**От физики необходимого к физике возможного**

Аруцев Александр Артемьевич, Ермолаев Борис Валерьевич, Кутателадзе Ираклий Отарович, Слуцкий Михаил Семенович

Время - неотъемлемая составляющая нашего бытия. Веками пленяло оно воображение художников, философов, поэтов. Включение времени в галилеевскую механику ознаменовало рождение новой науки. Центральное место нашего пособия - проблема стрелы времени (это понятие ввел в 1928 году Артур Эддингтон). Ведь в том виде, в каком время входит в основные законы физики, оно само не вносит никакого различия между прошлым и будущим! Многие нынешние физики воспринимают отрицание стрелы времени как постулат: до тех пор и покуда речь идет о фундаментальном уровне описания, ее не существует.

Тем не менее во всех явлениях макроскопической физики, химии, геологии, биологии или гуманитарных наук будущее и прошлое неравноправны - в них присутствует стрела времени. Каким же образом, где она возникает, если в исходных физических законах ее нет? Откуда появляется асимметрия между прошлым и будущим? Или, может быть, воспринимаемая нами направленность времени - это не более чем иллюзия? Так мы приходим к главному парадоксу времени.

Парадокс времени не был осмыслен вплоть до второй половины XIX века. В те годы законы динамики уже давно воспринимались как выражающие идеал объективного знания. А поскольку из этих законов следовала эквивалентность прошлого и будущего, любые попытки ввести стрелу времени в фундамент физики наталкивались на упорное сопротивление - их рассматривали как покушение на этот идеал и предпочитали возлагать ответственность за различие между прошлым и будущим на наблюдателя, привносящего в описание явлений разные приближения, неточности.

Однако сейчас разделять эту точку зрения уже невозможно. В последние десятилетия родилась новая наука - физика неравновесных процессов, связанная с понятиями самоорганизации и диссипативных структур. Если прежде стрела времени проникала в физику через такие простые процессы, как диффузия и вязкость, которые еще можно понять, исходя из обратимой во времени динамики, то ныне ситуация иная. Теперь мы знаем, что необратимость приводит к множеству новых явлений - образованию вихрей, колебательным химическим реакциям или лазерному излучению. Во всем этом необратимость играет конструктивную, организующую роль. Невозможно представить жизнь в мире, лишенном взаимосвязей, которые создаются принципиально необратимыми процессами. Следовательно, утверждать, будто стрела времени - "всего лишь феноменология" и обусловлена способом нашего описания природы, с научной точки зрения абсурдно.

Парадокс времени ставит перед нами проблему содержания и роли законов природы. Отождествление науки с поиском этих законов, по-видимому, есть характерная черта западного мышления. Прототипом универсального закона природы может служить один из законов Ньютона, который кратко формулируют так: ускорение пропорционально силе. Этот закон имеет две важные особенности. Он детерминистичен: коль скоро начальные условия известны, мы можем предсказывать движение. И он обратим во времени: между предсказанием будущего и восстановлением прошлого нет никакого различия; иными словами, движения от текущего к будущему состоянию и обратно - от текущего к начальному - равноправны.

Закон Ньютона лежит в основе классической механики - науки о движении материи, о траектории. С начала XX века границы физики значительно расширились, теперь у нас есть квантовая механика и теория относительности, но основные отличительные особенности закона Ньютона - детерминизм и обратимость во времени - сохранились.

Понятие "закон природы" заслуживает более подробного анализа. Мы настолько привыкли к нему, что оно воспринимается как трюизм, как нечто само собой разумеющееся. Однако в других картинах мира привычная нам концепция закона природы отсутствует. По Аристотелю, живые существа не подчиняются никаким законам; деятельность этих существ обусловлена автономными внутренними причинами, каждое из них стремится к достижению своей собственной истины. А в Китае господствовали взгляды об изначальной гармонии космоса, некоем статическом равновесии, связывающем воедино природу, общество и небеса. Идея о том, что в мире могут действовать законы, вызрела в недрах европейской цивилизации. Значительное влияние на формирование представлений о законах природы оказала Библия с ее Всеведущим и Всемогущим божеством.

Однако на протяжении всей истории западной мысли неоднократно поднимался один и тот же вопрос: что есть возникновение нового в мире, управляемом детерминистическими законами?

Впервые этим вопросом задались задолго до рождения современной науки. Платон связывал разум и истину с "миром идей" - высшим бытием, не подверженным изменениям, текучести реального мира с его постоянным "становлением". Становление - неиссякаемый поток воспринимаемых нами явлений - философ относил к сфере чистого мнения. Однако Платон сознавал ущербность такой позиции, поскольку она принижала и жизнь, и мысль. В "Софисте" он приходит к заключению, что необходимы и бытие, и становление.

С той же трудностью столкнулись и атомисты. Чтобы допустить возникновение нового, Лукрецию пришлось ввести "клинамен" - некий фактор, возмущающий свободное падение атомов в пустоте.

Обращение к клинамену часто подвергалось критике за введение в атомистическое описание чужеродного элемента. Но и через два тысячелетия мы встречаем аналогичную попытку в работе Эйнштейна, посвященной спонтанному испусканию света возбужденным атомом. Параллелизм особенно неожиданный, если мы вспомним, что Лукреций и Эйнштейн разделены, по-видимому, величайшей революцией в наших отношениях с природой - рождением новой науки.

И клинамен, и спонтанное испускание света относятся к событиям, иными словами, к реализациям определенных возможностей, заданных своими вероятностями. События и вероятности фигурируют в теориях эволюции, будь то дарвинизм или история человечества (мы увидим, что события также связаны с термодинамической стрелой времени в области сильно неравновесных процессов). Можно ли пойти дальше, чем Лукреций и Эйнштейн, "добавившие" события к детерминистическим законам? Можно ли "видоизменить" само понятие физического закона так, чтобы включить в наше описание природы необратимость? Принятие такой программы повлекло за собой основательный пересмотр законов природы, который стал возможен благодаря замечательным успехам, связанным с идеями неустойчивости и хаоса.

