

Б.Я. Пугач

Философия и Вселенная Александра Фридмана

В человеческой истории стремление «счесть звезды», иначе говоря, построить Картину Мира, никогда не давало людям покоя, и, как бы ничтожна ни была сумма людских знаний, всегда находились среди мыслящего человечества мудрецы, пытающиеся на основании научных данных воссоздать Картину Мира.

А. А. Фридман.

На протяжении тысячелетий человек стремился решить вечную загадку мира – порядок, красоту и гармонию Вселенной. И сегодня она находится в центре внимания философов, естествоиспытателей, в том числе астрономов. Великий немецкий философ и ученый Иммануил Кант (1724-1804) создал первую универсальную концепцию эволюционирующей Вселенной на основе гравитационной ньютоновской картины мира [1].

Гениальный мыслитель утверждает: «Если уже обширность планетного мира, в котором Земля кажется малой песчинкой, повергает ум в изумление, то каким восторгом проникается он при созерцании бесчисленного множества миров и систем, заполняющих Млечный путь; но насколько возрастает это изумление, когда узнаешь, что все эти необъятные звездные миры в свою очередь составляют единицу того числа, конца которому мы не знаем и которое, быть может, столь же непостижимо велико и тем не менее само составляет лишь единицу нового соединения чисел. Мы видим первые члены непрерывного ряда миров и систем, и первая часть этой бесконечной прогрессии уже дает нам возможность представить, каково целое. Здесь нет конца; здесь бездна подлинной неизмеримости, перед которой бледнеет всякая способность человеческого понимания, хотя бы и подкрепленного математикой» [1, с. 150].

Программным можно считать слова И. Канта: «Тот, кто рассматривает различные области природы целенаправленно и планомерно, открывает такие свойства, которые остаются

незамеченными и скрытыми, когда наблюдения ведутся беспорядочно и бессистемно» [1].

Учеными был поставлен вопрос о полном количестве элементарных частиц в наблюдаемой части Вселенной. Оказывается, что эту величину можно выразить числом 10^{80} , а чтобы полностью заполнить Вселенную, потребовалось бы 10^{128} нейтронов. Интересно, что в своем труде «Исчисление песчинок» («Псаммит») Архимед (287-212 до н. э.) опровергает бытовавшее мнение о том, что количество песчинок на Земле бесконечно и его нельзя выразить числом. Он разрабатывает метод, позволяющий установить число песчинок, которое могло бы заполнить сферу диаметром, равным расстоянию между центром Земли и небесным сводом с неподвижными звездами. Великий математик доказал, что во Вселенной (сфере неподвижных звезд) может поместиться 10^{63} песчинок [2], что составляет 10^{131} нейтронов. Это хороший результат оценки размеров Вселенной, максимальной величины Мира для науки третьего века до н. э. Согласно другой оценке Архимеда размер Вселенной равняется размеру Солнечной системы.

В истории релятивистской космологии значительное место занимают труды А. Эйнштейна. Обратимся к его статье «Вопросы космологии и общая теория относительности» (1917) [3]. Автор исходит из того, что устройство мира должно быть максимально простым. В связи с этим Вселенная как целостность должна быть однородной: распределение вещества в ней везде одинаково по плотности. А.Эйнштейн утверждает: «Если говорить о структуре пространства в целом, то мы можем представить материю как бы равномерно распределенной по очень большой области пространства, так что ее плотность распределения становится чрезвычайно медленно меняющейся функцией. В данном случае мы поступаем так же, как геодезисты, которые крайне сложную в деталях поверхность Земли заменяют приближенно эллипсоидом» [3, с. 608]. Равномерное распределение вещества означает, что пространство по своим геометрическим свойствам по всем направлениям является одинаковым. Однородность представляет

собой свойство симметрии пространства. Такой подход был уже реализован в трудах Б. Паскаля, Н. Коперника, Дж. Бруно.

А. Эйнштейн выдвигает еще одно предположение: в мире имеется и изотропия, т. е. равноправность всех направлений в пространстве. Это тоже геометрическое свойство симметрии – симметрии относительно возможных поворотов в пространстве. Обе эти симметрии не вытекают из теории относительности, а имеют философский характер. Философские гипотезы однородности и изотропности получают экспериментальное подтверждение только лишь в современной астрономии. Мыслитель выдвигает еще одну эвристическую гипотезу – замкнутость Вселенной. Автор приходит к кардинальному выводу, согласно которому «мировой континуум должен в отношении своих пространственных размеров рассматриваться как замкнутый континуум, имеющий конечный пространственный (трехмерный) объем» [3, с. 605]. В другом месте говорится о том, что «требование общего принципа относительности и факт незначительности скоростей звезд совместимы с гипотезой пространственной замкнутости Вселенной; правда, для осуществления этого необходимо некоторое обобщение уравнений гравитационного поля» [3, с. 608].

Возникает вопрос о связи пространственно-временных свойств Вселенной. А. Эйнштейн придерживался взгляда, согласно которому Вселенная как целое находится в неизменном, статичном состоянии. Поэтому время можно назвать однородным. Как бы мы не изменяли начало отсчета времени в наших измерениях, всегда получаются одни и те же значения временных интервалов (промежутков). В связи с этим ученый обращается к опытным данным, которые приводят его к выводу о том, что «относительные скорости звезд очень малы по сравнению со скоростью света»; ссылается на «факт незначительности скоростей звезд»; говорит о случае «равномерного пространственного распределения неподвижных звезд»; выдвигает условие, чтобы в теории «скорости звезд не превосходили фактически наблюдаемых скоростей» [3, с. 601-612].

Но вместе с тем оказалось, что уравнения гравитационного поля не допускают статичности Вселенной. Перед ученым возникла

альтернатива: либо изменить свои взгляды на время, либо изменить уравнения. А. Эйнштейн предлагает «читателю последовать по пройденному извилистому и неровному пути, поскольку только так будет интересен конечный результат» [3, с. 604].

А. Эйнштейн касается программы будущих исследований, которая является открытой новым поколениям ученых. «Я пришел к убеждению, – пишет автор теории относительности, – что уравнения гравитационного поля, которых я до сих пор придерживался, нуждаются еще в некоторой модификации». В другом месте говорится о необходимости обобщения уравнений поля тяготения. Завершается труд выводом о том, что «мы должны ввести новое обобщение уравнений гравитационного поля, неоправдываемое нашими действительными знаниями о тяготении» [3, с. 604, 612].

Выдающийся голландский астроном и физик-теоретик Виллем Де Ситтер (1872-1934), директор Лейденской астрономической лаборатории, первым откликнулся на космологическую работу А. Эйнштейна. Он предложил новое космологическое решение уравнений А. Эйнштейна с космологической постоянной λ (1917).

Де Ситтер обсуждал данную проблему в личной переписке с А. Эйнштейном. Автор теории относительности дал высокую оценку его работам. Позднее А. Эйнштейн напишет о В. Де Ситтере, что тот был «одним из наиболее выдающихся ученых в области астрономии. Кроме того, он внес важный вклад в теорию относительности. Например, с помощью спектроскопических наблюдений за двойными звездами он показал, что скорость света не зависит от динамического состояния источника света. Де Ситтер внес значительный вклад в решение важной космологической проблемы о структуре пространства в теории относительности» [4, с. 195].

