивается с большими трудностями и оказывается несостоятельным. Дело в том, что любое взаимодействие передается не мгновенно, а с конечной скоростью, не большей, чем скорость света. Для передачи взаимодействия требуется время. И этого времени должно быть достаточно, чтобы взаимодействие осуществилось. Расстояние между взаимодействующими областями должно быть меньше того расстояния, которое пройдет свет с момента Большого взрыва. Так, области, отстоящие друг от друга на расстоянии 300000 км, могли провзаимодействовать, только если с момента Большого взрыва прошло чуть больше одной секунды.

Стандартная модель «отпускала» на взаимодействия слишком мало времени: в ней Вселенная расширялась недостаточно быстро для того, чтобы некогда близкие области, которые сейчас находятся на колоссальных расстояниях, могли провзаимодействовать так, чтобы их температура выровнялась. Чтобы сделать объяснение возможным, пришлось ввести инфляционную стадию, когда в течение очень короткого промежутка времени ( $10^{-36} - 10^{-34}$  сек) Вселенная расширилась  $10^{30}$ , а не в сотню раз, как это следовало из стандартной модели.

Другим примером гипотезы *ad hoc* в современной космологии является предположение о существовании Мультиверса. Согласно этой гипотезе помимо нашей Вселенной существует множество других. Это предположение было выдвинуто, в частности, для того, чтобы сохранить возможность рационального объяснения так называемого антропного принципа. Суть антропного принципа – в необычайно тонкой «подогнанности» параметров фундаментальных частиц и взаимодействий к тем значениям, которые обеспечивают саму возможность возникновения и существования в ней человека. Если бы эти параметры были хотя бы чуть-чуть другими – в нашей Вселенной не смогла бы зародиться жизнь, возникнуть и существовать человек.

Например, достаточно было бы небольших изменений в соотношении сильного и электромагнитного взаимодействий, чтобы во Вселенной не смогли существовать стабильные ядра большого числа элементов периодической системы Менделеева. Электромагнитное взаимодействие заставляет находящиеся в ядре протоны взаимно отталкиваться. И если бы сильное взаимодействие было бы недостаточно «сильным», протоны не удержались бы вместе в ядре, и ядра распались. Это привело бы к тому, что в нашей Вселенной не могло бы возникнуть вещество, звезды, галактики, и таким образом не появилось бы условий для возникновения органической материи, жизни и, наконец, человека.

Точно также, если бы силы гравитации были бы меньшими, чем они есть на самом деле, вещество не смогло бы собраться в звезды, галактики, а, значит, опять-таки, не могла бы возникнуть жизнь. Для многих философов наиболее приемлемым объяснением антропного принципа является аргумент *от теологии* или от некоего «космического разума». Напрашивается вывод, что наша Вселенная была задумана и создана такой, чтобы в ней мог появиться человек. Но рационалистически мыслящих ученых такое объяснение не устраивает. Они ищут возможность объяснить антропный принцип, оставаясь на почве рациональности. Для многих из них единственный способ сделать это – предположить, что помимо нашей Вселенной существует множество других (идея Мультиверса). Согласно этой точке зрения упомянутая «подогнанность» параметров частиц и взаимодействий, о которых идет речь в антропном принципе, является случайностью: она характерна только для нашей Вселенной. В других вселенных параметры частиц и взаимодействий могут быть совершенно иными, никакой «подогнанности» постоянных величин нет, и никакой антропный принцип там просто не может быть сформулирован<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> См., напр., *Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. М., 2001. С. 171–174.*

Альтернативную попытку сохранить научный характер объяснения предпринял известный физик и космолог Смолин Ли (кстати один из авторов петлевого подхода к квантовой гравитации). Он отказался от идеи объяснить существующие параметры частиц и взаимодействий, обращаясь к антропному принципу, но также прибег к идее мультиверса. Он выдвинул предположение, что в Космосе действует нечто аналогичное дарвиновской эволюции. Существует космический вариант «генетических мутаций», действует «отбор». Источником новых вселенных являются черные дыры, возникающие в той или иной вселенной. Благодаря «мутациям» каждая новая вселенная может иметь параметры частиц и взаимодействий, несколько отличающихся от тех, которыми обладала первоначальная вселенная, породившая новую. Благодаря «отбору», «выживают» те вновь образующиеся вселенные, которые наилучшим образом приспособлены для производства черных дыр. Таким образом, это объяснение подразумевает, что у космической эволюции есть «цель», суть которой – максимальное размножение вселенных.

В рамках этого объяснения наша Вселенная – типичный образец одной из зрелых вселенных Мультиверса. И параметры существующих в ней частиц и взаимодействий являются такими, что могут способствовать наиболее эффективному производству черных дыр. Малейшее отступление от этих параметров неизбежно уменьшило бы ее способность образовывать черные дыры, а, следовательно, и новые вселенные<sup>1</sup>.

