

Социология в современной космологии

Мартин Лопез-Корредойра
Институт Астрофизики Канарских Островов
Ла Лагуна, Тенерифе, Испания

Перевод: Герман Голушко

Оригинал статьи
Sociology of Modern Cosmology
Martin Lopez-Corredoira
Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain
<http://arxiv.org/pdf/0812.0537v2.pdf>

Аннотация. Некоторые результаты космологических наблюдений порождают сомнения в основах стандартной космологии, при этом оставляя невозмутимыми большинство космологов. Несмотря на то, что неортодоксальные учёные опубликовали и защитили альтернативные космологические модели, отличные от модели Большого Взрыва, большинство космологов не обращают на это внимание. Возможно причина в том, что стандартная теория корректна, а её критика и все нестандартные идеи некорректны. Однако в большой степени это происходит благодаря таким социологическим явлениям как “эффект снежного кома” и “групповое мышление”. Следует задаться вопросом, является ли космология, как учение о Вселенной в целом, наукой, как другие разделы физики, или всего лишь доминирующей идеологией.

1. Стандартная и альтернативные космологические модели

Стандартная космологическая модель, известная как модель “Большого Взрыва”, даёт нам представление о Космосе, где доминирует гравитационная динамика (в духе теории относительности), однородном в больших масштабах, расширяющемся, с горячим начальным состоянием, а также с другими элементами, необходимыми для избежания расхождений с наблюдениями (инфляция, небарионная тёмная материя, тёмная энергия и т.п.). Хотя теория Большого Взрыва общепринята, она не является единственно возможным представлением о Космосе. За последние 80 лет, настолько коротка история этого раздела науки, называемого космологией, было выдвинуто множество других предположений. Среди этих альтернатив следует отметить модели, которые являются лишь вариациями стандартной, то есть имеют в своей основе общую с ней идею: модели с различными законами тяготения [например, “Модифицированная Ньютоновская Динамика” (MOND), Sanders & McGaugh 2002]; фрактальные Вселенные (Gabrielli et al. 2005), холодное начальное состояние вместо горячего Большого Взрыва (Layser 1990); переменные физические константы, текстуры вместо инфляции и т.д. Существуют модели, который предлагают иной сценарий относительно стандартной модели: модель квазиустойчивого состояния (Hoyle et al. 2000) предполагает вечное время, расширяющуюся Вселенную с перекрывающимися циклами расширений/сокращений, имеющих малые амплитуды, однородность в больших масштабах, непрерывное создание материи; плазменная космология (Lerner 1991) предполагает вечное время, преобладание электрических сил над гравитационными.

А есть модели, описывающие Вселенную как статическую, евклидову, с бесконечным пространством, вечную, дающие несколько экзотические объяснения красному смещению галактик в рамках сложных теорий тяготения: хронометрическая космология (Segal 1976), космология искривлений (Crawford 2006), космология волновых систем (Andrews 1999), космология отрицательного давления (Hawkins 1993) и др.

Все модели имеют пробелы и изъяны, не позволяющие в полной мере объяснить данные наблюдений. Большой Взрыв имеет множество проблем и подходов, которые либо не правильно работают, либо не до конца понятны (см. обзор Lopez-Corredoira 2003). Расширение как таковое не имеет прямого доказательства (никто напрямую не наблюдал удаляющуюся галактику); наиболее весомым аргументом в пользу расширения считается красное смещение галактик, однако оно имеет и другие объяснения, отличные от расширения. Прочие проверки гипотезы расширения зависят от эволюции галактик и других предположений. Микроволновое фоновое излучение, избыток лёгких элементов, формирование крупномасштабных структур также имеют альтернативные объяснения. Конечно, существуют проблемы, ждущие своего решения: корреляции галактик и квазаров с различными красными смещениями; что касается анизотропии микроволнового фона (Lopez-Corredoira 2007, подраздел 5), то остаются такие вопросы как взаимное выстраивание октуполей и квадруполей, негауссовское распределение, недостаточный эффект линзирования на кластерах, и т.д.; отсутствие наблюдений эволюции металличности; неудачный прогноз для некоторых элементов (литий и др.); наблюдаемые крупномасштабные структуры оказались крупнее, чем предполагалось; множество проблем, связанных с тёмной материей; и т.д.