Наряду с А. Эйнштейном он применил теорию относительности к космологической проблеме, осуществил первое обсуждение астрономических следствий общей теории относительности. Де Ситтер создал одну из первых релятивистских космологических теорий, которая прогнозировала возможность

быстрых движений космических объектов и послужила отправной точкой будущих теорий расширяющейся Вселенной. Известный американский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии С. Вайнберг (р. 1933) подчеркивает, что такой акцент на модель Де Ситтера представляется неоправданным и далее отмечает: «Именно фридмановские модели, основанные на исходных уравнениях поля Эйнштейна, а не модели Эйнштейна и Де Ситтера, обеспечили математический фундамент большинству современных космологических теорий» [5, с. 38-39].

В начале 20-х годов XX в. А. А. Фридман заинтересовался общей теорией относительности. Его интерес не ограничился простым ознакомлением с новой областью науки, а привел к собственным замечательным исследованиям и результатам. Из решения ученым космологических уравнений А. Эйнштейна вытекала возможность изменения во времени радиуса кривизны нашего мира. А. А. Фридман сделал одно из самых значительных теоретических открытий в астрономии – он предсказал расширение Вселенной. Метафорически можно выразиться так: «Пророк А. А. Фридман «на кончике пера» открыл поразительное явление космического масштаба». А. А. Фридман стремился к математической строгости решения уравнений теории А. Эйнштейна и придавал большое значение полной и точной формулировке исходных предпосылок и понятий. Труды А. А. Фридмана проложили путь дальнейшему развитию науки о Вселенной – не только теоретической, но и наблюдательной, и в этом их непреходящее значение.

Научные результаты А. А. Фридмана означали революционные изменения наших представлений о бесконечности и вечности всей Вселенной, которые связывались с ее неизменностью, стационарностью. В 1948 г. английские космологи Ф. Хойл, Х. Бонди, Т. Голд и немецкий физик П.Иордан выдвинули гипотезу, на основе которой пытались совместить идею стационарности Вселенной с наблюдаемым разбеганием галактик. Согласно такому взгляду предполагалось, что вместо ушедших из данного пространства галактик непрерывно возникают новые, как бы «из ничего», то есть из неизвестной формы материи. Это вело к

тому, что средняя плотность Вселенной оставалась постоянной. Данный подход противоречил новым наблюдаемым фактам и не получил конструктивного развития.

Работы А. А. Фридмана по космологии были сразу же замечены А. Эйнштейном. Создатель теории относительности утверждал, что мир статичен, он не может быть расширяющимся. Произошло столкновение взглядов двух выдающихся мыслителей по проблеме эволюции Вселенной. Оно приобрело характер научной дискуссии. А. Эйнштейн помещает краткую статью о результатах А. А. Фридмана в самом популярном физическом журнале «*Zeitschrift für Physik*». В работе, в частности говорится: «Результаты относительно нестационарного мира представляются мне подозрительными. В действительности оказывается, что указанное в ней решение не удовлетворяет уравнениям поля» [6, с. 118]. А. Эйнштейн утверждает, что оно противоречит одному из следствий этих уравнений, которое требует обращения в нуль дивергенции тензора энергии-импульса вещества.

Данная заметка завершается словами о том, что из предположений А. А. Фридмана следует вывод о постоянстве радиуса мира во времени. «Следовательно, – заключает А. Эйнштейн, – значение этой работы в том и состоит, что она доказывает это постоянство» [6, с. 118], то есть неизменность, стационарность Вселенной.

А. А. Фридман направляет А. Эйнштейну письмо, в котором подтверждает, что из обязательного условия исчезновения (обращение в нуль) дивергенции тензора энергии-импульса, на которое обращает внимание А. Эйнштейн, постоянство во времени радиуса кривизны мира вовсе не следует. «Принимая во внимание определенный интерес, – пишет А. А. Фридман, – который имеет вопрос о возможности существования нестационарного мира, я позволю себе представить Вам здесь проведенные мною расчеты дивергенции тензора T_{ik} для их проверки и критической оценки» [7, с. 9]. И далее А. А. Фридман продолжает: «Результат расчетов показал, что в этом случае может существовать как мир с постоянной (но уже отрицательной), так и мир с изменяющейся (во времени) кривизной. Наличие возможности получить из Ваших

мировых уравнений мир с постоянной отрицательной кривизной представляет для меня исключительный интерес, и поэтому я очень прошу Вас ответить на это мое письмо, хотя я и знаю, что Вы очень заняты [7, с. 11].

В космологической дискуссии А. А. Фридман – А. Эйнштейн определенную роль сыграл «полномочный представитель» А. А. Фридмана – его коллега по Петроградскому Политехническому институту, талантливый физик-теоретик Юрий Александрович Крутков. Он был в командировке за границей, работал в Берлине, Геттингене, Лейдене и в мае 1923 г. лично встречался с А. Эйнштейном в доме известного голландского физика Пауля Эренфеста. В многократных беседах и спорах Ю. А. Крутков доказал А. Эйнштейну правильность выводов советского математика. В письме к сестре он пишет: «7 мая 1923 г. читал с Эйнштейном статью Фридмана в «Zeitschrift für Physik»». 18 мая: «В 5 часов Эйнштейн докладывал Эренфесту, Дросте и одному бельгийцу (все физики – Б. П.) свою последнюю работу. Победил Эйнштейна в споре о Фридмане. Честь Петрограда спасена!» Сам А. А. Фридман в шуточной форме так оценил результаты дискуссии по релятивистской космологии: «Мне удалось «подковать» Эйнштейна».

После бесед с Ю. А. Крутковым в Лейдене, а затем в Берлине А. Эйнштейн направил в «Zeitschrift für Physik» краткую заметку с таким названием: «К работе А. Фридмана «О кривизне пространства»». В ней говорится: «В предыдущей заметке я подверг критике названную выше работу. Однако моя критика, как я убедился из письма Фридмана, сообщенного мне г-ном Крутковым, основывалась на ошибке в вычислениях. Я считаю результаты Фридмана правильными и проливающими новый свет. Оказывается, что уравнения поля допускают наряду со статическими также и динамические (т. е. переменные относительно времени) центрально-симметричные решения для структуры пространства» [8, с. 119.].

В дополнении к работе «Сущность теории относительности» (1945) А. Эйнштейн дает исчерпывающую оценку вклада А. А. Фридмана в развитие общей теории

относительности и физическое учение о Вселенной. По утверждению А. Эйнштейна, математику А. А. Фридману впервые удалось показать, что «конечную всюду плотность материи можно согласовать с первоначальной формой уравнений гравитации, если допустить, что метрическое расстояние между двумя материальными точками меняется со временем. Одно уже требование *пространственной* изотропии Вселенной приводит к схеме Фридмана. Не вызывает поэтому никаких сомнений, что это наиболее общая схема, дающая решение космологической проблемы» [9, с. 610]. И далее А. Эйнштейн заключает: «Его результат затем получил неожиданное подтверждение в открытом Хабблом расширении звездной системы (красное смещение спектральных линий, которое растет линейно с расстоянием)» [10].

