



А. И. ЛОЙКО

## ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ЕДИНСТВО ЭМПИРИЧЕСКОГО И ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРИ ПОСТРОЕНИИ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В современной астрономии происходят глубокие революционные процессы, которые не только расширяют ее познавательные возможности, но и вносят качественные изменения в самый стиль нашего мышления, преобразуют астрономическую картину мира. Научная революция в астрономии сделала актуальной традиционную проблему выяснения соотношений эмпирического и теоретического уровней познания. Конкретизация этой проблемы требует углубленного изучения как структур теоретического и эмпирического уровней познания, так и механизма их взаимоотношений.

В статье предпринята попытка проанализировать процесс построения моделей в современной космологии и выявить роль исходных эмпирических данных при их создании, а также рассмотреть характер влияния моделей, построенных с учетом эмпирических данных, на процесс исследования в релятивистской космологии.

Что же представляет собой метод космологического моделирования? Известный исследователь проблемы А. Турсунов отвечает на этот вопрос так: «Космологическое моделирование мы можем определить как процесс концептуального воссоздания целостного образа Вселенной на базе эмпирической информации о доступной непосредственному познанию ее части, с одной стороны, и локально-физического — с другой»<sup>1</sup>, т. е. космологическое моделирование базируется на эмпирической информации о доступной наблюдению части Вселенной, на известных физических законах и, наконец, на определенных космологических принципах, допущениях. В астрономии, в зависимости от функционального предназначения, можно выделить два типа моделей Вселенной: пространственно-временные и физические. Основная цель первых состоит в описании Вселенной как целостной системы со стороны ее пространственно-временных характеристик. Физические модели описывают явления и процессы, связанные с различными уровнями космической материи, которые характеризуют Вселенную со стороны ее кинематики и динамики, позволяют делать выводы о ее происхождении и развитии.

В зависимости от того, какими эмпирическими данными располагала космология, на первый план соответственно выступала проблема происхождения и развития Вселенной или проблема ее пространственного устройства. Первые модели Вселенной в рамках релятивистской космологии были связаны с попыткой воссоздать ее пространственно-временные параметры на основе общей теории относительности. Наиболее известны модели А. Эйнштейна и А. Фридмана.

Астрономия в начале XX столетия располагала скудными данными о свойствах космической материи, природа туманностей еще не была раскрыта. Поэтому А. Эйнштейн при создании модели так называемой «цилиндрической Вселенной» исходил из разработанной им общей теории относительности и предположения, что количества материи во Вселенной достаточно, чтобы обеспечить общую положительную кривизну пространства. Пространство тогда во всех направлениях замкнулось бы само на себя. А. Эйнштейн получил модель конечной, но безграничной Вселенной. В 1922 году советский математик А. Фридман указал возможные реше-

ния уравнения Эйнштейна, из которых следовало, что Вселенная является либо конечной, либо бесконечной.

Модели А. Эйнштейна и А. Фридмана отличались абстрактностью, поэтому, чтобы получить подтверждение или быть опровергнутыми, они нуждались в физической интерпретации и последующей эмпирической проверке. Но в тот период из-за отсутствия эмпирических данных соответствующей апробации они получить не могли.

Если в теоретических исследованиях начала века обращалось внимание на единство Вселенной как системы, то в эмпирических исследованиях акцент делался на раскрытии природы составляющих ее элементов, т. е. планет, звезд, туманностей и т. д. Именно тогда, когда теоретики активно искали математические и физические следствия из уравнений общей теории относительности, главное внимание в области эмпирических исследований было сконцентрировано на выявлении природы туманностей.

Американский ученый Э. Хаббл провел целый комплекс наблюдений за туманностями. Еще до Э. Хаббла Дж. Ричи разделил туманности на созвездия. Чтобы доказать, что туманности являются качественно новым видом космической материи, потребовалось осуществить целую программу научных исследований. Эта программа включала определение расстояний до туманностей, исследование их химического состава. В результате эмпирических наблюдений было установлено, что галактики удаляются от нас с тем большей скоростью, чем дальше они от нас находятся. Из этого следовало, что Вселенная расширяется. Оценивая роль полученных эмпирических фактов для теоретических исследований Вселенной, Ч. Уитни пишет: «Старые работы по теории относительности приобрели новое звучание, а новые работы начали появляться, как грибы после дождя. То, что казалось чисто умозрительными построениями, внезапно превратилось в средство, позволяющее истолковать самое поразительное научное открытие XX столетия»<sup>2</sup>.

Таким образом, эмпирические исследования позволили, во-первых, подтвердить модель изменения и эволюции Вселенной — модель А. Фридмана. Во-вторых, они дали импульс для новых теоретических и эмпирических исследований. В-третьих, оказали самое непосредственное влияние на формирование астрономической картины мира, развитие диалектико-материалистического учения о структурных уровнях материи.