Ученые очень осторожно и настороженно относятся к гипотезе Смолина. Она действительно производит стран-

---

<sup>1</sup> Грин Брайан. *Элегантная Вселенная...* С. 239. См. также работу известного историка науки Schweber S.S. *The Metaphysics of Science at the end of a Heroic Age // Experimental Metaphysics. Quantum Mechanical Studies for Abner Shimony*, vol. one. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht, 1997. P. 173.

ное впечатление. Излагая ее, я поневоле понаставила кавычек, взяв, в частности, в кавычки такие термины как «генетические мутации вселенных», «отбор», «цель» космической эволюции. Это должно подчеркнуть метафоричность применения идей дарвиновской эволюции к миру Мультиверса.

Так что идея Мультиверса может квалифицироваться, да и квалифицируется многими астрономами, как гипотеза *ad hoc*. Самым удручающим при этом является убежденность большинства космологов в том, что эта гипотеза никогда и не сможет быть проверена независимо. Предполагается, что вселенные Мультиверса не связаны причинно с нашей, так что мы никогда не сможем вступить с ними в контакт.

Конечно, оперирование гипотезами *ad hoc* – это очень плохой метод. Тем не менее, иногда в науке к нему прибегают. И, опять-таки, иногда этот метод оказывается плодотворным. Во всяком случае, если выдвинутая гипотеза связана с надеждами на дальнейшее продвижение вперед, ученые рискнут ее принять и будут ждать до тех пор, пока прямым или косвенным образом удастся подтвердить или опровергнуть выдвинутое предположение.

Подобные случаи имели место в истории науки. Типичным примером является гипотеза нейтрино. Она была сформулирована для того, чтобы спасти здание физики, которое рушилось прямо на глазах. Речь идет о явлении В-распада нейтрона. Он распадается на электрон и протон. Эти частицы фиксировались экспериментально, и все было как будто бы в порядке. За исключением одного – энергия (равно как импульс и момент количества движения) нейтрона до распада были больше, чем суммарная энергия продуктов распада – электрона и протона, что противоречило соответствующим законам сохранения. Куда-то исчезала часть энергии (а также импульса и момента количества движения). Можно было, конечно, пожертвовать неко-

торыми законами сохранения, в частности, законом сохранения энергии. Но это было настолько нежелательно, что большинство ученых отвергло этот путь. Чтобы спасти положение, не пожертвовав законами сохранения, В. Паули выдвинул гипотезу, согласно которой энергия уносится неизвестной ранее частицей, которая впоследствии получила название «нейтрино». Поскольку в эксперименте нейтрино не фиксировалось, предположили, что эта частица не взаимодействует с веществом.

На протяжении многих лет нейтрино существовало только на бумаге и в головах физиков. Но, в конце концов, оно было открыто. Изначально предположение о существовании нейтрино казалось типичной гипотезой *ad hoc*, да оно и было таковой. Но оно сыграло огромную роль в развитии физики элементарных частиц.

Примеров таких гипотез в истории физики много. Это и знаменитая гипотеза Планка о дискретном характере излучения, приведшая, в конце концов, к созданию квантовой механики, и  $\Lambda$ -член, введенный Эйнштейном в уравнения общей теории относительности для того, чтобы спасти идею стационарности Вселенной. Физиками введение  $\Lambda$ -параметра воспринималось как гипотеза *ad hoc*. Да и сам Эйнштейн говорил об этой гипотезе как о своей самой большой ошибке. Но неожиданно она нашла свое вполне рациональное истолкование в современной космологии<sup>1</sup>. В настоящее время делаются попытки ассоциировать ее с силой антитяготения, ответственной за ускоренное расширение Вселенной<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> В этой связи очень убедительно выглядит замечание В.В. Казютинского о том, что приписывать Эйнштейну интерпретацию  $\Lambda$ -члена в духе антитяготения – значит неправомерно модернизировать его взгляды. См. по этому поводу Казютинский В.В. Эйнштейн и становление неклассической космологии // Эйнштейн и перспективы развития науки. М., 2007.

<sup>2</sup> Чертин А.Д. Темная энергия и всемирное антитяготение // Успехи физических наук. Т. 178, № 3, Март 2008.

Еще одна особенность современной космологии, которая может быть квалифицирована как признак «иронической», «плохой» науки – это ее преимущественно ретросказательный характер. (Кстати, эта особенность присуща и теории суперструн). Почти все объяснения, которые делаются на основе современной космологической теории, имеют дело с уже открытыми фактами, будь то данные астрономических наблюдений или обнаружившиеся теоретические трудности. Конечно, такие ретроспективные объяснения – также большой успех теории, но гораздо более предпочтительным было бы, если бы теория *предсказывала новые, до сих пор неизвестные* эффекты, и эти предсказания подтверждались бы данными наблюдений. Это говорило бы о том, что в данной теории удалось «ухватить» некую достоверную информацию о самой природе.