Таким образом, дискуссия, история полемики двух величайших мыслителей XX века А. А. Фридмана и А. Эйнштейна о пространстве, времени, Вселенной завершилась весьма результативно. А. Эйнштейн по достоинству оценил результаты А. А. Фридмана, раскрывшего ранее неизвестные грани Вселенной, указал на эвристические перспективы общей теории относительности. Тем самым, создатель теории гравитации доказал свою научную принципиальность, толерантность, неустанное и бескорыстное стремление к истине. Научная этика А. Эйнштейна наглядно проявилась в процессе творческой, бескомпромиссной дискуссии и нашла свое воплощение в таких его замечательных словах: «Для нашей работы необходимы два условия: неустанная выдержка и готовность всегда выбросить за борт то, на что ты потратил так много времени и труда».

Автор теории гравитации без сожаления и решительно отказался от идеи существования стационарной Вселенной. Так, открыто и публично, признают свои ошибки и неточности настоящие ученые. Это признание открыло новый этап в космологических аспектах теории относительности.

Забавную историю рассказывают о том, как однажды вечером в гостях А. Эйнштейну задала вопрос сидевшая против него восемнадцатилетняя девушка: «А кто Вы, собственно говоря, по специальности?». «Я посвятил себя изучению физики» – ответил

седовласый ученый. «Как? В таком возрасте Вы еще изучаете физику? – удивленно воскликнула девушка. – Я и то разделалась с ней больше года назад».

А. Эйнштейн убедился в том, что общая схема, предложенная А. А. Фридманом, представляет собой новое, логически обоснованное знание. Эта кардинальная, глобальная программа ведет к постановке сложных мировоззренческих и научных проблем, расширению физической картины Вселенной.

Затронем вопрос о том, кто же из ученых первым предсказал расширение Вселенной. В научной литературе называются имена А. А. Фридмана и Ж. Леметра. Так, например, известный голландский ученый, историк науки Антони Паннекук (1873-1960) отмечает: «Формулы, выведенные Эйнштейном и Де Ситтером, показали, что пространство не может находиться в состоянии устойчивого равновесия. По теории, предложенной бельгийским ученым Леметром из Лувена в 1927 г., радиус кривизны должен был быть переменным» [11, с. 553]. К сожалению, имя А. А. Фридмана вообще не упоминается в данной книге. Американский астрофизик Джозеф Силк, обращаясь к теории Большого Взрыва, подчеркивает, что «Фридман (в 1922 г.) и Леметр (в 1927 г.) независимо друг от друга нашли простейшее семейство решений уравнений гравитационного поля Эйнштейна, описывающих расширяющуюся Вселенную. Их по праву можно считать творцами теории Большого Взрыва» [12, с. 33].

В увлекательной и оригинальной книге английского профессионального журналиста Билла Брайсона «Краткая история почти всего на свете» (2007) [13], отмеченной престижной европейской премией имени Рене Декарта за вклад в развитие мировой науки, много внимания уделяется космологии Большого Взрыва. В частности, автор дает высокую оценку научным результатам Ж. Леметра. В книге говорится: «Жорж Леметр впервые предложил ее (идею взрыва Вселенной – Б. П.) в качестве рабочей гипотезы, но по-настоящему она не применялась в космологии до середины 1960-х гг., когда двое молодых радиоастрономов случайно сделали удивительное открытие» [13, с. 29]. Но, к большому сожалению, имя создателя релятивистской

космологии А. А. Фридмана в книге отсутствует. И только благодаря вниманию научного редактора А. Сергеева имя знаменитого ученого можно найти в примечаниях книги.

Интересными представляются рассуждения Э. А. Троппа, В. Я. Френкеля, А. Д. Чернина, изложенные в замечательной книге о жизни и деятельности А. А. Фридмана. На основе изучения истории космологии авторы раскрыли роль этого исследователя в создании научной теории о Вселенной. Вместе с тем, уделено внимание и другому ученому, внесшему значительный вклад в формирование космологии – Жоржу Леметру (1894-1966). В частности, они подчеркивают: «Роль Леметра в наведении мостов между теорией и наблюдениями весьма значительна и не подлежит сомнению. Но стоит помнить о том, что еще в первой своей работе сам Леметр с полной определенностью указал на основополагающие работы Фридмана, давшего полное теоретическое решение космологической проблемы» [14, с. 254].

Таким образом, теоретические открытия А. А. Фридмана были сделаны на пять лет раньше работ Ж. Леметра. Труды А. А. Фридмана впервые опубликованы в наиболее популярном научном журнале Европы «*Zeitschrift für Physik*», их по достоинству оценил А. Эйнштейн. Поэтому неправомерно говорить о независимом от А. А. Фридмана открытии расширяющейся Вселенной Ж. Леметром. Бесспорно, что современная космология создана А. А. Фридманом.

А. Эйнштейн придерживался мнения о вечности и неизменности Вселенной. Чтобы это представление не противоречило общей теории относительности, в ее уравнения был введен элемент, получивший название космологической постоянной. Она играла роль произвольно выбираемого противовеса действию гравитации. Впоследствии ученый назвал эту постоянную самой большой ошибкой в его научной деятельности.

На самом же деле введение космологической постоянной в уравнения общей теории относительности весьма корректно с математической точки зрения. В последнее время новые астрофизические данные актуализировали вопрос о том, что

космологическая постоянная может иметь место в объяснении эволюции Вселенной. Поэтому «величайшая ошибка Эйнштейна» вполне может оказаться одним из его предсказаний. Вместе с тем, именно вера А. Эйнштейна в статичность Вселенной и введение в уравнения космологической константы не позволили ему предвидеть расширение Вселенной на основе своей теории [15, с. 546].

Одна из первых теоретических попыток объяснения расширения Вселенной принадлежит выдающемуся ученому, математику, профессору Лувенского университета в Бельгии Ж. Леметру. Еще в 20-е годы он изучал астрофизику в Кембриджском университете под руководством А. Эддингтона, а затем – в США. Вместе с тем, Ж. Леметр носил (имел) сан католического аббата, а в последние годы своей жизни занимал почетный пост президента Папской академии наук в Ватикане (1960-1966).

Основываясь на общей фридмановской модели расширяющейся Вселенной Ж. Леметр (1927) выдвинул идею о том, что наблюдаемое спектроскопическое разбегание внегалактических туманностей представляет собой космический эффект расширения Вселенной. Он возникает по той причине, что гравитация вещества с избытком компенсируется антигравитацией вакуума.

Объекты удаляются друг от друга благодаря расширению пространства, в котором они находятся. В 1931 г. А. Эддингтон дополнил эту теорию и связал ее с атомной структурой материи. Как указывает А. Паннекук, «сложность и запутанность гипотезы расширяющейся Вселенной снова и снова приводили к вопросу о том, не вызывали ли красное смещение линий в спектре далеких туманностей какие-либо иные влияния, действующие на световые лучи во время их длительного странствия, продолжающегося сотни миллионов лет» [11, с. 553].

К концу 20-х гг. XX в. был разработан ряд космологических моделей, основанных на общей теории относительности. Но они оставались или неизвестными астрономам, или не вызывали у них научного интереса. Одна из возможных причин состояла в том, что

космологические модели формировались на базе общей теории относительности А. Эйнштейна. Она являлась сложной как с позиции ее математического построения, так и с точки зрения совершенно новых понятий о материи, пространстве, времени, гравитационном взаимодействии. Не только астрономы, но и физики-теоретики не могли освоить кардинальные идеи новой теории. И те, и другие далеко не сразу поняли их новизну и научились применять в конкретных исследованиях.