В космологии сложилась ситуация, когда теоретические разработки должны были ограничиться строгим описанием конкретной материальной системы Вселенной и галактик как ее составных элементов. С другой стороны, открытие явления расширения и тем самым развития Вселенной привлекло внимание ученых к исследованию физических процессов, происходящих в космической материи различного уровня. В ходе изучения проблемы развития Вселенной неизбежно возникали вопросы более частного порядка. Так, в 30—40-х годах некоторые исследователи работали над разрешением проблемы происхождения химических элементов, в том числе и возникновения гелия. Американский ученый Г. А. Гамов высказал предположение, что тяжелые элементы могли возникнуть во время ядерных реакций, происходивших на ранних стадиях Вселенной, когда она находилась в сверхплотном и горячем состоянии. В таком случае от этого состояния должен был остаться след в виде реликтового (чернотельного) излучения. Но дальнейшие исследования не подтвердили правильности гипотезы Г. А. Гамова. Теория была забыта, забыто и средство — модель «горячей» Вселенной, а также возможное ее следствие — наличие реликтового излучения.

Статья Г. А. Гамова с изложением гипотезы о «горячей» Вселенной была опубликована в 1946 году. В этом же году в том же журнале другой физик, Р. Дикке, опубликовал результаты исследования излучения, которое, как предполагалось, представляло суммарный поток от далеких галактик. Если бы исследователи располагали соответствующей физической моделью Вселенной, полученные эмпирические данные могли бы найти адекватное объяснение. Но такой модели не было у группы Р. Дикке, о модели же «горячей» Вселенной Г. А. Гамова она не знала. Поэтому, полученный ею результат не привлек большого внимания и остался незамеченным.

Мы рассмотрели два примера, которые показывают, что при наличии лишь результата эмпирических наблюдений, фиксирующих новое явление, адекватная интерпретация его невозможна, если нет соответствующей модели Вселенной. С другой стороны, теоретическая модель «горячей» Все-

ленной Г. А. Гамова утратила научную ценность из-за отсутствия эмпирических данных, подтверждающих ее правильность.

В 60-е годы Р. Дикке возвращается к поискам реликтового излучения. Соответственно им разрабатывается модель Вселенной, в основу которой были положены результаты исследования природы туманностей. После открытия Э. Хабблом природы туманностей и классификации их на спиральные и эллиптические ученые заинтересовались их происхождением. Было установлено, что эллиптические туманности или шаровые скопления состоят из старых звезд и в них мало тяжелых элементов по сравнению со звездами в спиральных туманностях. Этот момент сыграл большую роль в интерпретации процесса формирования Вселенной.

Согласно модели Р. Дикке, исходным состоянием Вселенной был «огненный шар». По мере падения в нем давления и температуры образовалась единая газовая масса, состоящая из атомов водорода и гелия. Затем наступило разделение этой единой массы на газовые облака. Растекаясь во все стороны, они собрались в группы по  $10^2$ — $10^6$  облаков, связанные гравитационным взаимодействием. Примерно через 200 миллионов лет после стадии «огненного шара» в группах начались процессы сжатия, обусловленные гравитационными силами. До столкновения членов групп, т. е. газовых облаков, газ в них превращался в звезды, и таким образом возникли шаровые звездные скопления. Столкновения остальных газовых облаков привели к образованию спиральных галактик с более молодыми звездами.

Кроме того, из описанной физической модели следовало, что после расширения Вселенной должен был остаться реликтовый след ее ранних горячих фаз в виде излучения. Р. Дикке начал строить соответствующую установку для поиска этого излучения. Но его опередили А. Пензиас и Р. Уилсон, которые в 1965 году открыли такое излучение. Была проведена целая серия наблюдений и определена его температура, равная 2,7 К. Сопоставление полученных данных с предполагаемыми по модели «горячей» Вселенной показало, что открытое излучение и есть реликтовый остаток, след ее ранних фаз развития.

Несколько иное положение сложилось с созданием пространственно-временных моделей Вселенной. Космология располагает здесь незначительной информацией, поскольку посредством имеющихся технических средств наблюдения невозможно зафиксировать Вселенную как целостную пространственно-временную систему. Поэтому, как и раньше, пространственно-временные модели Вселенной являются результатом теоретико-математических выводов. Созданные на их основе модели представляют Вселенную порой в самом невероятном и неожиданном виде. Но отсутствие эмпирических данных не позволяет подтвердить или опровергнуть ту или иную модель. Такое положение, как подчеркивают В. А. Амбарцумян и В. В. Казютинский, требует осторожности в оценке различных пространственно-временных моделей Вселенной<sup>3</sup>.