Конечно, если Большой Взрыв имеет проблемы, то альтернативные теории имеют их тоже, и их проблемы иногда более серьёзны. Наверное потому, что эти теории не так развиты и отшлифованы как стандартная модель. Что касается моделей расширения, то либо они принимают расширение как факт и требуют спекулятивных элементов для утверждения, что у Вселенной не было начала (например непрерывное создание материи в модели квазиустойчивого состояния) либо требуют альтернативного объяснения красного смещения галактик. Микроволновое фоновое излучение имеет объяснение отличное от Большого Взрыва, но с некоторыми *ad hoc* элементами (такими как виссеры (*wiskers*), которые в модели квазиустойчивого состояния необходимы для превращения энергии звёздной радиации в тепловую), которые не имеют прямых доказательств. Избыток лёгких элементов требует очень старых популяций, которые никто не наблюдал.

В действительности альтернативные модели, такие как модель квазиустойчивого состояния, не лучше и не хуже, чем стандартная модель. Её современная версия (Hoyle et al. 2000) способна объяснить большинство явлений, с которыми предыдущая версия испытывала трудности: существование молодых галактик с высоким красным смещением, распределение источников радиоизлучения, микроволновое фоновое излучение и др. Эти модели вводят *ad hoc* (импровизированные, ситуативные, сделанные на скорую руку) элементы, неподтверждённые наблюдениями точно так же, как и модель Большого Взрыва вводит такие *ad hoc* понятия как небарионная тёмная материя, тёмная энергия, инфляция. Так почему же разные теории принимаются или отвергаются с использованием разных критериев оценки?

Число видов измерений, относящихся к текущей версии космологии, и число свободных параметров, используемых в теории, являются величинами одного порядка (Disney 2007): “в 50-х годах Большой Взрыв был теорией с 3-мя или 4-мя свободными параметрами, которые должны были удовлетворять всего нескольким видам наблюдений (в частности, речь идёт о постоянной Хаббла и избытке гелия). Увеличение информации в космологии, связанное с расширением наблюдений, с анизотропией микроволнового фонового излучения¹ и пр., сопровождалось увеличением количества свободных параметров и разного рода заплаток (тёмная материя, тёмная энергия, инфляция) в модели, чтобы соответствовать новым наблюдениям. В результате сегодня эта теория имеет около 20 свободных параметров (не считая начальных и других граничных условий, введённых в модели, чтобы воспроизвести определённые структуры Вселенной). Число разного вида величин, полученных по результатам наблюдений имеет тот же порядок. Более того, существуют такие величины, которые ничему не соответствуют.

Развитие современной космологии напоминает развитие эпициклической теории Птолемея. Однако в этой гонке по построению всё новых и новых эпициклов, модели Большого Взрыва позволено делать *ad hoc* исправления и добавлять всё больше и больше свободных параметров к теории, чтобы на ходу преодолевать встречающиеся проблемы. Тогда как альтернативные теории отвергаются при появлении первых же пробелов или несоответствий, и большинство космологов не заинтересовано в их *ad hoc* исправлениях. Почему же разные теории принимаются или отвергаются на основании разных критериев оценки?