Начнем с рассмотрения классической динамики. Представляется, что все системы, описываемые законами Ньютона, в чем-то одинаковы. Конечно, каждому известно, что рассчитать траекторию системы трех тел, например Солнца, Земли и Юпитера, труднее, чем траекторию падающего камня, но эти трудности считали непринципиальными, связанными только с большим объемом вычислений. Однако в последние десятилетия выяснилось, что подобное мнение неверно - не все динамические системы одинаковы. Оказалось, что такие системы подразделяются на устойчивые и неустойчивые. Так, маятник устойчив: слабые возмущения мало сказываются на его движении; но для большинства динамических систем малые начальные отклонения постепенно возрастают. Крайний случай неустойчивых систем - так называемые хаотические системы, для которых описание в терминах траекторий становится недостаточным, поскольку первоначально сколь угодно близкие траектории со временем экспоненциально расходятся.

Итак, хаос появляется в макроскопических необратимых процессах, где он, так сказать, "негативен" - делает невозможными определенные предсказания вследствие быстрого расхождения соседних траекторий. Этот эффект равнозначен чувствительности решения уравнения к начальным условиям, через которую обычно определяют хаос. Однако важный новый момент состоит в том, что хаос обретает теперь и "позитивные" аспекты. Так как отдельные траектории становятся чрезмерной идеализацией, Пригожин вынужден обратиться к вероятностному описанию в терминах ансамбля возможных траекторий. Такое описание само по себе не ново: оно служило отправным пунктом развитого Гиббсом и Эйнштейном подхода к статистической физике.

Здесь нужно подчеркнуть одно очень существенное обстоятельство: из вероятностного описания, вводимого для хаотических систем, вытекает необратимость, потому что оно применимо уже не к отдельной траектории, а к пучку, расходящемуся "вееру" возможностей. Это утверждение есть результат строгого анализа методами современной математики. Значит, в таком вероятностном представлении прошлое и будущее начинают играть различные роли. Иначе говоря, хаос вводит стрелу времени в фундаментальное динамическое описание.

Хаос позволяет разрешить парадокс времени, но он делает и нечто большее - привносит вероятность в классическую динамику, то есть в область детерминистической науки. В данном контексте вероятность выступает уже не как следствие нашего незнания, а как неизбежное выражение хаоса. В свою очередь это позволяет по-новому определить хаос. Мы сказали, что хаос приводит к необратимому вероятностному описанию, теперь же мы перевернем это утверждение: все системы, допускающие необратимое вероятностное описание, будем считать хаотическими. Таким образом, системы, о которых идет речь, допускают описание не в терминах отдельных траекторий (или отдельных волновых функций в квантовой механике), а только в понятиях пучков (или ансамблей) траекторий.

Сфера проявлений хаоса чрезвычайно расширилась и включила в себя фактически все системы, описываемые современными теориями взаимодействующих полей. Столь широкое обобщение понятий хаоса требует новой - третьей - формулировки законов физики: первая была основана на исследовании индивидуальных траекторий или волновых функций; вторая - на теории ансамблей Гиббса и Эйнштейна (с динамической точки зрения вторая формулировка не вносит новизны, поскольку, будучи примененной к отдельным траекториям или волновым функциям, сводится к первой). Теперь мы приходим к третьей формулировке, имеющей совершенно иной статус: она применима только к ансамблям и справедлива только для динамических систем. Она приводит к выводам, которые не могут быть получены ни на основе ньютоновской, ни ортодоксальной квантовой механики. Именно это новое представление, вводящее необратимость в фундамент описания природы, позволяет объединить свойства микро и макромира.

Мотивацией концепции И.Р. Пригожина служил парадокс времени, но он существует не сам по себе. С ним тесно связаны два других парадокса, которые, как мы увидим, имеют самое непосредственное отношение к отрицанию стрелы времени: квантовый парадокс и космологический парадокс.

В квантовом мире движение описывают волновыми функциями. Главное отличие волновой механики от ньютоновской состоит в том, что классические траектории, получаемые из уравнения движения, непосредственно соответствуют наблюдаемым, тогда как квантово-механические волновые функции, будучи решениями уравнения Шредингера (играющего, в принципе, ту же роль, что уравнение Ньютона), задают только амплитуду вероятности, с которыми реализуются различные возможные траектории. И чтобы получить сами вероятности каждого исхода, нужно произвести дополнительную операцию - редукцию (коллапс) волнового пакета. Эта операция связана с процедурой измерения, она лежит вне основного уравнения теории.

Отсюда вытекает двойственность квантовой механики - наличие двух разнородных элементов (волновой функции и ее редукции) приводит к концептуальным трудностям, споры вокруг которых продолжаются вот уже шестьдесят лет - с момента возникновения этой теории. Хотя ее с полным основанием называли наиболее успешной из всех существующих физических теорий, пока так и не удалось выяснить физический смысл редукции волновой функции. Многие ученые полагают, что ответственность за нее несет наблюдатель и производимые им измерения.

Между парадоксом времени и квантовым парадоксом есть тесная аналогия. Оба они отводят нам довольно странную роль: получается, что человек ответствен как за стрелу времени, так и за переход от квантовой потенциальной возможности к уже свершившемуся, то есть за все особенности, связанные с переходом от становления к событиям в нашем физическом рассмотрении.