Но современная космология почти не делает предсказаний. В самом деле, гипотеза о существовании темной материи была призвана объяснить уже известное из эксперимента несоответствие величины отношения массы большого числа галактик к их светимости с данными астрономических наблюдений. Это несоответствие было открыто экспериментально и космологическая модель не имела к этому никакого отношения, она с помощью гипотезы о темной материи «справилась» с этим экспериментальным наблюдением «задним числом».

Аналогично обстояло дело и с фактом, послужившим другим основанием для предположения о темной материи. Речь идет о том, что без допущения о ее существовании невозможно было объяснить, почему галактики в скоплениях галактик не разбегаются под давлением раскаленного межзвездного газа. Расчеты показывали, что величина взаимного тяготения, создаваемого только массами галактик, оказывалась недостаточной для их удержания, и для объяснения явления требуется дополнительная масса, роль которой и сыграла темная материя.



Да и предположение о существовании инфляционной фазы в расширении Вселенной – также носит характер *послесказания*: нужно было, как отмечалось выше, справиться с некоторыми трудностями космологической модели, в частности с парадоксом горизонта. Явление равенства температур реликтового излучения для очень удаленных друг от друга областей Вселенной также было открыто экспериментально, и современная космологическая теория объяснила его ретроспективно, введя предположение о существовании инфляционной фазы.

Одно из немногих действительных *предсказаний* современной космологии было сделано С. Хокингом. Суть его – в утверждении о возможном свечении черных дыр. Хокинг выдвинул предположение, что черные дыры не являются такими уж черными и могут светиться. Суть явления в следующем. Рядом с горизонтом событий черной дыры происходит постоянное взаимодействие виртуальных частиц, на мгновение появляющихся из вакуума и аннигилирующих друг с другом. Гравитационная сила черной дыры может засасывать одну из частиц такой пары. Тогда вторая частица, потеряв партнера, не сможет аннигилировать. Напротив, она получает энергию от гравитационного поля черной дыры и выталкивается из нее. Наблюдающий за этим процессом (разумеется, с безопасного расстояния от черной дыры) будет воспринимать его как исходящее из черной дыры излучение. Такое излучение для типичной черной дыры очень слабо. Экспериментально обнаруживаемым оно оказывается только для черных дыр очень малой массы. К сожалению, пока это *предсказание* Хокинга не нашло своего экспериментального подтверждения. Как шутит он сам, это плохо, потому что если бы оно подтвердилось, он бы сразу получил Нобелевскую премию<sup>1</sup>.

Когда-то известный методолог и философ науки Имре Лакатош охарактеризовал теории, которые лишь ретро-

---

<sup>1</sup> Грин Брайан. Элегантная Вселенная... С. 219.

селективно ассимилируют уже открытые явления, как находящиеся в *дегенеративной* стадии. Он утверждал, что если есть возможность выбора между теориями, которые активно предсказывают новые, ранее неизвестные факты, и эти предсказания хотя бы изредка подтверждаются (и таким образом находятся в *прогрессивной* стадии своего развития), и дегенерирующими теориями, ученые должны предпочитать и на самом деле предпочитают первые.

Тем не менее, ретроспективные объяснения существовали и в предшествующем познании. Можно вспомнить в связи с этим об объяснении на основе ОТО явления аномальной прецессии перигелия, открытого в XIX в. Леверье. Суть его в том, что реальная орбита, по которой эта планета вращается вокруг Солнца, не совпадает с той, по которой Меркурий должен был бы вращаться согласно ньютоновскому закону всемирного тяготения. Предлагались самые разные объяснения этого явления – от гравитационного воздействия на Меркурий неизвестной планеты до воздействия межзвездной пыли или сплюснутости Солнца. Но ни одно из них не было признано научным сообществом в качестве верного. Правильное объяснение удалось найти Эйнштейну после того, как он рассчитал орбиту, используя уравнения ОТО. Совпадение с реальной орбитой было прекрасным. Этот успех был одной из главных причин, почему Эйнштейн поверил в свою теорию. «По большинство других исследователей ожидало предсказания новых явлений, а не объяснения уже известных аномалий», – пишет Грин, ссылаясь на книгу Пайса, подробно описавшего это событие в творческой деятельности Эйнштейна<sup>1</sup>. Тем не менее, несмотря на некоторую неудовлетворенность многих физиков, никто не характеризовал на этом основании ОТО как ироническую науку, и объяснение

---

<sup>1</sup> Pais A. Subtle is the Lord. The Science and the Life of Albert Einstein. N.Y. 1982. Цит. по Грин Б. Элегантная Вселенная ... С. 253.