2. Трудности в создании альтернативных моделей. Социологическая / эпистемологическая модель того, как работает современная космология

По моему мнению, альтернативные модели отвергаются не потому, что они не конкурентны, а потому, что имеют огромные трудности в продвижении исследований и в преодолении сопротивления со стороны доминирующего научного направления. Горстка учёных не может состязаться с огромной массой космологов, занятых улучшением и шлифовкой стандартной теории. Современная методология исследования в космологии не приветствует развитие новых идей. Стандартная теория в космологии стала доминирующей потому, что смогла объяснить больше явлений, чем альтернативные идеи. Но так же возможно, что её частичные успехи просто оказались в русле общепринятой точки зрения, которая на самом деле ошибочна и не позволяет

¹ Что касается анизотропии микроволнового излучения, то энергетический спектр - это кривая с двумя, тремя явными пиками, которые характеризуются приблизительно 10-ю параметрами (три параметра на пик: положение центра, ширина, высота). Если мы допускаем некоторый диапазон значений или ошибку измерения [каждый пик имеет свою гистограмму распределения ошибки, которая очень велика во 2-м, 3-м и последующих пиках (в действительности после 3-го пика в спектре преобладает шум)], то кривую можно описать меньшим числом параметров не выходя за пределы ошибки. Стандартная согласованная космология воспроизводит кривую с помощью шести параметров (хотя на самом деле число параметров около 20-ти; но самых основных шесть; остальные дают незначительные зависимости), которые воспроизводят крупномасштабные флуктуации с некоторыми проблемами. Тем не менее существуют работы, которые воспроизводят те же самые данные WMAP с помощью других космологий со схожим числом свободных параметров: например Narlikar et al. (2003), McGaugh (2004). Тот факт, что разные космологии согласуются с одними и теми же данными (с почти таким же числом свободных параметров для описания данных) говорит о том, что число независимых величин в информации, полученной проектом WMAP, сравнимо с числом свободных параметров в любой из теорий.

продвигаться другим идеям несмотря на то, что они могут быть ближе к более корректному описанию Вселенной.

2.1. Методология науки

По сути дела, существует две различных методологии изучения Природы, обе унаследованы от древних греков:

Математический дедуктивный метод: Этот метод использовали Пифагор и Платон. Безупречные численные отношения в арифметике и геометрии представлялись как незыблемая реальность, скрытая за изменчивыми представлениями мира чувств. Мы можем постичь истину не путём наблюдения, но только посредством ясных рассуждений, с помощью исследования абстрактных математических форм, управляющих миром. Примером такого подхода в современной науке могла бы служить теория относительности Эйнштейна, которая была постулирована на основе эстетических и/или рациональных принципов во времена, когда данные наблюдений не требовали новой теории гравитации. В наши дни, когда теория создаётся прежде наблюдений, физика и космология являются в некотором смысле пифагорейскими.

Эмпирический индуктивный метод: Этот метод использовал для познания природы Анаксагор. Аристотель использовал оба метода, индуктивный и дедуктивный, и говорил, что “математический метод не является методом для физиков, потому что Природа прежде всего включает в себя материю” (Метафизика, книга II). Материю, не числа и не математику. Природу следует познавать через наблюдения и их обобщения. Эмпирический подход Галилео Галилея может служить примером этого метода в современной науке, хотя все учёные, включая Галилео, в какой-то степени пифагорейцы. По моему мнению, космология должна выводиться эмпирически, - сначала следует получать данные и лишь затем интерпретировать их путём сопоставления со всеми возможными теориями. Как сказал Шерлок Холмс: “Было бы большой ошибкой теоретизировать, не имея доказательств” (*Этюд в багровых тонах*); “Вместо того, чтобы не имея данных, перекручивать факты, подгоняя их под теорию, следует подгонять теорию под данные” (*Скандал в Богемии*) [цитировано Burbidge 2006].

