

УДК 130.12

**ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭВОЛЮЦИИ И РЕВОЛЮЦИИ  
В ХОДЕ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КОСМОЛОГИИ**

© 2012 г.

**С.Г. Петряков**

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

4137353@mail.ru

*Поступила в редакцию 14.05.12*

Рассмотрен путь развития космологии с древнейших времен по настоящее время через призму эволюционно-революционных категорий. Описаны четыре основные революции в естествознании. Приводится описание современного переходного этапа развития космологии, и оцениваются перспективы завершения четвертой революции в физике и космологии.

*Ключевые слова:* космология, физика, революция, топоцентризм, геоцентризм, гелиоцентризм, пространство-время, стационарность, хроногеометрия, концепция дальнего действия, релятивизация, нестационарность, изотропия.

Древнегреческое слово «космос» первоначально означало определенный «порядок» (у Гомера, например, это «красивое построение войска») и, конкретнее, упорядоченное состояние Вселенной или наблюдаемого нами мира (в противоположность никак не организованному первоначальному «хаосу») [1, с. 33].

Идеальный космос первоначально противопоставлялся не только первоначальному хаосу, но и уже существующей, но еще не вполне упорядоченной и несовершенной Земле. Т.е. под космосом греческие ученые понимали лишь Небо и небесные светила, считавшиеся, в отличие от Земли, совершенными.

Такое противопоставление Земли и Неба (космоса) в определенном смысле сохранилось и в наше время. Оно выражается в том, что Землю обычно не включают в космос, и «космическим» считают все неземное. Это следы первой революции в космологии, которая была начата еще Анаксимандром, положившим начало развитию первой последовательной геоцентрической системе мира, и закончена Аристотелем, создавшим последовательное космологическое учение о надлунном и подлунном мирах.

Переход от национального топоцентризма к общей для всех людей и уже, по сути, объективной геоцентрической точке зрения представлял собой огромный шаг на пути становления естествознания. Полусфера неба, ограниченная видимым горизонтом, была дополнена аналогичной невидимой полусферой до полной сферы. Мир стал сферически-совершенным. Сферическая Земля оказалась противопоставле-

на остальной сферической Вселенной, занимая в ней особое центральное положение в центре симметрии всего мира. Пришлось даже признать возможность существования людей в противоположной части Земли и принципиальную равноправность всех земных наблюдателей. Причем непосредственное подтверждение последней идеи было дано лишь по прошествии более двадцати столетий в эпоху великих географических открытий, когда господству учения Аристотеля оставалось совсем немного времени.

Благодаря введению Анаксимандром невидимой полусферы, утратили свое традиционное абсолютное значение понятия «верх» и «низ». Они стали относительными в его системе мира – неподвижный сплюснутый земной шар, окруженный тремя концентрическими вращающимися вокруг него воздушными небесными кольцами – звездным, лунным и солнечным с соответствующими отверстиями, наблюдаемыми в виде звезд, Луны и Солнца. Неподвижность Земли в оси симметрии объяснялась Анаксимандром уже не предположением о существовании какой-либо опоры снизу вроде океана Фалеса, а на основе принципа достаточного основания (точнее, отсутствия основания). По Анаксимандру, причина неподвижности Земли в отсутствии причин для ее движения из центра мира в какую-либо сторону.

Эта картина мира была существенно дополнена в учении Пифагора. Пифагор и его последователи исходили из идеи числовой гармонии мира. Они видели в осязаемой гармоничности

геометрически совершенных сферических тел и в их гармоничных движениях основу музыкальной гармонии, считая астрономию музыкой небесных сфер. Вполне понятно, что они не смогли согласиться с диссонансом анаксимандровской Вселенной, которая, будучи сферически-совершенной, содержала плоские небесные светила. Поэтому в пифагорейской школе получило развитие новое космологическое учение о шарообразности как Земли, так и всех небесных светил. В основу этого учения легли уже не просто впечатления о мире, полученные в ходе восприятия, а уже выработанные в ходе абстрактного мышления понятия идеальных геометрических форм и пропорций, идея всеобщей закономерности, принцип совершенной симметрии, т. е. то, что впоследствии превратило математику в настоящее творческое первоначало современной теоретической физики [2].