Когда журналист спросил британского астронома сэра Артура Эддингтона, верно ли, что он один из трех людей во всем мире, кому понятна теория относительности А. Эйнштейна, то тот на мгновение сделал вид, что глубоко задумался, и затем ответил: «Я пытаюсь вспомнить, кто третий». Пока А. Эддингтон пытается ответить на вопрос, назовем имя этого человека – Александр Александрович Фридман. Именно он обладал мировой известностью среди специалистов по теории относительности. Модели Вселенной А. А. Фридмана получены из общей теории относительности Эйнштейна – самой трудной в математическом отношении физической теории. Оказалось, что расширение Вселенной – это ее общее свойство, характеристика, атрибут эволюции Мироздания.

Мы можем построить мысленную модель «разбегания» Галактик, расширения Вселенной. Но в этом случае не будем рассматривать реальное пространство трех измерений, а ограничимся в такой модели лишь поверхностью – пространством двух измерений. Представим, что Вселенная расположена на некоторой замкнутой поверхности, которая подобна поверхности постоянно раздувающегося шара. В этом случае Галактики изображаются точками, нанесенными на поверхность этого шара. По мере увеличения его объема все межгалактические расстояния, измеренные по поверхности шара, действительно будут увеличиваться. Скорость разбегания Галактик окажется тем больше, чем больше было первоначальное расстояние между ними.

Мысленные эксперименты и решение уравнений А. Эйнштейна о возможности расширения Вселенной (до открытия явления красного смещения) впервые выполнены талантливым

советским математиком А. А. Фридманом. Его пионерские работы в этой области явились следствием решения космологических проблем общей теории относительности. Работы математика в первое время не привлекли к себе должного внимания и были оценены по достоинству лишь в связи с открытием Э. Хабблом красного смещения и развитием современных представлений о первоначально горячей Вселенной и Большом Взрыве.

В 1913 г. американский астроном Весто М. Слайфер (1875-1969) одним из первых пришел к заключению, согласно которому спиральные туманности являются очень далекими звездными системами. Его можно считать первопроходцем в измерении скоростей спиральных туманностей. Исследуя яркую Туманность Андромеды, ученый обнаружил, что она обладает только синим смещением, то есть приближается к нам со скоростью, равной 300 км/с. Изучение других туманностей показало, что смещения могут быть то синими, то красными. Очевидно, что одни из туманностей удалялись от нас, а другие – приближались. Но когда В. М. Слайфер занялся менее яркими туманностями, то оказалось, что все они удаляются, обладая красным смещением.

В 1914 г. Американское астрономическое общество оценило важность открытия ученого, но парадоксальным можно считать тот факт, что никто всерьез не взялся за дальнейшее исследование, и в течение 10 лет В. М. Слайфер работал в этой области в одиночку.

К 1923 г. астрофизик изучил уже 45 туманностей – и все они имели красное смещение. До величайшего открытия оставался один шаг, но В. М. Слайферу не удалось совершить его – представление о расширении Вселенной выпало на долю другого ученого.

Эти экспериментальные результаты привлекли внимание голландского астронома В. Де Ситтера (1872-1934), который первым рассмотрел космологические следствия общей теории относительности и первым же отметил преобладание красных смещений в спектрах Галактик. Исходя из теории В. Де Ситтера и из принципа однородности и изотропности Вселенной известный немецкий математик и физик Герман Вейль (1885-1955) показал,

что взаимное удаление Галактик пропорционально их взаимному расстоянию.

Глубоко проникая в физическую сущность явлений и великолепно владея математическим аппаратом, английский физик и астроном Артур Эддингтон (1882-1944) получает ряд основополагающих результатов в таких областях астрофизики, как внутреннее строение звезд и их атмосфера, пульсации, движение и распределение в Галактике. До него никто не представлял, насколько высока температура внутри звезды. Ученый исходит из предположения, что звезда полностью состоит из газа. Далее возникает вопрос об условиях устойчивого и равновесного состояния небесных тел. Для его решения выдвигается гипотеза, смысл которой заключается в следующем: так как гравитация вызывает сильнейшее сжатие звезды, то тогда должна существовать противодействующая ей сила. Затем формируется оригинальная мысль: сжатию препятствует давление газа. Гениальность подхода А. Эддингтона состоит в том, что кроме обычного давления газа, он принял во внимание и световое давление.

Опираясь на эти представления, исследователь сделал вывод о существенной роли в звездных недрах светового давления, которое, наряду с обычным газовым давлением должно уравновешивать тяготение вещества звезды. Одним из крупных достижений его теории явилось определение температуры в центре звезды. А. Эддингтона поразило, насколько высокой она оказалась – 15 млн. градусов!

На этих основаниях ученый создает первую полную математическую модель равновесной излучающей звезды. Сделан важный вывод о существовании фундаментальной связи между массой, температурой и светимостью звезды. Это проявляется, в частности, в том, что получено объяснение такому загадочному наблюдаемому факту – массы звезд различаются не более чем в сотни раз, тогда как по светимости – в сотни миллионов раз.

Теория А. Эддингтона позволила рассчитать диаметры некоторых самых ярких звезд эллиптической формы – красных гигантов (более 1 млрд. км), подтвердившиеся в дальнейшем интерферометрическими измерениями. Руководствуясь идеей о

внутриатомной природе источников звездной энергии, намечен в общих чертах термоядерный механизм выделения этой энергии в результате синтеза водорода и гелия.

Ученый указал на наличие некоторой критической температуры для включения энергоисточника звезды, которая составила 32 млн. градусов. Такой результат совпадает с действительностью даже по порядку величины. Эта температура обеспечивает протекание основных ядерных реакций в звездных недрах.

Оригинальный подход и революционные решения А. Эддингтоном совершенно новых, неожиданных, сложнейших проблем астрофизики можно объяснить творческим потенциалом ученого, его постоянным, целенаправленным научным поиском, озарением, интуицией.

Говорят, что А. Эддингтону принадлежат такие слова: «Мы никогда не узнаем, что происходит внутри звезды. Это выше нашего понимания». Тем не менее, результаты плодотворной деятельности неутомимого исследователя Вселенной говорят сами за себя [16], [17], [18], [19], [20].

Объективная реальность ранней Вселенной была доказана экспериментальным путем. Эволюционная, глобальная космология А. А. Фридмана получила свое дальнейшее развитие в теоретической концепции Г. А. Гамова, а также подтверждена фундаментальными фактами, полученными в опытах Э. Хаббла, А. Пензиаса, Р. Вильсона и др.

Ученые высоко оценили значение открытия Э. Хаббла. Оно явилось убедительным аргументом в подтверждении теории расширяющейся Вселенной. Важную роль в установлении связей между астрономией и космологией сыграли тогда замечательные работы А. Эддингтона и Ж. Леметра. Как указывают Э. А. Тропп, В. Я. Френкель, А. Д. Чернин: «Они первыми привлекли теорию Фридмана для интерпретации наблюдаемой картины разбегания галактик, увидели в этой теории ключ к пониманию общей структуры и динамики реальной Вселенной, ее эволюции во времени» [14, с. 251].