аномальной прецессии перигелия Меркурия считается одним из важнейших данных, подтверждающих ОТО.

Так что то, что Хорган называет «иронической» наукой, явление не новое, оно неоднократно имело место в истории научного познания, ничуть не помешав ему двигаться вперед. Особенности современной космологии, которые отмечает Хорган, никак не свидетельствуют о приближении науки к ее пределам.

Между тем, как утверждают два известных американских космолога Л. Кросс и Р. Шеррер, современная космология обладает такой особенностью, которая действительно может привести к ее концу, правда в очень отдаленном будущем. К сожалению, Хорган упустил эту сторону дела. Речь идет о специфике самого исследуемого объекта космологии – *расширяющейся Вселенной*. Ускоренный характер расширения приводит к тому, что с течением времени исчезают наблюдательные данные, свидетельствующие в пользу теории Большого взрыва. Так что астрономы далекого будущего (если, конечно, они еще сохранятся) будут создавать уже совсем другую науку<sup>1</sup>. Остановимся на этом чуть подробнее.

Авторы статьи имеют в виду такие данные, как 1) разбегание галактик, 2) реликтовое излучение и 3) химический состав межзвездного газа. Что произойдет с этими данными в далеком будущем? С течением времени далекие галактики уйдут за горизонт событий, в то время как близкие нам галактики (туманность Андромеды и ряд других галактик) благодаря взаимному тяготению сольются с Млечным путем и образуют гигантское скопление звезд. Астрономы будущего будут ощущать себя живущими в островной вселенной, погруженной в пустое пространство (в результате

---

<sup>1</sup> См. Кросс Лоренс и Шеррер Роберт. Наступит ли конец космологии? Ускоряющаяся Вселенная уничтожает следы своего прошлого // В мире науки. [06] июнь 2008.

ускоренного расширения вещество будет все больше рассеиваться, а пространство все больше пустеть), как это считалось во времена Ньютона. (Эти воззрения просуществовали до 1908 г.). Реликтовое излучение рассеется, и его невозможно будет зарегистрировать. Такие же метаморфозы произойдут и с ключевым аргументом в пользу справедливости теории Большого взрыва – химическим составом материи Вселенной. Известно, что эта материя почти полностью состоит из водорода и гелия, которые образовались в эпоху первичного нуклеосинтеза (первые три минуты после Большого взрыва, когда температура Вселенной была от 10 до 1 млрд. градусов). Эта ситуация почти не изменилась за все то время, которое прошло после Большого взрыва (14 млрд. лет). Химический состав меняется в результате «деятельности» звезд в сторону увеличения процентного содержания гелия и уменьшения доли водорода: в совершающихся в звездах термоядерных реакциях водород сгорает, превращаясь в гелий. Астрономы далекого будущего, не имея никаких сведений о Большом взрыве и процессах нуклеосинтеза, естественно будут считать, что избыток гелия – это результат только тех процессов, которые совершаются в звездах.

Так что, если космологи будущего не будут знать о работах современных нам космологов, они не будут иметь почти никаких данных наблюдений, которые позволили бы им считать, что их островная вселенная когда-то возникла и расширялась. Собственно, и космологии не будет: на смену ей придет астрономия.

Как утверждают авторы цитируемой статьи, все это произойдет через 100 млрд. лет. Срок настолько огромный, что у многих космологов статья вызывает только улыбку. Авторы и сами понимают, что указываемый ими срок является просто фантастическим. За это время не только человечество может исчезнуть, может исчезнуть и сама Земля, и Солнечная система. Но дело ведь не в сроках, а в прин-

ципе. Речь идет о том, что существуют объективные основания для исчезновения космологии как науки. Авторы статьи прогнозируют не на пустом месте. Описываемая ими тенденция существует уже в настоящее время, и их прогноз вполне может реализоваться, если только не вмешаются какие-либо побочные обстоятельства. Вселенная уже сейчас, благодаря ускоренному расширению, как говорят авторы, «стирает следы своего прошлого».

Возвращаясь к основной проблеме нашей статьи и подводя некоторые итоги сказанному, можно утверждать: никаких серьезных оснований так уж иронизировать над современной космологией не существует. Мы просто попали в самую гущу событий. Идет процесс построения современного космологического знания. Выдвигаются модели, сталкиваются мнения и гипотезы; необходимо набраться терпения и ждать. Возможно, ждать придется долго. Но другого пути постичь наш Космос рационально у нас просто нет. Да к тому же, разве это не прекрасно быть свидетелями той «драмы идей», которая разворачивается на наших глазах, и невольными участниками которой мы оказываемся (пусть даже только читая работы космологов и в меру своих сил осмысливая их)? Вспомним слова поэта: «Блажен, кто посетил сей мир в его минуты роковые. Его призвали всеблагие как собеседника на пир»!