



საზოგადოებრივი მეცნიერება

# Новая Наука

*А.М. Гиндилис*

## Читая письма Е.И. Рерих: конечна или бесконечна Вселенная?

**В** 2006 году издательство Международного Центра Рерихов совместно с Мастер-Банком выпустило шестой том Писем Елены Ивановны Рерих. Они охватывают период 1938–1939 гг. Как астронома меня заинтересовало письмо А.И. Клизовскому<sup>1</sup> от 7 июня 1938 г., фрагмент которого был им включен в пятую главу книги «Основы миропонимания Новой Эпохи». Эта книга создавалась в тесном сотрудничестве с Е.И. Рерих, которая подробно отвечала на его вопросы о структуре мироздания и космических законах.

<sup>1</sup> *Клизовский А.И.* (1872–1942), писатель, член Латвийского общества Рериха.



Елена Ивановна Рерих

став галактической системы Млечного Пути. Несмотря на свою огромную протяженность в один миллион световых лет, система Млечного Пути занимает лишь ничтожную часть космического пространства. Центр этой великой системы находится в созвездии Стрельца, а наша Солнечная система находится у самого края ее. Ученые пришли к заключению, что вся эта великая система, вращаясь вокруг своей оси, вращается также вокруг своего ядра, которое находится от нас на расстоянии 25 000 световых лет и совершает оборот вокруг него один раз в двести миллионов лет.

Кроме галактических систем, в последнее время некоторые ученые исследовали так называемые трансгалактические спиральные туманности, находящиеся от нас в расстоянии нескольких сот миллионов световых лет. Эти трансгалактические туманности являются такими же скоплениями звезд, как и галактические, с той лишь разницей, что они находятся от нас на неизмеримо большем расстоянии. Формы этих туманностей приводят к выводу, что они также вращаются вокруг своих осей. Ученым удалось точно так же исчислить расстояния между большими трансгалактическими туманностями, причем оказалось, что они во много раз превышают расстояния всех звезд нашей галактической системы. Самое же удивительное оказалось то, что расстояния между трансгалактическими системами становятся все больше и больше, что они друг от друга удаляются, что скорость бега их все время увеличивается и что Космос благодаря этому расширяется.

Если под всеми этими наблюдениями и достижениями ученых, в достаточной мере рисующими величие и Беспредельность мироздания, можно подписаться обеими руками, то заключительные их выводы все же — таки печальны. Наука установила, что Космос якобы имеет предел. Исследования расстояний спиральных туманностей будто бы подтвердили теоретические заключения об ограниченности Космо-

« По интересующему нас вопросу большие достижения сделала современная астрономия, которая имеет специальный термин или специальную меру для измерения беспредельности пространства временем. Этой мерой является световой год, или пространство, проходимое лучом света в течение года, считая скорость движения света по 300 000 километров в секунду. Уже давно астрономия пришла к выводу, что созвездия в Космосе сгруппированы в большие или меньшие скопления звезд, которые называются галактическими системами. Некоторые из этих галактических систем удалены от нас на такие огромные расстояния, что кажутся глазу земного наблюдателя небольшими туманностями. Туманность Андромеды, например, находится от нас на расстоянии одного миллиона световых лет. По исчислениям де Ситера в каждой части космического пространства протяжением в один миллион световых лет находится одна галактическая система, а во всем Космосе содержится около 80 миллиардов галактических систем.

Наша Солнечная система входит в состав звездного скопления (размером в 20 000 световых лет), которое вместе с нами входит в со-

са и дали возможность исчислить его размер. По исчислениям Эйнштейна, де Ситера, Леметра и других размер Космоса равен четырем миллиардам световых лет. Раз Космос имеет предел, то пространство где-то кончится, и то, что находится за космическим пространством, не есть уже более пространство, туда не достигают гравитационные поля небесных тел, туда не проникают световые лучи. Таким образом, световой луч тоже должен где-то остановиться.