Поскольку квантовые хаотические системы описывают не в терминах волновых функций, а сразу в терминах вероятностей, отпадает необходимость в коллапсе волновой функции. Временная эволюция хаотических систем преобразует описание через волновые функции в описание ансамбля траекторий. Посредником, связывающим нас с природными явлениями, выступает уже не акт наблюдения, а квантовый хаос.

Идеи, охватывающие общим подходом хаос, стрелу времени и квантовый парадокс, приводят нас к более "целостному" пониманию природы, которое включает в себя и становление, и события (на всех уровнях описания). Традиционные законы природы соответствовали замкнутой детерминированной Вселенной, прошлое и будущее которой, по сути, неразличимы. Это рассматривалось как триумф человеческого разума, преодолевающего ограниченность видимой изменчивости природы. Но такой взгляд был чужд другим наукам, которые предполагали стрелу времени. Теперь мы понимаем, что детерминированные, симметричные во времени законы справедливы только для устойчивых классических и квантовых систем, то есть для весьма ограниченного их класса. Место этих законов заняли ныне вероятностные представления, которые соответствуют открытой Вселенной, где в каждый последующий момент времени возникает новое, где в игру вступают неизвестные прежде факторы.

Упомянут и третий парадокс - космологический. Современная космология приписывает нашей Вселенной некий возраст: она родилась с Большим Взрывом около 15 миллиардов лет назад. Ясно, что это Событие. Но событие не входящее в привычную систему законов природы: траектории там нигде не начинаются и ни на чем не заканчиваются. Именно поэтому гипотеза Большого Взрыва с ее проблемой сингулярности (исходного состояния) породила в физике глубочайший кризис. В поисках выхода из него Стивен Хокинг и другие ученые предположили, что космологическое время есть иллюзия. Если чисто математически ввести в теорию мнимое время, то различие между пространственными координатами и временем, которое осталось в общей теории относительности, полностью стирается. Сингулярность тоже исчезает, поскольку тогда и пространство, и время уже не имеют границ, а значит, время не имеет начала - оно становится чистой "акциденцией", то есть не сущностным, а побочным свойством мира. Так формально решается проблема Большого Взрыва, а заодно снимается всякое различие между бытием и становлением. По выражению Хокинга, Вселенная "просто есть, и все!".

С точки зрения И.Р. Пригожина, события - результат неустойчивости, хаоса. Это утверждение остается в силе на всех уровнях, включая космологический. В детерминистических рамках все предопределено с момента Большого Взрыва. В рамках этой концепции законы природы относятся к потенциальным возможностям.

**1. Современная космология и космогония**

С глубокой древности и до начала нынешнего столетия космос считали неизменным. Звездный мир олицетворял собой абсолютный покой, вечность и беспредельную протяженность. Открытие в 1929 году взрывообразного разбегания галактик, то есть быстрого расширения видимой части Вселенной, показало, что Вселенная нестационарна. Экстраполируя процесс расширения в прошлое, сделали вывод, что 15-20 миллиардов лет назад Вселенная была заключена в бесконечно малый объем пространства при бесконечно большой плотности и температуре вещества-излучения (это исходное состояние называют "сингулярностью"), а вся нынешняя Вселенная конечна - обладает ограниченным объемом и временем существования.

Отсчет времени жизни такой эволюционирующей Вселенной ведут от момента, при котором, как полагают, внезапно нарушилось состояние сингулярности и произошел "Большой Взрыв". По мнению большинства исследователей, современная теория "Большого Взрыва" (ТБВ) в целом довольно успешно описывает эволюцию Вселенной, начиная примерно с 10-44 секунды после начала расширения. Единственной брешью в прекрасном сооружении ТБВ они считают проблему Начала - физического описания сингулярности. Однако и тут преобладает оптимизм: ожидают, что с созданием "Теории Всего Сущего", объединяющей все фундаментальные физические силы в единое универсальное взаимодействие, эта проблема будет автоматически решена. Тем самым построение модели мироздания в наиболее общих и существенных чертах благополучно завершится.

Этот энтузиазм весьма напоминает настроения, царившие в физике на рубеже XIX-XX столетий, когда казалось, что строительство здания точных наук в основном приближается к концу и оставшиеся непроясненными несколько "темных пятен" (в частности, проблема излучения "черного тела", из которой родилась квантовая механика) общей картины не портят. По-видимому надежды, разделяемые нынешними сторонниками ТБВ, столь же иллюзорны.

15-20 миллиарда лет - так определяет сейчас наука возраст Вселенной. Когда человек не знал этой цифры, он не мог задаваться вопросом, которым он задается сегодня: что было до этой даты? До этой даты, утверждает современная космогония, вся масса Вселенной была сжата, была втиснута в некую точку, исходную каплю космоса.

Когда Вселенная пребывала в исходном точечном состоянии, рядом, вне ее не существовало материи, не было пространства, не могло быть времени. Поэтому невозможно сказать, сколько продолжалось это - мгновение или бессчетные миллиарды лет. Невозможно сказать не только потому, что нам это неизвестно, а потому что не было ни лет, ни мгновений - времени не было. Его не существовало вне точки, в которую была сжата вся масса Вселенной, потому что вне ее не было ни материи, ни пространства. Времени не было, однако, и в самой точке, где оно должно было практически остановиться.

Не обязательно, чтобы исходная точка - то "космическое яйцо", из которого родилась Вселенная, была заполнена сверхплотной материей, мыслима такая космологическая схема, в которой Вселенная не только логически, но и физически возникает из ничто, причем при строгом соблюдении всех законов сохранения. Ничто (вакуум) выступает в качестве основной субстанции, первоосновы бытия.

В свете новых космогонических представлений само понимание вакуума было пересмотрено наукой. Вакуум есть особое состояние вечно движущейся, развивающейся материи. На исходных стадиях Вселенной интенсивное гравитационное поле может порождать частицы из вакуума.