Окончательно революцию в космологии и физике завершил Аристотель. Он разделял механические движения тел на «насильственные», происходящие только под действием приложенных к ним сил, и «естественные», присущие телам по их природе. Эталоном последних является видимое равномерное суточное вращение небесной сферы со всеми неподвижными друг относительно друга звездами вокруг неподвижной шарообразной Земли, находящейся в центре этой сферы. По Аристотелю, все остальные внутренние гомоцентрические небесные сферы, с которыми связаны «блуждающие» светила – Солнце, Луна и планеты, вращаются аналогично, т. е. естественно и одинаково, без перемещения со своих естественных мест и вокруг одних и тех же своих осей. Он полагал, что в этой сферически-совершенной Вселенной всем столь же совершенным телам присущи лишь совершенные бесконечные равномерные движения по замкнутым круговым орбитам или собственные осевые вращения, а также комбинации естественных вращательных движений. Такие движения должны являться для этих тел врожденными и происходить по их природе (или обуславливаться неким всеобщим неподвижным перводвигателем – Богом).

В противовес вечно движущемуся небесному (надлунному) миру в земном (подлунном) мире все движения, по Аристотелю, преходящи: не только насильственные перемещения тел, но и их движения вниз (к центру Земли) и вверх – от центра мира. Последние связаны с естественным стремлением каждого тела к своему природному месту. Подобные движения естественны и, в конечном счете, при достаточной длительности падения также оказываются рав-

номерными, происходящими с постоянной скоростью. Причем эта скорость зависит от среды и растет с уменьшением ее сопротивления. И в пустоте, т. е. всяком отсутствии сопротивляющейся среды, пришлось бы иметь дело с абсурдными, с точки зрения Аристотеля, бесконечными скоростями свободного падения земных тел. Так обосновывалось утверждение, что природа не терпит пустоты. И если все огненное (легкое) стремится вверх, в Небо, а все землистое (тяжелое) к центру Земли, то между небом и Землей, которые полярно противоположны друг другу, остается нечто промежуточное и вездесущее – вода и воздух. К этим четырем началам было принято добавлять пятое – квинт-эссенцию материи – эфир, заполняющий промежутки между отдельными частицами вещества и весь космос, но ускользающий от восприятия.

Вторая общая естественнонаучная революция была связана с уподоблением кажущейся неподвижной Земли движущимся планетам, а движущегося Солнца – неподвижным звездам. Здесь имеет место переход от геоцентризма к гелиоцентризму и далее к учению о неограниченном звездном мире и действующем в нем едином законе тяготения.

Эта завершенная Ньютоном революция имела длинную предысторию. Гераклид Понтийский создал первую гео-гелиоцентрическую систему, в которой Меркурий и Венера вращались вокруг Солнца, и лишь уже вместе с ним вокруг Земли. Аристарх Самосский создал простейшую гелиоцентрическую систему с круговыми орбитами. Значительно более сложную и даже удивительно точно соответствующую данным наблюдения (модель соответствует эмпирическим данным с точностью до двух угловых минут) квазигеоцентрическую систему создал Клавдий Птолемей. Николай Коперник, который, как считается, первым подверг сомнению истинность традиционных в его время геоцентрических представлений и создал систему, эквивалентную птолемеевской, сохранив его деференты, эпициклы, экванты и эксцентры. Он лишь переместил начало координат в центр Солнца. Компромиссную гео-гелиоцентрическую систему предложил Тихо Браге. Эти системы, а также результаты античных исследований конических сечений привели к созданию уже достаточно совершенной гелиоцентрической системы с закономерными движениями Земли и других планет вокруг Солнца по эллиптическим орбитам – системы Кеплера. Телескопические исследования Галилея и создание Ньютоном единой механики для всех небесных тел с об-

щими законами инерции и динамики привели к созданию принципиально иной космологии и к созданию модели космоса, согласующейся с данными опыта вплоть до открытия Леверье смещения перигелия орбиты Меркурия в 1859 году.