Из факта расширения Космоса вытекают другие, столь же малоубедительные, теоретические рассуждения. Эйнштейн полагает, что Космос расширяется уже десять миллиардов лет, но раз он расширяется, то, стало быть, было время, когда он был очень мал и размер его равнялся нулю. Иными словами – Космос не вечен, и все сущее развилось из ничего. Из этого же факта расширения Космоса вытекает и другой безотрадный вывод, а именно: раз он расширяется, то наступит время, когда он начнет суживаться и уменьшаться и придет к своему концу»<sup>2</sup>.

## Астрономическая картина мира

Отвечая на вопрос Клизовского, Елена Ивановна сообщает ему о последних достижениях астрономии в описании общей картины Мироздания. Она пишет о том, что звезды собраны в гигантские звездные системы – галактики. Одной из них является наша Галактика – галактика Млечного Пути. На периферии ее находится Солнечная система. А центр Галактики расположен в созвездии Стрельца. В центре имеется ядро. Галактика вращается вокруг него с периодом 200 миллионов лет. Другие галактики удалены от нас на такие огромные расстояния, что кажутся земному наблюдателю небольшими туманностями (например, туманность Андромеды). Многие галактики находятся от нас на расстоянии в сотни миллионов световых лет. Их спиральная форма говорит о том, что они тоже вращаются вокруг своих осей. Самое удивительное, пишет Елена Ивановна, в том, что галактики удаляются друг от друга, расстояние между ними увеличивается – Вселенная расширяется.

Надо сказать, такая картина Мироздания сложилась относительно недавно – в первой четверти XX века и не была известна в те годы, когда Елена Ивановна могла изучать астрономию в гимназии. Еще в начале XX века шли жаркие споры о природе спиральных туманностей. Некоторые крупные астрономы считали, что они принадлежат нашей Галактике. Высказывалось предположение, что это зачатки будущих планетных систем. Если это так, то они должны были иметь небольшие размеры, и их расстояние от Солнечной системы было бы невелико. Одна из задач построенного в те годы крупнейшего 2,5-метрового телескопа обсерватории Маунт Вилсон как раз и состояла в проверке этой гипотезы. Лишь в 1920-х годах американский астроном Эдвин Хаббл с помощью этого телескопа сумел определить расстояние до ближайших спиральных туманностей и доказал, что они находятся за пределами нашей Галактики. Это открытие чрезвычайно раздвинуло границы наблюдаемой Вселенной. Ранее полагали, что звездная система, наблюдаемая нами на небе в виде Млечного Пути, это и есть вся Вселенная. В 1929 году Хаббл, измерив лучевые скорости галактик, установил, что они удаляются друг от друга – Вселенная расширяется. Это радикальным образом изменило наш взгляд на Мир.

Письмо Клизовскому, написанное всего 9 лет спустя после открытия Хаббла, свидетельствует о том, что Елена Ивановна внимательно следила за развитием астрономии и была в курсе ее последних достиже-

<sup>2</sup> Рерих Е.И. Письма. Т. VI. С. 146–148.



ний. Елена Ивановна приветствовала эти достижения, рисуящие «величие и Беспредельность мироздания». Но с некоторыми выводами она не могла согласиться. Это, прежде всего, вывод о том, что «Космос якобы имеет предел». Ссылаясь на Эйнштейна, де Ситтера и Леметра, Елена Ивановна пишет, что ученые определили размер Вселенной, который оказался равным нескольким миллиардам световых лет. Конечность Вселенной вызвала возражение Елены Ивановны, поскольку это противоречит Беспредельности Космоса. Далее, если Вселенная расширяется, значит, раньше она была меньше. Согласно Эйнштейну, в начальный момент размер Вселенной был равен нулю. «Иными словами,— пишет Елена Ивановна,— Космос не вечен, и все сущее развилось из ничего». Наконец, Елена Ивановна обращает внимание еще на один «безотрадный вывод»: сейчас Вселенная расширяется, но «наступит время, когда она начнет суживаться и уменьшаться и придет к своему концу».