И снова необъяснимую аналогию этим представлениям современного знания находим мы у древних. О переходе вещества в иное состояние, даже об "исчезновении материи" в момент гибели Вселенной упоминал философ и богослов Ориген (II-III в.н.э.). Когда Вселенная возникает опять, "материя, - писал он, - вновь получает бытие, образуя тела ... ".

Нам неизвестно, почему, в силу каких причин это исходное, точечное состояние было нарушено и произошло то, что обозначается сегодня словами "Большой Взрыв". Согласно сценарию исследователей, вся наблюдаемая сейчас Вселенная размером в 10 миллиардов световых лет возникла в результате расширения, которое продолжалось всего 10-30 с. Разлетаясь, расширяясь во все стороны, материя отодвигала безбытие, творя пространство и начав отсчет времени. Так видит становление Вселенной современная космогония.

Если концепция о "Большом Взрыве" верна, то он должен был бы оставить в космосе своего рода "след", "эхо". Такой "след" был обнаружен. Пространство Вселенной оказалось пронизано радиоволнами миллиметрового диапазона, разбегающимися равномерно по всем направлениям. Это "реликтовое излучение Вселенной" и есть приходящий из прошлого след сверхплотного, сверхраскаленного ее состояния, когда не было еще ни звезд, ни туманностей, а материя представляла собой дозвездную, догалактическую плазму.

Теоретически концепция "расширяющейся Вселенной" была выдвинута известным ученым А.А.Фридманом в 1922-1924 годах. Десятилетия спустя она получила практическое подтверждение в работах американского астронома Э.Хаббла, изучавшего движение галактик. Хаббл обнаружил, что галактики стремительно разбегаются, следуя некоему импульсу, заданному в момент "Большого Взрыва". Если разбегание это не прекратится, будет продолжаться неограниченно, то расстояние между космическими объектами будет возрастать, стремясь к бесконечности. По расчетам Фридмана, именно так должна была бы проходить дальнейшая эволюция Вселенной. Однако при одном условии - если средняя плотность массы Вселенной окажется меньше некоторой критической величины (эта величина составляет примерно три атома на кубический метр). Какое-то время назад данные, полученные американскими астрономами со спутника, исследовавшего рентгеновское излучение далеких галактик, позволили рассчитать среднюю плотность массы Вселенной. Она оказалась очень близка к той критической массе, при которой расширение Вселенной не может быть бесконечно.

Обратиться к изучению Вселенной посредством исследования рентгеновских излучений пришлось потому, что значительная часть ее вещества не воспринимается оптически. По крайней мере 50% массы нашей Галактики мы "не видим", писал журнал английских ученых "New Scientist". Об этом не воспринимаемом нами веществе свидетельствуют, в частности, гравитационные силы, которые определяют движение нашей и других галактик, движение звездных систем. Вещество это может существовать в виде "черных дыр", масса которых составляет сотни миллионов масс нашего Солнца, в виде нейтрино или других каких-то неизвестных нам форм. Не воспринимаемые, как и "черные дыры", короны галактик могут быть, считают некоторые, в 5-10 раз больше массы самих галактик.

Предположение, что масса Вселенной значительно больше, чем принято считать, нашло новое весьма веское подтверждение в работах физиков. Ими были получены первые данные о том, что один из трех видов нейтрино обладает массой покоя. Если остальные нейтрино имеют те же характеристики, то масса нейтрино во Вселенной в 100 раз больше, чем масса обычного вещества, находящегося в звездах и галактиках.

Это открытие позволяет с большей уверенностью говорить, что расширение Вселенной будет продолжаться лишь до некоторого момента, после которого процесс обратится вспять - галактики начнут сближаться, стягиваясь снова в некую точку. Вслед за материей будет сжиматься в точку пространство. Произойдет то, что астрономы обозначают сегодня словами "Схлопывание Вселенной".

Заметим ли мы или, скажем, обитатели других миров, существующих в космосе, сжатие Вселенной, начало страшного ее возврата в первоначальный, первозданный хаос? Нет и никогда. Слишком несоизмеримы периоды жизни разумных существ и даже их цивилизаций с эпохами жизни Вселенной. Мы не можем заметить поворота времени, который должен будет произойти, когда Вселенная, достигнув максимума своего разбега, начнет сжиматься.

Поворот течения времени, в масштабах Вселенной, аналогичен подобному же событию, происходящему на сжимающейся, "коллапсирующей" звезде. Условные часы, находящиеся на поверхности такой звезды, сначала должны будут замедлить свой ход, затем, когда сжатие достигнет критического гравитационного "горизонта событий", они остановятся. Когда же звезда "провалится" из нашего пространства-времени, условные стрелки на условных часах двинутся в противоположную сторону - время пойдет обратно. Но всего этого сам гипотетический наблюдатель, находящийся на такой звезде, не заметит. Замедление, остановку и изменение направления времени мог бы воспринять только некто наблюдающий происходящее как бы со стороны, находящийся вне "схлопывающейся" системы. Если наша Вселенная единственная и нет ничего вне ее - ни материи, ни времени, ни пространства, - то не может быть и некоего взгляда со стороны, который мог бы заметить, когда время изменит ход и потечет вспять.

Некоторые ученые считают, что событие это в нашей Вселенной уже произошло, галактики падают друг на друга, и Вселенная вступила в эпоху своей гибели. Существуют математические расчеты и соображения, подтверждающие эту мысль. Сторонники этой точки зрения вспоминают в этой связи одно из "темных мест" Платона. В диалоге "Политик" Платон говорит о времени, которое некогда внезапно "потекло вспять", о странных космических явлениях, сопровождавших это событие. Многие века это сообщение не поддавалось расшифровке, пока в современной космогонии не появились данные, позволяющие попытаться понять его с позиций сегодняшнего знания.