Выдающийся мыслитель, философ, математик Александр Александрович Фридман (1888-1925), подобно Н. Копернику, совершил революционный переворот в понимании Вселенной. Поэтому его имя находится рядом с А. Эйнштейном, Г. Минковским. В фундаментальном труде «Мир как пространство и время» (1922) [21] ставится вопрос о космологической проблеме и применении общей теории относительности к изучению мира как целого. А. А. Фридман подчеркивает: «Вернейший и наиболее глубокий способ изучения при помощи теории Эйнштейна геометрии мира и строения нашей Вселенной состоит в применении этой теории ко всему миру и в использовании астрономических исследований. Наши потомки, без сомнения, узнают характер Вселенной, в которой мы обречены жить» [21, с. 322.].

Ученый первым отказался от исходного постулата о стационарности (то есть неизменности с течением времени) Вселенной. Анализ уравнений общей теории относительности позволил ему сделать фундаментальный вывод о том, что сами по себе уравнения этой теории еще не дают однозначного ответа на вопрос о форме Вселенной, ее конечности или бесконечности.

Исходя из положения о возможности эволюции Вселенной как целостности (то есть изменения радиуса кривизны пространства во времени), А. А. Фридман основывается на таких принципах:

- 1.Требование космической однородности Вселенной – космологический принцип. Имеется ввиду равномерное распределение вещества во Вселенной. Тогда изменение однородности пространства – это расширение или сжатие, *одинаковое повсюду*.
- 2.Принцип изотропности. Он означает, что Вселенная расширяется с одной и той же скоростью во всех направлениях.

Из этих двух теоретических предпосылок ученый приходит к смелому *философскому выводу*: галактики не могут находиться в покое друг относительно друга. А. А. Фридман выделяет два возможных типа Вселенной: «1) *стационарный* тип – кривизна пространства не меняется с течением времени и 2) *переменный* тип – кривизна пространства меняется с течением времени.

Иллюстрацией первого типа Вселенной может служить шар, радиус которого не меняется с течением времени; двумерная поверхность этого шара будет как раз двумерным пространством постоянной кривизны. Наоборот, второй тип Вселенной может быть изображен меняющимся все время шаром, то раздувающимся, то уменьшающим свой радиус и как бы сжимающимся. Стационарный тип Вселенной дает всего лишь два случая Вселенной, которые были рассмотрены Эйнштейном и Де Ситтером.

Переменный тип Вселенной представляет большое разнообразие случаев; для этого типа возможны случаи, когда радиус кривизны мира, начиная с некоторого значения, постоянно возрастает с течением времени; возможны далее случаи, когда радиус кривизны меняется периодически: Вселенная сжимается в точку (в ничто), затем снова из точки доводит радиус свой до некоторого значения, далее опять, уменьшая радиус своей кривизны, обращается в точку и т. д. Невольно вспоминается сказание индусской мифологии о периодах жизни, является возможность также говорить о «сотворении мира из ничего», но все это пока должно рассматривать как курьезные факты, не могущие быть солидно подтвержденными недостаточным астрономическим экспериментальным материалом» [21, с. 317.].

Анализируя «мировые уравнения» А. Эйнштейна, описывающие метрику четырехмерного искривленного пространства-времени, А. А. Фридман нашел нестационарные решения мировых уравнений и предложил три возможных модели Вселенной. В двух из них радиус кривизны пространства должен расти и Вселенная расширяется (в одной модели – из точки, в другой – начиная с некоторого конечного объема). Третья модель предлагает картину пульсирующей Вселенной с периодически меняющимся радиусом кривизны.

Модель расширяющейся Вселенной, обладая эвристической функцией, вела к трем кардинальным следствиям, которые со временем будут проверены экспериментальным путем. Во-первых, по мере расширения Вселенной галактики удаляются друг от друга со скоростью, пропорциональной расстоянию между ними. Во-вторых, предсказание существования микроволнового фонового,

реликтового излучения, как остатка горячего состояния Вселенной в начальный период расширения. В-третьих, прогнозирование образования легких химических элементов из протонов и нейтронов в первую минуту после начала расширения.

В этих положениях А. А. Фридман выразил свой основной философско-теоретический результат. На первый план выдвигается философская проблема – о «сотворении мира из ничего». Возникает вопрос о том, способна ли физика решить эту проблему? Несмотря на ее исключительную сложность, в последнее время теория относительности и квантовая теория обнаруживают глубокую внутреннюю связь между Вселенной как целостностью и физикой элементарных частиц.

Затронем и другие аспекты данной проблемы. А. А. Фридман подчеркивает, что расширение мира начинается с состояния «когда пространство было точкой ($R=0$)» [22, с. 236.]. Это означает, что весь объем пространства был буквально сжат в ничто. Как указывает видный английский космолог П. Девис, «все вещество наблюдаемой Вселенной, из которого сейчас состоят галактики с их миллионами звезд, пылью и газом, а также все межгалактическое вещество было в тот момент сдавлено в одну-единственную математическую точку, а плотность вещества была бесконечно большой! В современной общей теории относительности эта точка называется сингулярностью» [23, с. 204].

Открытие начальной космологической сингулярности – одно из самых замечательных достижений философии науки и математической теории А. А. Фридмана. Наличие сингулярности в фридмановских моделях свидетельствует о том, что на раннем этапе расширения пространственно-временное объяснение мира теряет смысл. Если пространство-время при сингулярности не может существовать, то $R=0$ соответствует моменту, когда пространство-время *впервые возникает*. Поэтому наличие в теории фридмановской сингулярности привело к широко распространенному утверждению о том, что начало расширения и представляет собой «сотворение» (рождение) Вселенной. Понятие сингулярности является наиболее близким к «акту творения». Согласно современным представлениям, до начала расширения не

могло быть ничего, что имело бы физическое отношение к Вселенной, наблюдаемой и осваиваемой с помощью экспериментально-технических средств и измерительной техники.

Рождение материи и ее важнейших характеристик – пространства и времени, – начинается в мгновение, соответствующее сингулярности. Итак, существенной особенностью такой научной картины рождения Мира – Вселенной, является то, что здесь *одновременно возникают как материя, так и пространство-время.*

Поэтому вопрос: «Что было до *Большого Взрыва?*» основан на неправильных представлениях и поэтому лишен смысла. И, как пошутил Стивен Хокинг, это все равно, что спросить, что такое север Северного полюса. Это не похоже на библейское описание творения, где материальные предметы создавались в уже существующем вакууме. Данные рассуждения показывают, что физическая картина «*акта творения*», которая представлена в общей теории относительности, много глубже той, что описана в Библии.

Создание А. А. Фридманом *новой неклассической релятивистской космологии* означало вместе с тем и формирование *нового философского миропонимания и мировоззрения.* Это проявилось, в частности, в том, что удалось открыть *динамику и развитие* Вселенной. Ученый считает, что еще недостаточно данных для решения вопроса о том, каким миром является наша Вселенная. Вместе с тем, в работе «О кривизне пространства» (1922) дается оценка возможного периода *расширения – сжатия* для случая пульсирующего мира. Считая полную массу мира «равной массе $5 \cdot 10^{21}$ наших Солнц, будем для периода мира иметь величину порядка 10 миллиардов лет» [22, с. 238.]. Так впервые в истории науки появляется количественная характеристика временного существования Вселенной, числовая мера ее динамики. Возраст Вселенной – этот вопрос остается и сейчас спорным, дискуссионным, открытым. Пока с уверенностью можно утверждать, что возраст Вселенной может достигать 13 миллиардов лет, что сравнимо с возрастом самых старых звезд [24, с. 140]. При

помощи космического телескопа «Хаббл» возраст Вселенной определен в 17,8 млрд. лет [25, с. 73].