### Ошибка Эйнштейна?

О чем идет речь? В 1917 году Эйнштейн попытался применить созданную им общую теорию относительности к построению космологической модели Мира. Исходя из господствовавших в то время представлений о неизменности Вселенной, Эйнштейн искал стационарное решение, при котором расстояние между любыми двумя точками в пространстве и другие параметры Вселенной не меняются со временем. Однако уравнения общей теории относительности не давали такого решения. Тогда Эйнштейн, чтобы добиться стационарности Вселенной, ввел в свои уравнения дополнительную величину, так называемый лямбда-член, который описывает гипотетические силы отталкивания. Подобно силам гравитации, эти космологические силы отталкивания носят универсальный характер, т. е. одинаково действуют на все тела, а величина их не убывает, а, напротив, возрастает с расстоянием. При определенных условиях силы гравитации и силы отталкивания уравновешиваются, и Вселенная остается стационарной.

Мир Эйнштейна оказался довольно экзотическим. Прежде всего, он обладал необычными геометрическими свойствами. Будучи безграничным (мы могли бы двигаться в этом мире в любом направлении сколь угодно долго, но никогда не вышли бы за его границы), он имеет конечный объем. Геометрия Евклида в этом мире не применима, в нем действует геометрия Римана. Это замкнутый мир, мир постоянной положительной кривизны. Аналогом такого трехмерного мира среди двумерных многообразий может служить поверхность сферы. Она замкнута и безгранич-

на; двигаясь вдоль ее поверхности, двумерное существо никогда не выйдет за ее пределы. Между тем поверхность сферы конечна, она равна  $2\pi R^2$  (где  $R$  – радиус сферы). Подобно тому, как на сфере, двигаясь по большому кругу, можно обойти сферу и вернуться в исходную точку, так же и в трехмерном замкнутом мире, двигаясь по так называемой геодезической линии (аналог прямой евклидова пространства), мы, в конце концов, обойдем этот мир и вернемся к точке старта. Но объем этого мира конечен.

Принципиальным недостатком модели Эйнштейна, как было обнаружено позднее, является ее неустойчивость: малейшее изменение параметров приводит к тому, что Вселенная выходит из равновесия и больше не возвращается в это состояние. Подобные системы не могут существовать в Природе. В дальнейшем Эйнштейн сам отказался от своей модели и даже считал ее самой большой ошибкой в своей жизни. Но введенные им силы отталкивания сыграли очень важную роль в космологии, хотя значение их не сразу было оценено. Эти космологические силы отталкивания, или силы антигравитации космологического вакуума (называемого также «темной энергией»), по-видимому, являются причиной расширения Вселенной (во всяком случае, на инфляционной стадии ее эволюции). Они же являются причиной ускоренного расширения Вселенной в современную эпоху, обнаруженного в последние годы XX века.

В том же 1917 году голландский астроном В. де Ситтер построил другую, так называемую «пустую» модель Вселенной, в которой плотность вещества очень мала и поэтому силами гравитации по сравнению с силами отталкивания можно пренебречь. Эта экзотическая модель практически не использовалась в космологии. Ее значение выяснилось лишь в последней четверти XX века, когда стали развиваться инфляционные модели Вселенной. Выяснилось, что инфляционная (экспоненциально раздувающаяся) Вселенная соответствует модели де Ситтера. Только длится эта стадия не до современного момента и дольше, как полагал де Ситтер, а в течение очень короткого промежутка времени, примерно от  $10^{-36}$  до  $10^{-34}$  секунды от условного теоретического момента начала расширения.

Задача об эволюции Вселенной без априорных предположений о ее стационарности или об отсутствии вещества была решена советским метеорологом и математиком А.А. Фридманом в 1922 году. Основной вывод, который вытекает из полученного им решения космологических уравнений, состоит в следующем: Вселенная в целом не может находиться в покое, она является нестационарной – она может либо расширять-




*Александр Иванович Клизовский*

ся, либо сжиматься. Эйнштейн не сразу согласился с работой Фридмана, но затем дал ей высокую оценку, особо отметив фундаментальную важность теоретического вывода о нестационарности Вселенной. А.А. Фридман умер в 1925 г., не дожив всего 4 года до открытия Хабблом расширения Вселенной. Несмотря на признание и высокую оценку Эйнштейна, работа Фридмана на многие годы выпала из поля зрения астрономов и космологов. Неудивительно поэтому, что Елена Ивановна не упоминает о нем в письме к Клизовскому.