Некоторые астрофизики, которые имеют дело больше с наблюдениям, нежели с теорией, жалуются на недостаток эмпирического подхода в космологии. Например, Жерар де Вокулёр (Gerard de Vaucouleurs, 1918–95), известный своими экстрагалактическими обзорами и измерениями постоянной Хаббла, сказал, что существуют “параллели между современной космологией и средневековой схоластикой. (...) Прежде всего, я озабочен явной потерей связи с эмпирическим доказательством и наблюдаемыми фактами и, что ещё хуже, намеренным отказом некоторых теоретиков принять результаты наблюдений в случае, когда они противоречат существующим упрощённым и потому интеллектуально привлекательным теориям Вселенной” (de Vaucouleurs 1970). Несмотря на это, в жизни всё ещё осталось место для эпистемологического оптимизма, внушающего веру в то, что теории успешны тогда, когда они отражают реалии Природы. Может быть это и справедливо для некоторых отраслей науки,

но не для областей, близких к метафизическим спекуляциям, таким как космология, где научный метод выглядит следующим образом:

“— Возьмём теорию А, названную её же авторами ортодоксальной или стандартной, и неортодоксальную, нестандартную теорию В. Если наблюдения соответствуют предсказаниям теории А и не соответствуют теории В, то это преподносится как огромный успех теории А, как нечто такое, что должно быть немедленно оглашено в самых главных средствах массовой информации. Это означает, что нет никаких сомнений в том, что А – правильная теория. Теория В ложна; следует забыть об этой теории, все дальнейшие исследования в её рамках должны быть заблокированы (путём отказа в публикациях, в возможности использования телескопов и т.п.).

— Если наблюдения соответствуют предсказаниям теории В в большей степени, чем теории А, то это ничего не означает. Наука – очень сложная штука, и перед тем, как занять какую-либо позицию, мы должны всё ещё раз обдумать и провести дальнейшие проверки. Вполне возможно, что наблюдатель совершил ошибку на каком-то этапе; необходимы дальнейшие наблюдения (которые нелегко будет сделать, потому что мы не позволим использовать телескопы для перепроверки такой дурацкой теории как теория В). Как знать, возможно эти наблюдения происходят благодаря эффекту “такому-то, сякому-то”, ну конечно! Наверное, наблюдатели не скорректировали данные, чтобы избавиться от помех, вызываемых этим эффектом, о чём нам ничего не известно. И вообще всё так запутано. Мы должны быть уверены, прежде чем скажем что-либо о том, какая теория корректна. Более того, после добавления новых аспектов в теорию А, она, безусловно, также сможет объяснить эти наблюдения. А поскольку у нас есть армия теоретиков, готовых наклеить нужные заплатки и открыть новые эффекты, то меньше чем через три месяца у нас будет новая теория А (хотя и с некоторыми изменениями), которая будет согласовываться с данными наблюдений. В любом случае в этой мутной воде, пока мы не проясним вопрос, теория А остаётся истинной”.

Возможно, как заметил Хальтон Арп, неформальное изречение “для того, чтобы совершить экстраординарные изменения, необходимы экстраординарные основания” на самом деле означает “для того, чтобы согласиться с невыгодными тебе изменениями, никакие экстраординарные основания не являются достаточными” (Lopez-Corredoira 2008).

Хальтон Арп (Halton Arp 1927–), инакомыслящий космолог, известный своими астрономическими наблюдениями и предложивший идею некосмологического красного смещения (Lopez-Corredoira 2008, §2.8), заметил: “Конечно, если игнорировать противоречивые наблюдения, то можно претендовать на ‘элегантную’ и ‘надёжную’ теорию. Но это не наука.” (Arp & Block 1991)

2.2. Эффект снежного кома

Альтернативные модели пытаются состязаться со стандартной моделью, но накопленная инерция даёт стандартной модели очевидное преимущество: “Эффект снежного кома, возникающий из социальной динамики финансирования исследований, загоняет исследователей в стойло стандартной космологии и способствует усыханию альтернативных идей.” (Narlikar & Padmanabhan

2001). Не удивительно, что Джайант В. Нарликар (Jayant V. Narlikar, 1938–), один из создателей модели квазистационарного состояния, связывает недостаток социального успеха своей теории с тем, как работает социальная динамика. В любом случае, его утверждение правильно в широком смысле и применимо для большинства спекулятивных наук. Другой создатель модели квазистационарного состояния, Джеффри Бёрбидж (Geoffrey R. Burbidge, 1925–), имеет нелучшее мнение:

«Позвольте мне начать с несколько пессимистического замечания. Все мы знаем, что новые, революционные идеи привносятся в науку, как правило, молодым поколением учёных, которые критически смотрят на существующий порядок и, усваивая новый фактический материал, переворачивают старые представления. Это общий путь развития науки. Однако в современной астрономии и космологии это, без сомнения, – не тот случай. На протяжении последнего десятилетия или больше подавляющее большинство астрономов – это в высшей степени конформисты, страстно верующие в то, что говорит начальство, особенно в космологии. В наше время для этого есть больше причин, чем в прошлом. Для того, чтобы занять академическую должность, да на большой срок, успешно получать финансирование и иметь доступ к наиболее значимым телескопам, необходимо подчиняться и приспособливаться.» (G. R. Burbidge 1997).

Эффект снежного кома, известный также как эффект Маттью (Merton 1968), в определённой мере выражает социальную динамику космологии. Этот ком работает по принципу обратной связи: чем успешнее стандартная теория, тем больше денег и учёных направляется на её развитие, и следовательно тем больше число наблюдений, которые объясняются ситуативно (*ad hoc*), что делает теорию ещё более привлекательной. Однако не всё является социальной конструкцией (как утверждают некоторые постмодернисты); микроволновое фоновое излучение, красное смещение галактик и пр. – реальные факты, они тоже имеют вес в достоверности стандартной модели.

2.3 Психологический портрет космологов

Существуют два основных психологических портрета космологов и градации серого между ними.

Инакомыслящий: страдает комплексом не оценённого гения, слишком много “эго”, обычно работает один или в очень маленьких группах, творческая натура, интеллигент, нонконформист. Его мечта – сказать новое слово в науке, которое полностью поменяет наше представление о Вселенной. Многие из них пытались опровергнуть Эйнштейна, наверное, потому что он символ гениальности, и опровержение его теории будет означать, что они гении почище Эйнштейна. Большинство из них – чудачки.

Ортодокс: жертва коллективного мышления, следует мнению лидера как в сказке “Голый король”³², хороший работник, выполняющий монотонные задачи в составе больших групп, специалист в узкой области, которую знает хорошо, прирученный конформист. Его мечта – получить постоянную должность в университете или в научном центре, стать руководителем проекта, заниматься астрополитикой (см. Lopez-Corredoira 2008). Большинство из них как овцы (или гуси)³, хотя некоторые имеют задатки пастухов.

Социологические причины предпочтения отродоксов имеет отношение к традициям нашей цивилизации в одомашнивании. Предпочтение отдаётся овцам, а не чудакам. Очень трудно найти перспективную идею, близкую к истине, среди тысяч безумных идей; ортодоксальная же наука, хотя и не гарантирует истины, но предлагает некую версию истины как результат консенсуса.

3. Ограничения в космологии

“Могли бы мы претендовать на полное понимание космологии, которая охватывает всю Вселенную? Да мы не готовы даже начать. Всё, что мы можем сделать, это ступить на поле спекуляций. Я бы воздержался от комментирования любой космологической теории, так называемой стандартной теории, и тем более других. В действительности я хотел бы оставить дверь широко открытой.” (Pecker 1997)

Я согласен с Жаном-Клодом Пекером (Jean-Claude Pecker 1923–), ещё одним инакомыслящим космологом. Прежде чем решать, какая из космологических моделей верна, надо подумать, а есть ли у нас условия для того, чтобы создавать теорию возникновения (или невозникновения) и эволюции Вселенной. Не являются ли психологические/социологические качества научной среды фактором, перевешивающим наблюдения Природы?