Что произойдет после того, как Вселенная вернется в некую исходную точку? После этого начнется новый цикл, произойдет очередной "Большой Взрыв", праматерия ринется во все стороны, раздвигая и творя пространство, снова возникнут галактики, звездные скопления, жизнь. Такова, в частности, космологическая модель американского астронома Дж.Уиллера, модель попеременно расширяющейся и "схлопывающейся" Вселенной.

Известный математик и логик Курт Гёдель математически обосновал то положение, что при определенных условиях наша Вселенная действительно должна возвращаться к своей исходной точке с тем, чтобы потом опять совершить тот же цикл, завершая его новым возвращением к исходному своему состоянию. Этим расчетам соответствует и модель английского астронома П.Дэвиса, модель "пульсирующей Вселенной". Но что важно - Вселенная Дэвиса включает в себя замкнутые линии времени, иначе говоря, время в ней движется по кругу. Число возникновений и гибели, которые переживает Вселенная, бесконечно.

И снова - свидетельства прошлого. За тысячи лет до того, как современное логически выдержанное, рациональное знание пришло к этой картине мира, подобное представление устойчиво присутствовало в сознании древнего человека. Вселенная, писал шумерский философ и жрец Бероуз (III в.н.э.), периодически уничтожается и потом воссоздается снова. Из древнего Шумера эта концепция пришла в эллинский мир, Рим, Византию.

А как представляет себе гибель Вселенной современная космогония? Известный американский физик С.Вайнберг описывает это так. После начала сжатия в течение тысяч и миллионов лет не произойдет ничего, что могло бы вызвать тревогу наших отдаленных потомков. Однако, когда Вселенная сожмется до 1/100 теперешнего размера, ночное небо будет источать на Землю столько же тепла, сколько сегодня дневное. Затем через 70 миллионов лет Вселенная сократится еще в десять раз и тогда "наши наследники и преемники (если они будут) увидят небо невыносимо ярким". Еще через 700 лет космическая температура достигнет десяти миллионов градусов, звезды и планеты начнут превращаться в "космический суп" из излучения, электронов и ядер.

После сжатия в точку, после того, что мы именуем гибелью Вселенной (но что, может, вовсе и не есть ее гибель), начинается новый цикл. Вспомним об упомянутом уже реликтовом излучении, эхе "Большого Взрыва", породившего нашу Вселенную. Излучение это, оказывается, приходит не только из прошлого, но и "из будущего"! Это отблеск "мирового пожара", исходящего от следующего цикла, в котором рождается новая Вселенная. Температура реликтового излучения, наблюдаемого сегодня, на 3? выше абсолютного нуля. Это и есть температура "электромагнитной зари", знаменующей рождение новой Вселенной.

Реликтовое излучение - только ли оно пронизывает наш мир, приходя как бы с двух сторон - из прошлого и грядущего? Только ли это? Материя, составляющая мир, Вселенную и нас, возможно, несет в себе некую информацию. Исследователи с долей условности, но говорят уже о "внутреннем опыте", своего рода "памяти" молекул, атомов, элементарных частиц. Атомы углерода, побывавшего в живых существах "биогенные".

Коль скоро в момент схождения Вселенной в точку материя не исчезает, то не исчезает, неуничтожима и информация, которую она несет. Наш мир заполнен ею, как он заполнен, материей, составляющей его.

Вселенная, что придет на смену нашей, будет ли она её повторением?

Вполне возможно, отвечают некоторые космологи.

Вовсе не обязательно, возражают другие. Нет никаких физических обоснований, считает, например, доктор Р.Дик из Принстонского университета, чтобы всякий раз в момент образования Вселенной физические закономерности были те же, что и в момент начала нашего цикла. Если же эти закономерности будут отличаться даже самым незначительным образом, то звезды не смогут впоследствии создать тяжелые элементы, включая углерод, из которого построена жизнь. Цикл за циклом Вселенная может возникать и уничтожаться, не зародив ни искорки жизни. Такова одна из точек зрения. Ее можно было бы назвать точкой зрения "прерывистости бытия". Оно прерывисто, даже если в новой Вселенной и возникает жизнь: никакие нити не связывают ее с прошлым циклом.

По другой точке зрения, наоборот, "Вселенная помнит всю свою предысторию, сколь бы далеко (даже бесконечно далеко) в прошлое она ни уходила".

**2. Кризис современной космологии**

Представляется, что в понятии космологической сингулярности скрыты, по меньшей мере, три проблемы, решение которых потребует изменения научной картины мира в целом (Г.В.Гивишвили).

Во-первых, при обсуждении свойств сингулярности упор делают, главным образом, на то, что материя была в сверхплотном и сверхгорячем состоянии. При этом часто упускают из виду полное отсутствие пространства-времени, что фактически равнозначно принципиальному отрицанию всего сущего, абсолютному (безотносительно чего бы то ни было) ничто. Но ведь все физические теории объединяет одно, не знающее исключений правило: они предназначены для описания различного рода взаимодействий между частицами и излучением в сопутствующем им пространстве-времени. ТБВ обязывает нас рассматривать возникновение материи-пространства-времени из абсолютного ничто, причем этот процесс единичен, уникален, а значит, никакое его описание не может считаться строго доказательным: теория в принципе непроверяема, поскольку результат ее предсказания невоспроизводим.

Во-вторых, густым туманом окутано происхождение космологической сингулярности. Кажется очевидным, что, коль скоро современное состояние Вселенной преходяще, то и прошлое ее должно быть преходящим, то есть, если фазе расширения предшествовало состояние сингулярности, то оно, в свою очередь, предварялось фазой образования этой сингулярности.