В 1927 г. аббат Ж. Леметр, бельгийский астроном, ученик Эддингтона, независимо от Фридмана получил решение космологических уравнений и подтвердил вывод о нестационарности Вселенной. Если экстраполировать процесс расширения Вселенной назад, в прошлое, то формально мы придем к ситуации, когда в некоторый начальный момент времени  $t = 0$  размер Вселенной будет равен нулю (Елена Ивановна пишет об этом Клизовскому), а температура и плотность энергии обращаются в бесконечность. Такое состояние получило название «сингулярность». Процесс возникновения Вселенной (по неизвестным причинам) из сингулярного состояния Леметр предложил назвать Большим Взрывом.

Согласно модели Фридмана, динамика Вселенной зависит от соотношения между началь-



ной скоростью материи в момент Большого взрыва и силами тяготения, которые определяются средней плотностью вещества во Вселенной. Если средняя плотность не превышает некоторого значения  $\rho_{кр} = 10^{-29} \text{ г/см}^3$  (которое называется критической плотностью), то силы тяготения не в состоянии остановить расширение, и Вселенная будет расширяться неограниченно долго. Если средняя плотность больше критической, то силы тяготения в некоторый момент времени останавливают расширение, и Вселенная начинает сжиматься. Критическая плотность определяет не только динамику Вселенной, но и ее геометрию. При плотности больше критической имеем (как и в модели Эйнштейна) замкнутый мир постоянной положительной кривизны, в котором выполняется геометрия Римана. Если плотность равна критической, Вселенная пространственно бесконечна (такая модель называется открытой), кривизна пространства равна нулю, следовательно, в данном случае справедлива евклидова геометрия. Наконец, при плотности меньше критической Вселенная также открыта. Она простирается бесконечно во все стороны, кривизна пространства постоянна во всех точках и отрицательна; это мир, в котором выполняется геометрия Лобачевского.

Какой сценарий реализуется на самом деле – на это должны ответить астрономические наблюдения, из которых можно будет определить среднюю плотность материи во Вселенной. Если учитывать только материю, состоящую из обычного вещества, средняя плотность намного меньше критической и, следовательно, должна реализоваться открытая модель. Однако, если учесть темную материю, состоящую из «темного вещества» и «темной энергии» (или космологического вакуума), то средняя плотность оказывается очень близка к критической. Это значит, что мы живем в евклидовом (точнее, почти евклидовом) мире. Но точно сказать, какова средняя плотность – больше или меньше критической, мы пока не можем. Следовательно, не можем сказать, какой сценарий развития Вселенной реализуется в действительности.

В закрытой модели Вселенная конечна в пространстве и времени; в открытой – она бесконечна в пространстве и бесконечно простирается по времени в будущее, но конечна в прошлом, т. е. возникла в определенный момент времени более 10 миллиардов лет тому назад. Возникновение Вселенной в определенный момент времени (а это имеет место в любой модели) и, следовательно, ее конечность во времени представляет серьезную проблему. Особенно, учитывая, что речь идет о возникновении из точки, т. е. из ничего. Именно об этом Елена Ивановна пишет Клизовскому.

Заметим, что в закрытой модели, когда Вселенная расширяется из точки, а затем сжимается в точку, существует возможность того, что, сжавшись, она начнет расширяться, затем опять сожмется и т. д. Получается вечно существующая пульсирующая Вселенная. Такая возможность была ясна еще Фридману, который в связи с нею обращал внимание на индийскую мифологию, где периоды активного существования Вселенной – День Браммы – чередуются с периодами пассивного существования – Ночь Браммы. Однако реализуется ли в действительности пульсирующая модель, неизвестно.