Космология имеет свои пределы, потому что мы – конечные человеческие существа с ограниченным опытом и возможностями, а не мини-боги, способные заглянуть в мысли Бога, играющего в математику со Вселенной, как думают некоторые пифагорейцы. Пифагореизм не страдает от скромности, как и те, кто придумал “точную космологию”. Один из известнейших физиков бывшего Советского Союза, Лев Давыдович Ландау (1908-68) сказал: “Космологи часто ошибаются, но никогда не сомневаются”. Великие старые мастера, даже создатели стандартной модели, были осторожны в своих предположениях. Эдвин П. Хаббл (Edwin P. Hubble, 1889-1953) в течение всей своей жизни сомневался в расширении Вселенной. Виллем де Ситтер (Willem de Sitter, 1872-1934) утверждал: “Нельзя забывать, что все эти разговоры о Вселенной включают

² Когда я делал доклад по этой статье на конференции "Космология через культуры", Джоел Примак (Joel Primack) встал и начал надоедливо кричать: "Вы невежа! Вы невежа!", и так несколько раз. Это хороший пример поведения "голого короля", типичный также для защитников современного искусства и священников многих религий: если ты не согласен с моими воззрениями, то ты невежа. Я не знаю, содержит ли данная статья что-либо, дающее повод назвать меня невежественным. Примак провёл отличную презентацию с великолепными спецэффектами и имитациями того, как Вселенная сформировалась и развивалась, делая акцент на том, что модель Холодной Тёмной Материи + Тёмной Энергии точно "предсказывает" наблюдения; а его жена, художница, писательница и философ Нэнси Абрамс (Nancy E. Abrams), в своей речи учила нас жизни, заявляя, что гипотеза её мужа имеет вечную ценность, поскольку, как в случае с ньютоновской гравитацией и теорией относительности, научные теории не опровергаются, а лишь становятся шире. Я не согласен с концепцией "предсказывания" Примака, где мы имеем дело с ситуативными подгонками, я не согласен с тем, что теории вечны (геоцентрическая астрономия Птолемея, теория флогистонов, теория теплорода, Ньютонова оптика, эфир, и др. оказались ложными). В большинстве голливудских фильмов я вижу очень хорошие спецэффекты, но они неточно отображают историю. Тем не менее я считаю, что шоу Примака-Абрамс сделано не невежами, а людьми с другими взглядами.

³ В работе Noyle et al. (2000), серьёзной технической книге о космологии, есть иллюстрация, где гуси, идущие цепочкой, заворачивают за угол по тому же самому пути, со следующим ироническим комментарием: "Это наш взгляд на то, как конформист подходит к стандартной космологии (горячего большого взрыва). Мы удержались от искушения назвать имена ведущих гусей".

огромное упрощение, которое является операцией опасной” (de Sitter 1931). Такой скептицизм является здоровым со времён испанской поговорки “сколько не берегись, а всё будет мало” (all cautions are too few). Вопрос не в том, чтобы заменить одну модель на другую (которая будет “той же собакой, но с другим ошейником” как гласит другая испанская поговорка), а в понимании пределов возможного в космологии как в науке. Перед тем как понимать Вселенную, следует понять галактики.

Резерфорд (Rutherford, 1871–1937) сказал: “Я запрещаю произносить слово ‘Вселенная’ в моём отделе”. Астрофизик Майк Дисней (Mike Disney, 1937–) продолжал в том же духе: “Слово ‘космолог’ должно быть исключено из научного словаря и возвращено священникам, туда, где ему место”. (Disney 2000). Слова старомодного скептицизма. В наши дни молодые люди, занимающиеся т.н. точной космологией, пренебрегают подобными утверждениями и с гордостью заявляют, что люди в прошлом не знали того, что знают они. Космологи без тени сомнения, но с потрясающим чувством самосохранения, пишут свои диссертации на крайне спекулятивные темы. Конечно же, наука движется вперёд, и космология тоже движется вперёд по мере поступления новых данных и создания эпициклоподобных заплат в теории для объяснения этих данных, однако основные проблемы остаются нерешёнными. Многие мыслители размышляли о проблемах космологии на протяжении долгого времени, но так и не пришли к окончательному решению. Живём ли мы в счастливом золотом веке космологии, который позволит нам, благодаря техническим достижениям и образованным исследователям, ответить на вопросы о вечности и бесконечности Вселенной? Мы могли бы ответить так, как это сделал немецкий философ 19-ого века Шопенгауэр, говоря о всезнайках своего времени:

“Каждые 30 лет новое поколение напористых болтунов, невежественных во всём, пытается поспешно и бесцеремонно разрушить человеческие знания, накопленные веками. Они сразу считают себя умнее всех, кто были до них.”