Как первооткрыватель и первопроходец, А. А. Фридман шел совершенно новыми путями, никем еще не исследованными. Поэтому он любил приводить слова великого итальянского поэта А. Данте: «Вод, в которые я вступаю, не пересекал еще никто».

Теория А. А. Фридмана открыла самое грандиозное по своему масштабу явление природы – космологическое расширение. Выдержав строгую проверку в дискуссии с А. Эйнштейном, она нашла вскоре прямое доказательство и подтверждение в астрономических наблюдениях.

Со страниц своих трудов, в воспоминаниях современников А. А. Фридман предстает перед нами гениальным, смелым, проницательным мыслителем. Он разрушает старые псевдонаучные мифы и догмы, видит то, чего не замечали другие. Он отбрасывает многовековую традицию, которая априори, до всякого опыта считала Вселенную вечной и всегда неподвижной. Он совершает настоящую научную революцию. *Как Коперник заставил Землю обращаться вокруг Солнца, так Фридман заставил Вселенную расширяться.*

Взаимосвязь, взаимоотношение философии и астрономии представляет собой один из интересных аспектов космологической концепции А. А. Фридмана. Его труд «Мир как пространство и время» является программой исследований расширяющейся, изменяющейся в пространстве и во времени Вселенной. Ставится вопрос о радикальной перестройке наших представлений о Вселенной, формировании научной картины мира. А. А. Фридман подчеркивает, что в «XX в. человек попытался снова, на основании тех сведений о мире, которые естествознание ко времени нашей эпохи накопило, создать общую картину мира, правда, мира чрезвычайно схематизированного и упрощенного, напоминающего настоящий мир лишь постольку, поскольку тусклое отражение в зеркале схематического рисунка Кельнского собора может напомнить нам сам собор [21, с. 245].

Автор подчеркивает, что сам «он ни в какой мере не философ», а к проблеме Вселенной обращается «с чисто

математической точки зрения». На самом же деле, это далеко не так. Труды по релятивистской космологии пронизаны глубоким философским осмыслением решаемых проблем. А. А. Фридман затрагивает проблему определения самого понятия Вселенной. Он различает мир естествоиспытателя, объекты которого могут быть измеримы, наблюдаемы. «Этот мир бесконечно уже и меньше мира – Вселенной философа», – подчеркивает ученый [21, с. 245]. Вместе с тем, теория относительности и космологическая проблема обнаруживают способность оказывать влияние на формирование новой научной картины мира и саму философию. Поэтому грандиозное и смелое торжество научной мысли, затрагивающей такие фундаментальные понятия, как пространство и время, (правда, измеримое) должно привести к коренному пересмотру и развитию идей современных философов, «часто стоящих выше «измеримой» Вселенной естествоиспытателя» [21, с. 245].

Эти кардинальные философские размышления А. А. Фридмана оказали продуктивное воздействие как на развитие космологии, так и философии. Они являются актуальными и в настоящее время, когда результаты исследования расширяющейся Вселенной требуют *принципиально нового философского понимания и выработки более совершенной научной картины мира.*

Обратимся к проблеме истинности теории расширяющейся Вселенной, построенной А. А. Фридманом. Интересными представляются суждения А. Эйнштейна, который в ходе размышлений о сущности научных теорий выдвигает два способа их истинности. В своих «Автобиографических заметках» (1949) великий преобразователь естествознания называет их так: «внутреннее совершенство» и «внешнее оправдание» [26].

Что собой представляет первый критерий? «Внутреннее совершенство» или логический критерий имеет широкое и многогранное применение в реальном процессе научного познания. Его общая идея заключается в том, что истинность теории определяется взаимной логической связью ее основных понятий, принципов, утверждений, вне всякого отношения к внешнему референту (Миру, Вселенной), а также внутренней непротиворечивостью теории.

Принципиально важными являются следующие соображения А. Эйнштейна о внутреннем совершенстве теории: «Теория представляется нам более ценной тогда, когда она не является *логически произвольным образом* выбранной среди приблизительно равноценных и аналогично построенных теорий» [26, с. 267.]. Исследователь подчеркивает, что необходимо предпочесть ту теорию, «которая сильнее ограничивает возможные априори качества систем (т. е. содержит наиболее определенные утверждения)» [26, с. 266].

Глубокий методологический анализ истории науки дает возможность А. Эйнштейну вскрыть закономерности и основные тенденции ее развития. Важной характеристикой познания выступает связь теории с опытом, эмпирической реальностью. Чем дальше находятся основные понятия и аксиомы от непосредственно наблюдаемого, указывает А. Эйнштейн, то при таких обстоятельствах сопоставление логических выводов теории с экспериментальными фактами становится все сложнее и затруднительнее [26, с. 268.].

В истории научного познания существуют и такие ситуации, когда четко сформулированные принципы и утверждения могут вести к следствиям, которые полностью выходят за рамки явлений, доступных исследованию в настоящее время. Согласно концепции ученого, «чтобы узнать, соответствуют ли в этом случае принципы теории истине, понадобится, может быть, многолетняя экспериментальная исследовательская работа. Именно так обстоит дело с теорией относительности» [27, с. 15], а также и с релятивистской космологией А.А.Фридмана.

В реальном процессе исторического развития физики важное место принадлежит и другому способу установления достоверности нового знания – «внешнему оправданию». С одной стороны, теория не должна противоречить данным опыта, фундаментальным фактам. С другой стороны, только эмпирические методы познания способны «решить, где же скрыта истина» (А. Эйнштейн).

Требование логического «внутреннего совершенства» последовательно рассматривается в глубоко содержательном плане.

В конечном счете, решающим критерием достоверности, истинности полученного знания является соответствие теории опыту, ее «внешнее оправдание».

Таким образом, А. Эйнштейну удалось вскрыть пути развития науки, продемонстрировать способы получения знания, определить требования его истинности. Эйнштейновские философские выводы и сегодня являются важнейшими ориентирами научного познания.

Интересными представляются рассуждения Артура С. Эддингтона, которые, по существу, завершают кристаллизацию методологического императива современного научного познания, предложенного А. Эйнштейном. Они раскрывают целостность научного знания, указывают на роль теоретических систем в объяснении эмпирических результатов. Данное утверждение А. Эддингтона можно выразить так: «никогда полностью нельзя доверять результатам наблюдений и экспериментов, пока они не интерпретированы в рамках научной теории». Только в процессе концептуальных истолкований эмпирический факт приобретает статус научного факта. Вместе с тем развитие научных теорий есть и процесс расширения нашего фактического знания о Вселенной.

Исследуя пути и цели теоретического исследования, А. Эйнштейн выделяет такие его два аспекта (1929):

- 1) Полнота теории означает раскрытие взаимосвязей всех явлений Вселенной.
- 2) «Логическая единственность» предполагает, что «мы хотим не только знать, *как* устроена природа (и *как* происходят природные явления), но и по возможности достичь цели, может быть, утопической и дерзкой на вид, – узнать, почему природа является именно такой, а не другой» [28, с. 245].