Надо сказать, что космологические работы Эйнштейна, де Ситтера, Леметра, Фридмана в первое время после того, как они появились, прошли мимо внимания астрономов. Никто из них не придавал значения выводу о нестационарности Вселенной, который резко противоречил устоявшимся веками представлениям о неизменности Мироздания в целом. И только после того как Хаббл обнаружил, что галактики удаляются друг от друга, факт расширения Вселенной был принят всем научным сообществом (хотя и сейчас есть люди, которые пытаются дать

другую интерпретацию открытию Хаббла). Анализируя причины этого обстоятельства, советские ученые А.С. Шаров и И.Д. Новиков отмечают, что одна из причин состояла в сложности теории и разобщенности между теоретиками и наблюдателями. Другая причина, по их мнению, психологическая, «вероятно, состояла в необычности выводов теории, утверждавшей, например, возможность замкнутого пространства или существование начала эволюции нашего мира в прошлом. Астрономам-практикам, с помощью новых телескопов проникавшим все дальше и дальше в глубины пространства, психологически было трудно поверить в реальность таких утверждений, в корне менявших их представление о Вселенной»<sup>3</sup>.

Приходится удивляться тому, что Елена Ивановна не только успевала следить за основными достижениями астрономии, но и реагировала на самые новые идеи, которые до конца не были осмыслены даже специалистами. Надо думать, Елена Ивановна следила не только за развитием астрономии, но была в курсе достижений других наук. И это притом, что она принимала участие в грандиозном космическом эксперименте, проводившемся Учителями человечества, вела записи учения Живой Этики, переводила «Тайную Доктрину» Е.П. Блаватской, писала сотни писем корреспондентам, разбросанным по всему миру, вела вместе с Николаем Константиновичем Рерихом и сыновьями огромную работу по созданию научных и культурных учреждений! Это невозможно себе представить, но все это было.

Следует отметить, что Елена Ивановна не оспаривала факт расширения физической Вселенной. О циклах расширения и сжатия Космоса (в противовес устоявшимся представлениям) говорилось в трудах Е.П. Блаватской<sup>4</sup>, которые Елена Ивановна хорошо знала (впрочем, она знала это и из других Источников). Елена Ивановна возражала только против вывода о *конечности* Вселенной в пространстве и времени.

Как же обстоят дела сейчас, спустя почти семь десятилетий после того, как Елена Ивановна высказала свои замечания к космологическим моделям?

## Взгляд из XXI века

Отметим три момента. Первый момент – *проблема сингулярности*. Как уже говорилось выше, формально из уравнений общей теории относительности следует, что расширение Вселенной началось *из точки* в момент  $t = 0$ . При этом скорость расширения в начальный момент, плотность энергии и температура равнялись бесконечности. С появлением инфляционных моделей этих трудностей, казалось, можно избежать. Расширение в инфляционной модели происходит не по степенному закону, как в теории Фридмана, а по экспоненте. При этом формально масштабный фактор обращается в нуль в бесконечно отдаленный момент времени в прошлом (при  $t = -\infty$ ). Но дело в том, что инфляционная модель, как уже говорилось выше, не работает при временах меньше  $10^{-36}$  с. В современной космологии сингулярностью называют состояние Вселенной в планковский момент времени (при  $t = t_{пл} = 10^{-43}$  с), когда размер Вселенной был равен  $10^{-33}$  см (планковская длина), а плотность энергии и температура имели хотя и очень большие, но конечные значения.

Может возникнуть вопрос, а что происходит в момент времени, предшествующий планковскому, когда размер Вселенной должен быть меньше планковской длины  $10^{-33}$  см? Прежде всего, при таком размере Вселенной общая теория относительности становится неприменимой. Здесь необходимо учитывать квантовые эффекты. В последние десятилетия XX века усилия физиков-теоретиков были направлены на построение более общей теории, которая бы объединила теорию относительности и квантовую механику. Существует несколько подходов к решению этой проблемы. По-видимому, наиболее успешной можно считать теорию суперструн, которая, правда, полностью еще не завершена.

Согласно этой теории, фундаментальными объектами физической материи являются не нульмерные точечные частицы, а крошечные одномерные нити – струны в виде замкнутой петли размером  $10^{-33}$  сантиметра<sup>5</sup>. Все наблюдаемые

<sup>3</sup> Шаров А.С., Новиков И.Д. Человек, открывший взрыв Вселенной. М., 1989. С. 74–75.