Конечно, при критике моделей Вселенной следует учитывать наличие эмпирического материала и его использование. Это обусловлено самим характером развития науки о Вселенной. «Объективно следует отметить, что требования современной космологии растут быстрее, чем экспериментальное знание. Поэтому приходится пользоваться также теориями, которые еще строго не обоснованы»<sup>4</sup>. Но это не значит, что они ненаучны. В основе их построения лежат философские принципы, космологические постулаты, фундаментальные физические константы. Так, разработанная А. Фридманом на основе общей теории относительности модель Вселенной смогла в общих чертах отразить идею ее эволюции и варианты пространственно-временного состояния.

Но решающим критерием, подтверждающим или опровергающим модель, является практика астрономических исследований, эмпирические данные. «Только после того, как предсказания теории подтверждены данными наблюдений, она становится достоверным знанием»<sup>5</sup>.

Таким образом, анализ развития современной космологии показывает, что эмпирические данные играют решающую роль в построении модели Вселенной и ее последующем функционировании. В то же время сама теоретическая модель оказывает влияние на адекватность интерпретации результатов, полученных в ходе эмпирических исследований. Следовательно, подтверждается неразрывное диалектическое единство теоретического и эмпирического уровней познания.

<sup>1</sup> Турсунов А. Проблема моделирования в космологии // *Философские проблемы астрономии XX века.*— М., 1976.— С. 209.

<sup>2</sup> Уитни Ч. Открытие нашей Галактики.— М., 1975.— С. 190.

<sup>3</sup> Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Диалектика познания эволюционных процессов во Вселенной // *Диалектика в науках о природе и человеке: Труды III Всесоюзного совещания по философским вопросам современного естествознания.*— М., 1983.— С. 24.

<sup>4</sup> Зельдович Я. Б. Современная космология // *Природа.*—1983.—№ 9.— С. 12.

<sup>5</sup> Новиков И. Д. Эволюция космологических представлений // *Земля и Вселенная.*—1982.— № 6.— С. 38.

И. А. МЕДВЕДЕВА

### ДИНАМИКА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СТИЛЕ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ

Сложная природа стиля научного мышления, переориентация методологии науки на выяснение места структур и средств, приемов научно-познавательной деятельности в целостном процессе научного исследования определили особенности разработки этого понятия. Ориентация на системно-структурный подход стала определяющей линией в процессе развития и обоснования содержания понятия «стиль научного мышления».

Проследить динамику развития представлений о стиле мышления — значит, прежде всего, выявить логику становления понятия. Феноменально выраженная в широком круге концепций, подчас противоположных, эта логика имеет внутреннюю линию развития, представленную как процесс становления и разрешения противоречий.

На первом этапе изучения стиля научного мышления доминировал «...вопрос об особенностях фундаментальных исследований, их месте и роли в системе научного познания»<sup>1</sup>. Стиль мышления в этот период выступал как познавательный феномен метатеоретического характера, особенно сти которого (категориальный состав знания, определенный тип логической организации знания) полностью задавался господствующей наукой или какой-либо фундаментальной теорией эпохи. Фактически завершение формирования лидирующей теории оценивалось как завершение становления стиля и начало его функционирования уже в более или менее определенном виде. Делался вывод, что стиль научного мышления, сформировавшись на основе лидирующей фундаментальной теории, регулирует соответствующую перестройку других наук.

На этом этапе исследования стиля мышления были выявлены такие его характеристики, как историчность содержания, регулятивный характер, тесная связь с конкретно-историческими особенностями категориального аппарата и структуры теорий лидирующей науки. «Жесткая» связь стиля научного мышления с фундаментальной лидирующей теорией дала определенный простор для понимания эвристической функции понятия: в качестве основы для периодизации этапов научного познания, возможности конкретно-исторического анализа определенных этапов развития науки, выявления специфики взаимодействия наук (взаимоотношения лидера и аутсайдера, процесса интеграции наук и др.), анализа категориальной структуры стиля мышления, иерархичности категориальной структуры теорий, наук.

Завершение первого этапа разработки понятия стиля научного мышления было связано с выявлением противоречий в объяснении генезиса стиля. Исходная посылка о регулятивном, нормативном характере стиля по отношению к научному познанию не согласовывалась с представлениями о «жесткой» связи стиля с фундаментальными лидирующими теориями. Вопрос о генезисе и преемственности в развитии стилей мышления переводился в этом случае в плоскость закономерностей смены одной фундаментальной теории другой. Решение вопроса — «лидер» в науке задает идеалы и нормы построения теории, категориальный аппарат, но «что» задает их самому «лидеру» — выходило за пределы возможностей первоначальных концепций. Разрешение противоречия могло быть найдено при трактовке стиля научного мышления как предпосылочного знания. Идеал лидирующей фундаментальной теории, ее категориальный аппарат не могли быть поняты вне связи с философскими основаниями науки.

Таким образом, первоначальный этап изучения в советской литературе проблемы стиля научного мышления открывал поле дальнейшему на-