Согласно Ньютону, каждое отдельное тело, на которого не действовали бы другие тела (или их действие уравновешивало бы друг друга) само по себе по инерции пребывает в одном и том же состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения в бесконечной однородной и изотропной Вселенной, при этом абсолютно неизменной и неподвижной как целое с абсолютным евклидовым пространством и абсолютным универсальным временем.

Эта уникальная всеобъемлющая Вселенная внешне как целое эквивалентна свободной материальной точке и, соответственно, должна по инерции пребывать в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. При этом естественность инерционного вращения вокруг своей оси сохранилась при переходе от вращающихся небесных сфер Аристотеля к вращающимся небесным телам Ньютона. А вот естественные вечные орбитальные движения небесных тел по замкнутым орбитам, считавшимся круговыми (или при помощи вращающихся небесных сфер и кругов сводящиеся к таковым), изменились принципиально. Орбиты стали эллиптическими (т.е. не всюду одинаковыми), а движение – неравномерным и неестественным, а вызываемым универсальной силой тяготения. Причем силой, пропорциональной массе притягиваемого и притягивающего тел, то есть пропорциональной произведению их масс. Подобное взаимное притяжение различных тел, которые не соприкасаются друг с другом, возможно лишь при специальном философском допущении возможности мгновенного действия.

Надо отметить, что Ньютон вывел свой закон всемирного тяготения из эмпирических законов Кеплера и открытого Галилеем постоянства ускорения свободного падения при помощи своих же аксиоматически постулированных основных законов механики. Именно с этим универсальным всемирным законом Кант связывал возможное основание трехмерности пространства: «Трехмерность происходит, по-видимому, оттого, что субстанции в существующем мире действуют друг на друга таким образом, что сила действия обратно пропорциональна квадрату расстояния» [3, с. 71].

Проблема закона всемирного тяготения не в применении к отдельным телам (или даже целым галактикам) Вселенной. Здесь он достаточ-

но хорошо объясняет наблюдаемые орбитальные движения. Проблема в применении его ко всей бесконечной Вселенной в целом. Здесь этот закон приводит к геометрическому парадоксу. Если взять конкретную область Вселенной, например, ограниченную сферой, то звезды внутри нее вследствие закона всемирного тяготения будут стремиться друг к другу, и, соответственно, вся сфера будет стремиться к сжатию. С точки зрения Ньютона, остальная часть Вселенной, содержащая актуально-бесконечное число звезд, будет своей гравитацией препятствовать такому сжатию, в результате чего расстояния между звездами должны оставаться постоянными, что и наблюдается в мире. Позднее было доказано, что даже в случае действительно бесконечного числа звезд во Вселенной такая сфера должна сжиматься, и относительные расстояния должны уменьшаться, вследствие чего мы не могли бы наблюдать такую Вселенную.

Предпринимались попытки разрешить этот парадокс, например, в иерархической космологической концепции Ламберта о бесконечной структурной иерархии звездных систем. Но действительно решение этой проблемы дала только следующая научная теория, появившаяся в результате третьей космологической революции, законченной Эйнштейном.

Эта революция предусматривала отказ от концепции дальнего действия и признания принципиальной конечности скорости распространения любых физических взаимодействий, причем одинаковой для всех равноправных друг по отношению к другу инерциальных систем отсчета, движущихся друг относительно друга равномерно и прямолинейно. В результате появилась теория относительности и произошла релятивизация пространства и времени, считавшихся ранее абсолютными. Следствием явилось построение многих внутренне-непротиворечивых релятивистских космологических моделей мира как целого. Модели обладали разными свойствами: они могли быть как бесконечными (пространственно-открытыми), так и конечными (пространственно-замкнутыми). Общим в них было представление Вселенной однородной, изотропной, без какого-либо центра и вращения, а также нестационарной (расширяющейся, сжимающейся или пульсирующей).

Вклад в построение новой космологии и физики внесли Лоренц, Пуанкаре, Минковский, Гильберт, но решающее значение в этом преобразовании принадлежит созданным Эйнштейном специальной и общей теориям относительности.