<sup>4</sup> Приведем две выдержки из «Тайной Доктрины»:

«При начале периода деятельности, говорит Тайная Доктрина, в силу повиновения вечному и непреложному закону, совершается распространение этой Божественной Сущности извне вовнутрь и изнутри наружу; и феноменальный, или видимый мир является конечным результатом длинной цепи космических сил, последовательно приведенных в движение. Так же, когда наступает возвращение к пассивному состоянию, происходит сокращение Божественной Сущности, и предыдущее созидание постепенно и последовательно растворяется. Видимый мир разлагается, его материя рассеивается, и единая “Тьма”, еще раз одинокая, лежит над ликом “Бездны”». (Блаватская Е.П. Тайная Доктрина. В 3 т. Т. 1. М., 1991. С. 38.)

«Выдыхание “Непознаваемой Сущности” рождает мир, а выдыхание заставляет его исчезнуть. Этот процесс продолжается извечно, и наша Вселенная есть лишь одна из бесконечных серий, не имеющих ни начала, ни конца». (Там же.)

<sup>5</sup> В обобщенной теории струн, так называемой М-теории, рассматриваются также двумерные, трехмерные и, вообще говоря, многомерные фундаментальные объекты – браны.



свойства элементарных частиц (их массы, заряды и т. д.) являются проявлением различных типов колебаний струн. Теория струн позволяет объединить теорию относительности и квантовую механику, а также объединить все четыре физических взаимодействия (гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное) в единое *универсальное взаимодействие*. То есть она претендует на теорию всего (физического всего). Важная особенность теории струн состоит в том, что она требует введения дополнительных *пространственных измерений*. В обобщенной теории струн дополнительных измерений 7, всего пространственных измерений – 10, а пространственно-временных – 11. Очень важно, что именно геометрия дополнительных измерений определяет физические свойства частиц, которые мы наблюдаем в обычном трехмерном пространстве. Согласно теории струн, на расстояниях меньше планковской длины  $10^{-33}$  см теория относительности перестает работать. А так как она основана на римановой геометрии, то на этих масштабах перестает работать и риманова геометрия, она заменяется на новую, *квантовую геометрию*. В приложении к космологии это означает невозможность сжатия Вселенной до размеров меньше планковских. И, следовательно, невозможность ее расширения из точки.

Согласно струнной космологии, Вселенная должна иметь минимальный размер, меньше которого она быть не может. Этот минимальный размер равен планковской длине  $10^{-33}$  см. В начальную эпоху существования Вселенной, при временах меньше планковского, все пространственные измерения плотно свернуты в многомерный комоч планковских размеров. Температура очень высока, порядка  $10^{32}$  К, но не бесконечна. При  $t = t_{пл} = 10^{-43}$  секунды Вселенная проходит первую стадию понижения симметрии: три пространственных измерения отбираются для последующего расширения, а остальные сохраняют исходный планковский размер  $10^{-33}$  см. Отобранные измерения расширяются в соответствии с инфляционной моделью, а затем в соответствии со стандартной моделью горячей Вселенной.

При мысленном движении назад к Большому взрыву размер Вселенной, как и в стандартной модели, уменьшается. Но когда Вселенная достигает минимального размера, то есть сокращается до планковской длины, температура достигает максимальной величины и начинает уменьшаться. При этом размер Вселенной увеличивается – сжатие заменяется расширением. Это значит, что в струнной космологии может реализоваться циклическая модель Вселенной. Важно, что в струнной космологии Вселенная ни при каких обстоятельствах не может перейти через минимальный,

планковский размер. Таким образом, проблема точечной сингулярности, на которую обращала внимание Елена Ивановна, получила разрешение в современной космологии.