Непреходящее философское значение имеют мысли великого преобразователя природы А. Эйнштейна о путях формирования и развития фундаментальной теории. Особое внимание обращается на то, что в процессе ее становления и построения исходные гипотезы становятся все более абстрактными,

оторванными от физического мира. А вместе с тем, исследователь движется «к важнейшей цели науки – из наименьшего числа гипотез или аксиом логически получить дедуктивным путем максимум реальных результатов» [29, с. 279].

Возникает сложнейшая проблема, смысл которой состоит в том, что мысленный путь от аксиом, предположений, гипотез становится все длиннее и утонченнее. Как должен действовать ученый в этой далеко не простой и противоречивой ситуации? Ответом на этот вопрос могут служить философские соображения А. Эйнштейна. Его опыт создания специальной и общей теории относительности, а также глубокие размышления сводятся к следующему: «Теоретику все больше приходится руководствоваться при поисках теорий чисто математическими, формальными соображениями, поскольку физический опыт экспериментатора не дает возможности подняться прямо к сферам высочайшей абстракции. Место преимущественно индуктивных методов, присущих юношескому периоду науки, занимает поисковая дедукция. К тому же надо далеко продвинуться в построении такого теоретического здания, чтобы прийти к следствиям, которые можно сравнить с опытом. Конечно, опыт и здесь остается всемогущим судьей» [29, с. 279-280].

Что же касается философских оснований теории динамики Вселенной, то А. А. Фридман выступает как ее гениальный теоретик. Он конструирует новый мир, свободно, творчески создавая понятия. Построение новой науки – космологии – не было связано с экспериментальным материалом. В своей деятельности А. А. Фридман исходил из принципа, сформулированного великим немецким математиком XX в. Георгом Кантором (1845-1918): «Смысл математики в ее свободе». А. А. Фридман неоднократно указывал на то, что он рассматривает Вселенную с «чисто математической точки зрения». Но на самом деле его позиция является более глубокой. Логическая непротиворечивость, обоснованность, ясность, последовательность теоретических положений подтверждены авторитетом А. Эйнштейна.

Фридмановская космология содержит замечательные и перспективные результаты. Она отвечает требованию «внешнего

оправдания», наполняется физическим смыслом, подтверждается опытным экспериментальным материалом. Во-первых, речь идет о красном смещении спектральных линий удаленных астрономических объектов – закон Э. Хаббла – разбегание галактик. Во-вторых, открытие А. Пензиасом и Р. Вильсоном космического микроволнового фонового (реликтового) излучения. Результаты наблюдений и экспериментов Э. Хаббла, А. Пензиаса, Р. Вильсона и многих других ученых свидетельствует о том, что расширение Вселенной носит объективный характер, а ее динамика предсказана математическими моделями А. А. Фридмана. В-третьих, обнаружение новых объектов Вселенной – квазаров и пульсаров – также свидетельствует о ее динамике.

Переход от статичной, вечной, стационарной, не изменяющейся в пространстве-времени Вселенной к эволюционирующей, динамичной – означает, что исследователю удается «вывести у природы» (термин А. Эйнштейна) общие принципы и законы мира.

Личная заслуга А. А. Фридмана в области фундаментальных теоретических исследований состоит в том, что он первым осмыслил эвристические возможности общей теории относительности – самой сложной и трудной в математическом отношении физической теории XX в. Ученый применил ее для построения ряда математических моделей расширяющейся Вселенной. Именно в этом проявилось важнейшее качество А. А. Фридмана – гениальность и высочайший творческий потенциал. Конструктивные, гипотетические предположения, нестандартные, оригинальные научные идеи, перестройка гипотетико-дедуктивной системы находятся в основе философского метода деятельности ученого. В процессе поиска и становления дедуктивной полноты теоретической системы – общей теории относительности создается совершенно новая, непротиворечивая, завершенная, математическая, абстрактная схема эволюции Вселенной. Таким образом, углубление и усиление дедуктивной мощи и возможностей теории гравитации открывают широкие перспективы создания на ее основе целого ряда теорий о Вселенной

и рождение важнейшей сферы современного научного познания – релятивистской космологии.

Модели и «Миры Фридмана» служат главной теоретической базой как для анализа современных космологических проблем, так и для построения новых теорий, выдвижения кардинальных гипотез о Вселенной.

Можно сделать вывод о том, что космология – это не только физическое учение, но и наука о Вселенной как целостности. Вселенная обладает сложной внутренней структурой. Космология формируется на результатах исследования наиболее общих свойств (однородности, изотропности и расширения) той части Вселенной, которая доступна для астрономических наблюдений и экспериментов. Теоретическую основу космологии составляют фундаментальные физические теории (теория гравитации, теория электромагнитного поля, квантовая теория). Внегалактическая астрономия и радиоастрономия создают прочную эмпирическую базу теории. Выводы космологии имеют важное общенаучное и философское значение. Развитие космологии как учения и как науки свидетельствует о неисчерпаемости свойств, характеристик, параметров Вселенной.

Один из главных выводов, к которому пришли астрономия и астрофизика, состоит в том, что Вселенная находится в состоянии непрерывной эволюции. Все это дает основание утверждать, что Вселенная имеет свою уникальную историю. Научное познание способно выявить не только отдельные страницы, но и целые эпохи ее развития и динамики.

Современная космология представляет собой сложную, комплексную, междисциплинарную, быстро развивающуюся систему естественнонаучных (математика, астрономия, физика, радиофизика, химия) и философских знаний о Вселенной. Вселенная предстает перед человеком как единый целостный динамический объект. В основаниях современной космологии находится ряд гипотетико-экспериментальных положений, согласно которым в масштабах всей Вселенной проявляются или будут познаны такие ее характерные особенности и закономерности: четырехмерный пространственно-временной

континуум – «Мир Германа Минковского»; единство четырех фундаментальных взаимодействий (электромагнитного, сильного, слабого, гравитационного); эволюция, расширение, нестационарность – «Мир Александра Фридмана»; бесконечность, неисчерпаемость свойств, параметров физического мира; существование начального состояния эволюции – сингулярности; определение космологического горизонта – границы наблюдаемого мира экспериментально-техническими устройствами и измерительными приборами и пока еще принципиально ненаблюдаемых особенностей Мироздания; загадка скрытой (темной) материи; величина средней плотности вещества и т. д. Кроме этого, на первый план выдвигается важнейшая философская и научная проблема наблюдаемости и транснаблюдаемости (принципиальной ненаблюдаемости) отдельных областей Вселенной и ее параметров. Но особенность научного познания состоит именно в том, что такие характеристики будут познаны в будущем.

Важнейшим направлением разработки теории нестационарной Вселенной А. А. Фридмана явилось исследование физических процессов в начальный период ее рождения. В центре внимания ученых оказался вопрос о смысле космологической сингулярности. Что собой представляет сингулярность: чисто математическое выражение, точку, предел возможностей экстраполяции в прошлое уравнений теории гравитации или реальное начало Вселенной? Возникают глобальные мировоззренческие вопросы. Что происходило в ранний период становления материального мира? Какие причины расширения Вселенной? Какой содержательный и философский смысл метафоры «Рождение, Взрыв Вселенной»?

Главные вехи на этом пути – формирование теории горячей Вселенной (или Большого Взрыва), а также выдвигание гипотезы и разработка принципов, утверждений, понятий инфляционной космологии как неотъемлемого элемента, этапа общей релятивистской теории А. А. Фридмана.