Сам Ньютон, вероятно, предвидел эту революцию. Есть достаточно много его высказываний, свидетельствующих об этом [4]. Особенно интересно его написание формулы закона, определяющего силу (второй закон Ньютона). В ней он определял силу, равной не произведению массы и производной от скорости по времени (ускорения), как обычно преподносят этот закон в школе, а через производную по времени от произведения массы и скорости, т. е. как производную от импульса, не вынося массу за знак производной, что действительно нельзя делать, если учитывать релятивистскую зависимость массы тела от скорости его движения.

Аналогично и сам Эйнштейн, вероятно, предвидел или, по крайней мере, создал предпосылки для четвертой еще более радикальной революции. Он описал статическую конечную однородную и изотропную релятивистскую космологическую модель Вселенной. Для этого потребовалось ввести в уравнения гравитационного поля, определенные им при создании общей теории относительности и дающие в пределе ньютоновский закон всемирного тяготения, особую космологическую постоянную  $\lambda$ . Именно эта постоянная обеспечивала стационарность Вселенной и была эквивалентна силе отталкивания, прямо пропорциональной расстоянию между телами.

Советский космолог Фридман в свою очередь также предложил однородные и изотропные модели Вселенной, причем как с  $\lambda$ -членом, так и без него. С учетом сделанного Хабблом открытия разбегания галактик было сделано заключение о нестационарности Вселенной. Это побудило Эйнштейна отказаться от введенного им в релятивистские уравнения гравитационного поля космологического члена и назвать это введение величайшей ошибкой своей жизни. С этих пор Вселенная считается расширяющейся. Однако результаты самых последних исследований далекого космоса (в частности исследование спектра сверхновых в наиболее удаленных от Млечного Пути галактиках) позволяют заключить, что Вселенная расширяется ускоренно. Ускорение определяется энергией вакуума, создающего антигравитацию и, следовательно, ответственного за силу гравитационного отталкивания галактик и их ускоренного разбегания. Именно космологическая постоянная, от которой когда-то отрекся ее создатель, сыграла впоследствии определяющую роль в позднейшей эволюции космологической картины мира в XX веке.

Принимая во внимание множественность различных возможных нестационарных реляти-

вистских космологических моделей, имеет смысл думать, что каждая из них может описывать лишь тот или иной отдельный квазизамкнутый мир, подобный, например, нашей непосредственно наблюдаемой Метагалактике, но отнюдь не саму уникальную всеобъемлющую Вселенную как целое. Для последней скорее подходит уникальная стационарная релятивистская космологическая модель в виде абсолютно неизменного бесконечного пустого псевдоевклидова пространства-времени специальной теории относительности или, наоборот, модель, соответствующая структурно неисчерпаемому множеству всех потенциально возможных миров.

Согласно общей теории относительности само тяготение, универсальное гравитационное взаимодействие, присущее всем материальным телам и распространяющееся с предельной физически возможной скоростью, оказывается взаимосвязанным с пространственно-временной структурой, или хроногеометрией, рассматриваемого макромира и всей Вселенной вообще.

Полученные в общей теории относительности вполне определенные логически необходимые общерелятивистские уравнения для поля тяготения связывают пространственно-временную структуру рассматриваемого макромира и всей Вселенной вообще с распределением и движением материи.

Вопреки надеждам Эйнштейна, его собственные упорные многолетние попытки обобщить общую теорию относительности и, как следствие, построить искомую замкнутую динамическую теорию единого полного поля с точными решениями без всяких особенностей типа материальных точек, более глубокую, чем оперирующая данными элементарными частицами материи статистическая квантовая механика с принципом неопределенности Гейзенберга, не увенчались успехом. Да и современная физика еще не смогла довести до конца осуществление этой научно-исследовательской программы. Однако это никак не подвергает сомнению космологическое значение самой теории относительности как специальной, описывающей предельно однородное пустое пространство-время, так и общей, представляющей релятивистскую теорию всемирного тяготения и соответственно деформируемого гравитирующей материей непрерывного связанного пространственно-временного многообразия всевозможных материальных систем.