Второй момент связан с *реализацией циклической модели*. Об одном варианте ее, когда в замкнутой модели Вселенной расширение сменяется сжатием и затем снова расширением, мы уже говорили выше. Но может ли реализоваться такая модель? Трудность состоит в том, что в самые последние годы XX века было обнаружено *ускоренное* расширение Вселенной в современную эпоху, вызванное антигравитацией космологического вакуума. Это одно из самых фундаментальных открытий второй половины XX века, доказывающее сам факт существования антигравитации космологического вакуума. Но для нас сейчас важно другое. При ускоренном расширении плотность обычной материи (в отличие от вакуума) быстро убывает, а, следовательно, убывают и силы тяготения, тормозящие расширение. Поэтому процесс ускоренного расширения может только нарастать. Казалось бы, это исключает циклическую модель Вселенной, поскольку здесь не происходит смены расширения сжатием. Но теоретически возможен другой вариант реализации циклической модели. Ускоренно расширяющаяся Вселенная может вступить в инфляционную стадию. В конце ее происходит фазовый переход с распадом вакуумно-подобного состояния, и Вселенная переходит в состояние, которое соответствует начальному моменту ( $t = 10^{-35}$  с) в горячей модели Вселенной. Начинается новый цикл эволюции. Таким образом, обнаружение антигравитации и ускоренного расширения не закрывает пульсирующую модель Вселенной. Такая Вселенная существует вечно, периодически проходя через стадию компактной сверхплотной области, которая расширяется по закону Фридмановской космологии (т. е. замедленно), затем переходит в стадию ускоренного расширения, инфляции и вновь возвращается к сверхплотному началу. Если такая картина верна (а полной уверенности в этом нет), то отмеченные Еленой Ивановной трудности с конечным временем существования Вселенной снимаются.

Момент третий. Проблема конечности/бесконечности Мира находит наиболее полное и убедительное решение в представлении о Мультиверсе, т. е. о *множественности вселенных*. Согласно этим представлениям, существует бесконечное (вообще говоря, многомерное) пространство, заполненное физическим космологическим вакуумом. В этой вечно-кипящей субстанции (вакуумной пене) из-за квантовых флуктуаций непрерывно рождаются трехмерные планковские образования размером  $10^{-33}$  см. Большинство из них вследствие тех



же флуктуаций тут же (за время  $10^{-43}$  с) возвращаются в вакуумную пену. Но небольшая доля их в результате длинной цепочки преобразований приобретает плотность, заметно отличающуюся от планковской. Такие «пузырьки» не могут вернуться в состояние вакуумной пены. Они-то и составляют зародыши будущих вселенных. Материя в них находится в вакуумно-подобном состоянии. Под действием сил гравитационного отталкивания вакуума они начинают раздуваться (инфляция) и после распада вакуумно-подобного состояния переходят в горячие фридмановские вселенные. В одной из таких вселенных живем мы. Эту вселенную в отличие от других мы называем Вселенной с большой буквы. А совокупность всех вселенных образует Мультиверс. Помимо описанного, есть и другие подходы к понятию Мультиверса, которое прочно утвердилось в космологии.

Так современная космология вернулась (на новом витке спирали познания) к древним представлениям о вечном и бесконечном Космосе. Когда было открыто расширение нашей Вселенной и построены первые космологические модели, возникло представление о конечной во времени Вселенной, расширяющейся из точки. При-

чем в случае закрытой модели такая Вселенная (единственная в своем роде, тождественная всему существующему) оказывалась также конечной в пространстве. Именно этот случай рассматривает Елена Ивановна в письме к Клизовскому.

Дальнейшее изучение эволюции ранней Вселенной и причин ее расширения привело к описанной выше картине Космоса, в котором наша Вселенная является лишь одной из многих других вселенных. Этот Космос не сводится ни к открытой, ни к закрытой модели. Он пространственно бесконечен, но рождающиеся в нем вселенные (рождающиеся не из точки, а из очень малого, но конечного объема – из сверхплотного сингулярного состояния) могут быть пространственно конечны. Этот Космос существует вечно, а вселенные могут иметь свою конечную или бесконечную историю. Одним из вариантов может быть пульсирующая Вселенная, периодически возникающая из непроявленного состояния и вновь возвращающаяся в это состояние. Причины и механизм такой пульсации пока не совсем ясны. В космологии остаются еще не решенные вопросы, но она постепенно преодолевает те трудности, которые были отмечены Еленой Ивановной в 1938 году.