Благодарности

Выражаю благодарность Терри Дж. Махони (Terry J. Mahoney, IAC, Tenerife, Spain) за вычитывание данной статьи.

Ссылки

Andrews, T. B. 1999, in *The Hy Redshift Universe* (ASP Conf. Ser. 193), eds. A. J. Bunker, W. J. M. van Breugel, ASP, S. Francisco, p. 407

Arp, H., & Block, D. L. 1991, *Sky & Telescope*, 81, 373

Burbidge, G. R. 1997, in *The Universe at large. Key issues in astronomy and cosmology*, eds. G. Münch, A. Mampaso, F. Sánchez, Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 64

Burbidge, G. R. 2006, in *Current issues in Cosmology*, eds. J. C. Pecker, J. V. Narlikar, Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 3

Crawford, D. 2006, *Curvature Cosmology*, Brown Walker Press, Boca Raton (Florida)

de Sitter, W. 1931, *Nature*, 127, 708

- de Vaucouleurs, G. 1970, *Science*, 167, 1203
- Disney, M. J. 2000, *Gen. Relat. Grav.*, 32, 1125
- Disney, M. J. 2007, *American Scientist*, 95(5), 383
- Gabrielli, A., Sylos Labini, F., Joyce, M., & Pietronero, L. 2005, *Statistical Physics for Cosmic Structures*, Springer Verlag, Berlin
- Hawkins G. S. 1993, in *Encyclopedia of Cosmology*, ed. N. S. Hetherington, Garland Publishing Inc., New York, p. 196
- Hoyle, F., Burbidge, G. R., & Narlikar, J. V. 2000, *A different approach to Cosmology*, Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Layzer, D. 1990, *Cosmogogenesis*, Oxford University Press, Oxford
- Lerner, E. J. 1991, *The Big Bang never happened: a startling refutation of the dominant theory of the origin of the universe*, Random House, Toronto
- L'opez-Corredoira, M., 2003, in *Recent Research Developments in Astronomy and Astrophysics I*, ed. S. G. Pandalai, Research Signpost, Kerala, p. 561 [arXiv.org:astro-ph/0310214]
- L'opez-Corredoira, M., 2007, *J. Astrophys. Astr.*, 28, 101
- L'opez-Corredoira, M. 2008, in *Against the Tide. A Critical Review by Scientists of How Physics and Astronomy Get Done*⁴, eds. M. L'opez-Corredoira, C. Castro Perelman, Universal Publ., Boca Raton (Florida), p. 145 [arXiv.org: astro-ph/0310368]
- McGaugh, S. S. 2004, *Astrophys. J.*, 611, 26
- Merton, R. K. 1968, *Science*, 159(3810), 56
- Narlikar, J. V., & Padmanabhan, T. 2001, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 39, 211
- Narlikar, J. V., Vishwakarma, R. G., Hajian, A., Souradeep, T., Burbidge, G., & Hoyle, F. 2003, *Astrophys. J.*, 585, 1
- Pecker, J. C. 1997, *J. Astrophys. Astr.*, 18, 481
- Sanders, R. H., & McGaugh, S. 2002, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 40, 263
- Segal, I. E. 1976, *Mathematical Cosmology and Extragalactic Astronomy*, Academic Press, New York Book

⁴ Книга подверглась цензуре на arXiv.org; свободная копия доступна здесь:
<http://www.archivefreedom.org/tide.htm>