Четвертая, постэйнштейновская естественнонаучная революция началась с осознания того, что непосредственно видимая Вселенная (астрономически наблюдаемая безграничная расширя-

ющаяся Метагалактика) не является всей Вселенной. Эта революция сопровождается поисками следов существования внеметагалактических макромиров (например, в виде черных дыр в нашем макромире) и привела к постулату о макро-микросимметрии уникальной всеобъемлющей материальной Вселенной, а также к основанному на нем необходимому космологическому заключению о ее структурной неисчерпаемости. Этот постулат может оправдать единая физическая теория (или теория всего), создание которой еще не завершилось.

Многие физики обычно стараются никогда не забегать вперед и часто скептически относятся к космологам, не удовлетворяющимся простым применением уже известных ортодоксальных физических теорий. Но, несмотря на это, можно надеяться, что происходящая в настоящее время четвертая общая естественно-научная революция все-таки успешно завершится в физике и, возможно, будет названа именем создателя той самой искомой единой физической теории.

Кстати, когда-то Галилей относился скептически к пророческим заявлениям Кеплера о взаимодействии космических тел друг с другом и не видел никаких реальных физических оснований для возможности существования каких-то исходящих от Луны и Солнца сил, образующих приливы. Он не обратил внимания на давно известный эмпирический факт взаимосвязи морских приливов и отливов на Земле с положениями Луны и Солнца относительно нее и категорически отверг мысль о том, что главной причиной наблюдаемых периодических движений земных морей могут быть именно эти два небесных тела, а не исключительно собственное сложное движение Земли вокруг своей оси: «Таким образом, то, что говорили и представляли себе до сих пор, кажется мне совершенно несостоятельным. И среди великих людей, рассуждавших об этом удивительном явлении при-

роды, более всех других удивляет меня Кеплер, который, обладая умом свободным и острым и будучи хорошо знаком с движениями, приписываемыми Земле, допускал особую власть Луны над водой, сокровенные свойства и тому подобные ребячества» [5, с. 552].

Однако сам Ньютон, основываясь, как говорилось выше, как раз на работах Кеплера и Галилея, открыл свой закон всемирного тяготения, который позволил ему объяснить морские приливы и отливы на Земле, действительно обусловленные Луной и Солнцем.

Тем не менее Галилея не принято упрекать за его революционный научный критицизм, который в данном случае обернулся в так называемый научный консерватизм (в смысле Т. Куна [6]) и оказался в результате ошибочным. А Кеплеру, в свою очередь, обычно не ставят в заслугу тот факт, что он еще без достаточных оснований развивал отвергнутую Галилеем древнюю доктрину, которая лишь потом превратилась в научную теорию.

#### Список литературы

1. Ригер Л. Введение в космологию / Пер. с чеш. В.Н. Вагнер. М.: Изд-во иностр. лит. 1959.
2. Гейзенберг В. Физика и философия. М. Изд-во иностр. лит. 1963. 203 с.
3. Кант И. Мысли об истинной оценке живых сил и разбор доказательств, которыми пользовались г-н Лейбниц и другие знатоки механики в этом спорном вопросе, а также некоторые предварительные соображения, касающиеся силы тел вообще (1746). – Соч.: В 6 т. М.: Мысль, 1963. Т. 1.
4. Вавилов С.И. Экспериментальные основания теории относительности (1928). Собр. соч.: В 4 т. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 4. С. 9–110.
5. Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой // Галилео Галилей. Избр. тр.: В 2 т. М.: Наука, 1964. Т. 1.
6. Кун Т. Структура научных революций: Пер. со 2-го англ. изд. (1970). М.: Прогресс, 1975. 288 с.

### DIALECTICAL INTERACTION OF EVOLUTION AND REVOLUTION IN THE COURSE OF HISTORICAL DEVELOPMENT OF COSMOLOGY

*S.G. Petryakov*

The way of cosmological development from ancient time and to present days is considered through the prism of evolutionary-revolutionary category. The four most revolutions in natural science are described. The analysis of modern stage of cosmological development is given and the prospects of completion fourth revolution if physics and cosmology are considered.

*Keywords:* cosmology, physics, revolution, topocentrism, geocentrism, heliocentrism, space-time, stationarity, chronogeometry, the conception of long-range action, relativization, isotropy.