По утверждению А. А. Фридмана, космологическая сингулярность означает, что «Вселенная создавалась из точки»,

«пространство было точкой ($R=0$)». В фридмановских моделях расширение Вселенной начинается от состояния материи, характеризующегося неограниченной, бесконечной плотностью вещества, свойства которого в этом состоянии неизвестны. Наглядно можно представить, что любые две точки в наблюдаемой ныне Вселенной были бесконечно, безгранично, сколь угодно близки друг к другу.

Существующие теории вещества и гравитационного поля применимы к состояниям материи, плотность и температура которой меньше планковских ($\rho=10^{93}$ г/см³, $T\approx 10^{32}$ К). Планковской плотности и температуре соответствует возраст Вселенной $t=10^{-43}$ с и пространственная протяженность (расстояние) $R=10^{-33}$ см. Эти значения ρ и T носят названия планковских. Они получены из фундаментальных физических постоянных величин: скорости света c , гравитационной постоянной G , Планка постоянной h и Больцмана постоянной k .

Оказалось, что вблизи космологической сингулярности решения релятивистских уравнений не применимы, так как на этом уровне проявляются квантовые свойства гравитации. Поэтому важной стадией формирования квантовой теории тяготения является создание инфляционной космологии. Она возникает в качестве гипотезы, способной раскрыть сложные процессы в первые мгновения становления материи. В основе настоящей гипотезы находится представление о существовании невероятно большой силы космического отталкивания, оно и разорвало начальное состояние материи, вызвало ее расширение, которое продолжается и сейчас. Теоретики утверждают, что физический вакуум явился начальным состоянием материи. Большой вклад в становление основных идей инфляционного подхода внесли советские астрофизики: Я. Б. Зельдович, А. А. Старобинский, А. Д. Линде (эмигрировавший в Швейцарию в 1978 г., а через два года – в США), Э. Б. Глинер, П. И. Фомин, Д. А. Киржниц; среди зарубежных ученых – С. Хокинг (Великобритания), А. Гус (США) и другие.

Несмотря на колоссальные достижения в области познания мира, некоторые ученые пытаются выдвинуть альтернативные гипотезы строения и развития Вселенной. Так, например, теоретик, академик Российской академии естественных наук С. В. Цивинский уверен в том, что «модель Вселенной, построенная на теории Эйнштейна, не может быть понятной и научно обоснованной» [30]. Он считает, что «гипотетическая теория тяготения [Цивинского С. В. – Б. П.] является одной из возможных моделей, построенной на ясной физической основе» [31]. Тогда, согласно С. В. Цивинскому, результаты А. Эйнштейна, А. А. Фридмана, Ж. Леметра, Э. Хаббла, Дж. Гамова, А. Пензиаса, Р. Вильсона, А. Д. Линде, Я. Б. Зельдовича и многих других не являются достоверными и надежными.

Из работ С. В. Цивинского трудно установить философские основания и физические принципы его гипотезы. Неясным остается вопрос об экспериментальном подтверждении данного предположения. Теоретические рассуждения С. В. Цивинского не являются аргументированными, обоснованными. Они не представляют собой целостную, строгую теоретическую систему и не могут выступать в качестве продуктивной идеи в познании Вселенной.

Космологические модели находят свое подтверждение в экспериментах, доказывающих существование космического микроволнового фонового излучения, а также его анизотропии (флуктуаций). Точные измерения реликтового излучения означают начало, генезис *прецизионной космологии*. Космология становится важным способом более глубокого познания Вселенной, ее важнейших характеристик и параметров. В недрах этого научного направления происходит рождение фундаментальных физических теорий.

Summary

B. Ya. Poogach. Alexander Fridman's philosophy and Universe
In this work the author proves that Alexander Fridman has created a new relative cosmology, disclosed dynamics and development of Universe. This cardinal, global program formed a new philosophical, outlook,

enlarged physical picture of the world, opened new ways of cognition of extending Universe.

Список литературы

1. Кант И. Всеобщая естественная история и теория неба // Кант И. Сочинения в шести томах. – М.: Мысль, 1963. – Т.1. – С. 115-262.
2. Архимед. Псаммит (Исчисление песчинок) // Архимед. Сочинения. – М.: Физматгиз, 1962. – С. 358-367.
3. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1965. – Т.1. – С. 601-612.
4. Эйнштейн А. Памяти Де Ситтера // Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т.4. – С. 195.
5. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. – М.: Энергоиздат, 1981. – С. 38-39.
6. Эйнштейн А. Замечание к работе А. Фридмана «О кривизне пространства» // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 118.
7. Письмо А. А. Фридмана А. Эйнштейну // Эйнштейновский сборник. 1973. – М.: Наука, 1974. – С. 9-11.
8. Эйнштейн А. К работе А. Фридмана «О кривизне пространства» // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 119.
9. Эйнштейн А. О «космологической проблеме» // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 610.
10. Эйнштейн А. О «космологической проблеме» // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 599.
11. Паннекук А. История астрономии. – М.: Наука, 1966. – 592 с.
12. Силк Дж. Большой Взрыв. Рождение и эволюция Вселенной. – М.: Мир, 1982. – 391 с.

13. Брайсон Б. Краткая история почти всего на свете. – М.: Гелеос, 2007. – 576 с.
14. Тропп Э. А., Френкель В. Я., Чернин А. Д. Александр Александрович Фридман. Жизнь и деятельность – М.: Наука, 1988. – 304 с.
15. Брайсон Билл. Краткая история почти всего на свете. – М.: Гелеос, 2007. – 576 с.
16. Джинс Дж. Г., Эддингтон А. Современное развитие космической физики. – М.-Л., 1928.
17. Эддингтон А. Теория относительности. – Л. – М.: ГТТИ, 1934. – 507с.
18. Эддингтон А. Пространство, время и тяготение. – Одесса, 1923. – 216 с.
19. Eddington A. The Mathematical Theory of Relativity. – Cambridge, 1924.
20. Эддингтон А. Математическая теория относительности. – Х. – К.: ГНТИ, 1933. – 356 с.
21. Фридман А. А. Мир как пространство и время // Фридман А. А. Избранные труды. – М.: Наука, 1966. – С. 244-322.
22. Фридман А. А. О кривизне пространства // Фридман А. А. Избранные труды. – М.: Наука, 1966. – С. 236.
23. Девис П. Пространство и время в современной картине Вселенной. – М.: Мир, 1979. – 288 с.
24. Чарап Дж. Объяснение Вселенной. Новая эра физики. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.
25. Александров Ю. В. Астрономія. Історико-методологічний нарис. – К.: Сфера, 1999. – 88 с.
26. Эйнштейн А. Автобиографические заметки // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т. 4. – С. 259-293.
27. Эйнштейн А. Вступительная речь // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т. 4. – С. 15.
28. Эйнштейн А. О современном состоянии теории поля // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 245.

29. Эйнштейн А. Проблема пространства, эфира и поля в физике // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. 2. – С. 279-280.
30. Цивинский С. В. Концепция строения и развития Вселенной // Естественные и технические науки, 2004. – № 4 (13). – С. 35-38.
31. Цивинский С. В. Гипотеза электростатической модели теории тяготения // Естественные и технические науки, 2003. – № 6 (9). – С. 33-36.