В-третьих, ТБВ не дает ответа на вопрос о причине Большого Взрыва. Она описывает события, происходящие в процессе уже расширяющейся Вселенной, но проблема нарушения сингулярности ("первотолчка") повисает в воздухе, она попросту не рассматривается. Трудность здесь в том, что ни одно из известных фундаментальных взаимодействий не в состоянии преодолеть силы гравитационного сжатия, возникающие при бесконечно большой плотности вещества-излучения.

Важно, что в теории сингулярность возникает не из-за неадекватности математических уравнений или некорректности задания граничных условий. Она представляет собой неотъемлемое свойство любой физической модели конечной нестационарной Вселенной. А между тем, вопреки выводам теории, мы существуем.

Как увязать очевидность бытия Вселенной с отрицанием возможности этого бытия, следующим из теории? По-видимому, нельзя переносить представления о видимой части Вселенной на всю Вселенную. Иначе говоря, нужно признать, что наша конечная, нестационарная вселенная (тогда уже маленькой буквы) представляет собой лишь один из элементов Большой бесконечной Вселенной (с заглавной буквы).

Еще в начале века С.Шарлье предложил модель иерархической Большой Вселенной, в которой малые вселенные распределены как изюминки в пудинге. Трудности современной космологии дают основание вернуться к ней, разумеется, с позиций нового знания. Суть в том, чтобы рассматривать нестационарные отдельные малые вселенные как преходящие элементы вечной и неизменной Большой Вселенной. Но при бесконечно большом объеме Вселенной движение ее как единой системы невозможно. Поэтому бесконечность ее бытия достигается через несвязанные между собой движения локальных масс в составляющих ее вселенных, и вся наша видимая вселенная - лишь одна из них.

Нестационарность вселенных обрекает их на "смертность". Понятие "жизнь" по отношению к ним означает динамическое развитие по определенной программе как целого, а "смерть" - их распад. (Отношения между Большой и малыми вселенными в известном смысле подобны взаимоотношениям сообществ организмов и отдельных особей: бессмертие первых реализуется через смертность вторых.)

Модель Большого Взрыва в первом приближении достаточна для описания эволюции "типичной" вселенной в фазе ее расширения. Но для изучения процессов на масштабах, намного превышающих размеры и время жизни одной такой вселенной, видимо, нужна новая теория. Она должна была бы учитывать тот факт, что отдельная вселенная проявляется как локальная флуктуация кривизны пространства, "евклидовой лишь в среднем".

**3. Время и пространство**

В начале XX века выяснилось, что на время "можно влиять"! Очень быстрое движение, например, замедляет бег времени. Затем выяснилось, что поток времени зависит и от поля тяготения. Обнаружилась также тесная связь времени со свойствами пространства. Так возникла и бурно развивается сейчас наука, которую можно назвать физикой времени и пространства.

Современный этап развития физики характеризуется новым мощным прорывом в нашем понимании строения материи. Если в первые десятилетия XX века было понятно устройство атома и выяснены основные особенности взаимодействия атомных частиц, то теперь физика изучает кварки - субъядерные частицы и проникает глубже в микромир. Все эти исследования теснейшим образом связаны с пониманием природы времени.

Важное значение для науки и будущей технологии имеют такие свойства времени, как его замедление вблизи нейтронных звезд, остановка в черных дырах и "выплескивание" в белых, возможность "превращения" времени в пространство и наоборот.

Каждый знает, что пространство Вселенной трехмерно. Это значит, что у него есть длина, ширина и высота. То же и у всех тел. Или еще: положение точки может быть задано тремя числами - координатами. Если в пространстве проводить прямые линии или плоскости или чертить сложные кривые, то их свойства будут описываться законами геометрии. Эти законы были известны давным-давно, суммированы еще в III веке до нашей эры Евклидом. Именно евклидова геометрия изучается в школе как стройный ряд аксиом и теорем, описывающих все свойства фигур, линий, поверхностей.

Если мы захотим изучать не только местонахождение, но и процессы, происходящие в трехмерном пространстве, то должны включить еще время. Событие, совершающееся в какой-либо точке, характеризуется положением точки, то есть заданием трех ее координат и еще четвертым числом - моментом времени, когда это событие произошло. Момент времени для события есть его четвертая координата. Вот в этом смысле и говорят, что наш мир четырехмерен.

Эти факты, конечно, известны давно. Но почему же раньше, до создания теории относительности, такая формулировка о четырехмерии не рассматривалась как серьезная и несущая новые знания? Все дело в том, что уж очень разными выглядели свойства пространства и времени. Когда мы говорим только о пространстве, то представляем себе застывшую картину, на которой тела или геометрические фигуры как бы зафиксированы в определенный момент. Время же неудержимо бежит (и всегда от прошлого к будущему), и тела для этого представления могут "менять места".

В отличие от пространства, в котором три измерения, время одномерно. И хотя еще древние сравнивали время с прямой линией, это казалось всего лишь наглядным образом, не имеющим глубокого смысла. Картина резко изменилась после открытия теории относительности.

В 1908 году немецкий математик Г.Минковский, развивая идеи этой теории, заявил: "Отныне пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность". Что имел в виду Г.Минковский, высказываясь столь решительно и категорично?

Он хотел подчеркнуть два обстоятельства. Первое - это относительность промежутков времени и пространственных длин, их зависимость от выбора системы отсчета. Второе, оно и является главным в его высказывании, это то, что пространство и время тесно связаны между собой. Они, по существу, проявляются как разные стороны некоторой единой сущности - четырехмерного пространства-времени. Вот этого тесного единения, неразрывности и не знала доэйнштейновская физика. В чем оно проявляется?

Прежде всего, пространственные расстояния можно определять, измеряя время, необходимое свету или вообще любым электромагнитным волнам для прохождения измеряемого расстояния. Это известный метод радиолокации. Очень важно при этом, что скорость любых электромагнитных волн совсем не зависит ни от движения их источника, ни от движения тела, отражавшего эти волны, и всегда равна c (c - скорость света в вакууме, приблизительно равная 300000 км/сек). Поэтому расстояние получается просто умножением постоянной скорости c на время прохождения электромагнитного сигнала. До теории Эйнштейна не знали, что скорость света постоянна, и думали, что так просто поступать при измерении расстояний нельзя.

Конечно, можно поступить и наоборот, то есть измерять время световым сигналом, пробегающим известное расстояние. Если, например, заставить световой сигнал бегать, отражаясь между двумя зеркалами, разнесенными на три метра друг от друга, то каждый пробег будет длиться одну стомиллионную долю секунды. Сколько раз пробежал этот своеобразный световой маятник меду зеркалами, столько стомиллионных долей секунды прошло.

Важное проявление единства пространства и времени состоит в том, что с ростом скорости тела течение времени на нем замедляется в точном соответствии с уменьшением его продольных (по направлению движения) размеров. Благодаря такому точному соответствию из двух величии - расстояния в пространстве между какими-либо двумя событиями и промежутка времени, их разделяющего, простым расчетом можно получить величину, которая постоянна для всех наблюдателей, как бы они не двигались, и никак не зависит от скорости любых "лабораторий". Эта величина играет роль расстояния в четырехмерном пространстве-времени. Пространство-время и есть то "объединение" пространства и времени, о котором говорил Г.Минковский.

Вообразить такое формальное присоединение времени к пространству, пожалуй, нетрудно. Гораздо сложнее наглядно представить себе четырехмерный мир. Удивляться трудности не приходится. Когда мы в школе рисуем плоские геометрические фигуры на листе бумаги, то обычно не испытываем никаких затруднений в изображении этих фигур; они двумерны (имеют только длину и ширину).

Гораздо труднее воображать трехмерные фигуры в пространстве - пирамиды, конусы, секущие их плоскости и т.д. Что касается воображения четырехмерных фигур, то иногда это очень трудно даже для специалистов, всю жизнь работающих с теорией относительности.

Так, известный английский физик-теоретик, крупнейший специалист в теории относительности Стивен Хокинг говорит: "Невозможно вообразить четырехмерное пространство. Я сам с трудом представляю фигуры в трехмерном пространстве!". Поэтому человеку, испытывающему трудность с представлением четырехмерия, огорчаться не надо. Но специалисты с успехом используют понятие пространства-времени. Так в пространстве-времени можно линией изображать движение какого-либо тела. Если по горизонтальной оси (оси абсцисс) изобразить расстояние в пространстве по одному направлению, а по вертикальной (оси ординат) - отложить время. Для каждого момента времени отмечаем положение тела. Если оно покоится в нашей "лаборатории", то есть его расположение не меняется, то это на нашем графике изобразится вертикальной линией. Если тело движется с постоянной скоростью - мы получим наклонную прямую. При произвольных движениях получается кривая линия. Такая линия получила название мировой линии. В общем случае надо вообразить, что тело может двигаться не только по одному направлению, но и по другим двум в пространстве тоже. Его мировая линия будет изображать эволюцию тела в четырехмерном пространстве-времени.

Осуществлена попытка показать, что пространство и время выступают как бы совершенно равноправно. Их значения просто отложены по разным осям. Но все же между пространством и временем есть существенная разница: в пространстве можно находится неподвижным, во времени - нельзя. Мировая линия покоящегося тела изображается вертикально. Тело как бы увлекается потоком времени вверх, даже если оно не движется в пространстве. И так обстоит дело со всеми телами; их мировые линии не могут остановиться, оборваться в какой-то момент времени, ведь время не останавливается. Пока тело существует, непрерывно продолжается и его мировая линия.

Как мы видим, ничего мистического в представлениях физиков о четырехмерном пространстве-времени нет. А.Эйнштейн как-то заметил: "Мистический трепет охватывает нематематика, когда он слышит о "четырехмерном", - чувство, подобное чувству, внушаемому театральным приведением. И тем не менее нет ничего банальнее фразы, что мир, обитаемый нами, есть четырехмерная пространственно-временная непрерывность".

Конечно, к новому понятию надо привыкнуть. Однако независимо от способности к наглядным представлениям физики-теоретики используют понятие о четырехмерном мире как рабочий инструмент для своих расчетов, оперируя мировыми линиями тел, вычисляя их длину, точки пересечения и так далее. Они развивают в этом четырехмерном мире четырехмерную геометрию, подобную геометрии Евклида. В честь Г.Минковского четырехмерный мир называют пространством-временем Минковского.

После создания в 1905 году теории относительности А.Эйнштейн в течение десяти лет упорно работал над проблемой - как соединить свою теорию с ньютоновским законом всемирного тяготения.

Закон тяготения в том виде, как его сформулировал И.Ньютон, несовместим с теорией относительности. В самом деле, согласно утверждению Ньютона сила, с которой одно тело притягивает другое, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Поэтому, если притягивающее тело сдвинется, расстояние между телами изменится и это мгновенно скажется на силе притяжения, влияющей на притягиваемое тело. Таким образом, по Ньютону, тяготение мгновенно передастся сквозь пространство. Но теория относительности утверждает, что этого быть не может. Скорость передачи любой силы, любого влияния не может превышать скорость света, и тяготение не может передаваться мгновенно!

В 1915 году Эйнштейн завершил создание новой теории, объединяющей теории относительности и тяготения. Он назвал ее общей теорией относительности. После этого ту теорию, которую Эйнштейн создал в 1905 году и которая не рассматривала тяготение, стали называть специальной теорией относительности.

Теория тяготения Эйнштейна утверждает, что тяготеющие тела искривляют вокруг себя четырехмерное пространство-время. Трудно наглядно вообразить себе простое пространство-время, а тем более сложно это сделать, когда оно еще и искривленное. Но для математика или физика-теоретика и нет нужды в наглядных представлениях. Для них искривление означает изменение геометрических свойств фигур или тел. Так, если на плоскости отношение длины окружности к ее диаметру равно 2?, то на искривленной поверхности или в "кривом" пространстве это не так. Геометрические соотношения там отличаются от соотношений в геометрии Евклида. И специалисту достаточно знать законы "кривой" геометрии, чтобы оперировать в таком необычном пространстве.

Тот факт, что четырехмерное пространство может быть искривленным, теоретически было открыто в начале прошлого века русским математиком Н.Лобачевским и в то же время венгерским математиком Я.Больяй. В середине прошлого века немецкий геометр Б.Риман стал рассматривать "искривленные" пространства не только с тремя измерениями, но и четырехмерные и вообще с любым числом измерений. С той поры геометрию искривленного пространства стали называть неевклидовой. Первооткрыватели неевклидовой геометрии не знали, в каких конкретно условиях может проявиться их геометрия, хотя отдельные догадки об этом высказывали. Созданный ими и их последователями математический аппарат был использован при формулировке общей теории относительности.

Итак, согласно основной идее А.Эйнштейна тяготеющие массы искривляют вокруг себя пространство-время. Пространство воздействует на материю, "указывая" ей, как двигаться. Материя, в свою очередь, оказывает обратное действие на пространство, "указывая" ему, как искривляться.

В этом объяснении все необычно - и неподдающееся наглядному представлению искривленное четырехмерное пространство-время, и необычность объяснения силы тяготения геометрическими причинами. Физика здесь впервые напрямую связывается с геометрией. Знакомясь с успехами физики, чем ближе мы подходим к нашей эпохе, тем необычнее становятся ее открытия, а понятия все менее поддаются наглядным представлениям. И ничего не поделаешь! Природа сложна, и раз уж мы проникаем все глубже в ее тайны, то приходится мириться с тем, что это требует все больших усилий, в том числе и от нашего воображения. Наверное, слово "мириться" не очень здесь годится, скорее надо подчеркнуть, что становится все интереснее, хотя и труднее.

После создания своей теории Эйнштейн указал на эффект, касающийся времени. Теория Эйнштейна предсказывает: в сильном поле тяготения время течет медленнее, чем вне его. Это означает, например, что любые часы у поверхности Солнца идут медленнее, чем на поверхности Земли, ибо тяготение Солнца больше, чем тяготение Земли. По аналогичной причине часы на некоторой высоте над поверхностью Земли идут чуть быстрее, чем на самой поверхности.

В 1968 году американский физик И.Шапиро измерил замедление времени у поверхности Солнца очень оригинальным методом. Он проводил радиолокацию Меркурия, когда тот, двигаясь вокруг Солнца, находился от него с противоположной стороны по отношению к Земле. Радиолокационный луч проходил вблизи поверхности Солнца, и из-за замедления времени ему требовалось чуть больше на прохождение туда и обратно, чем на покрытие такого же расстояния, когда Меркурий находился вдали от Солнца. Эта задержка (около десятитысячной доли секунды) действительно была зафиксирована и измерена.

Итак, не может быть никакого сомнения в замедлении течения времени в гравитационном поле. В большинстве исследованных случаев изменение ничтожно мало, но астрономы и физики знают ситуации, когда разница в беге времени колоссальна.

**4. "Дыры" в пространстве и времени**

Черные дыры - это порождение гигантских сил тяготения. Они возникают, когда в ходе сильного сжатия большей массы материи возрастающее гравитационное поле ее становится настолько сильным, что не выпускает даже свет, из черной дыры не может вообще ничто выходить. В нее можно только упасть под действием огромных сил тяготения, но выхода оттуда нет.

С какой силой притягивает центральная масса какое-либо тело, находящееся на ее поверхности? Если радиус массы велик, то ответ совпадал с классическим законом Ньютона. Но когда принималось, что та же масса сжата до все меньшего и меньшего радиуса, постепенно проявлялись отклонения от закона Ньютона - сила притяжения получалась пусть незначительно, но несколько большей. При совершенно фантастических же сжатиях отклонения были заметнее. Но самое интересное, что для каждой массы существует свой определенный радиус, при сжатии до которого сила тяготения стремилась к бесконечности! Такой радиус в теории был назван гравитационным радиусом. Гравитационный радиус тем больше, чем больше масса тела. Но даже для астрономических масс он очень мал: для массы Земли это всего один сантиметр.

В 1939 году американские физики Р.Оппенгеймер и Х.Снайдер дали точное математическое описание того, что будет происходить с массой, сжимающейся под действием собственного тяготения до все меньших размеров. Если сферическая масса, уменьшаясь, сожмется до размеров, равных или меньших, чем гравитационный радиус, то потом никакое внутреннее давление вещества, никакие внешние силы не смогут остановить дальнейшее сжатие. Действительно, ведь если бы при размерах, равных гравитационному радиусу, сжатие остановилось бы, то силы тяготения на поверхности массы были бы бесконечно велики и ничто с ними не могло бы бороться, они тут же заставят массу сжиматься дальше. Но при стремительном сжатии - падении вещества к центру - силы тяготения не чувствуются.

Всем известно, что при свободном падении наступает состояние невесомости и любое тело, не встречая опоры, теряет вес. То же происходит и со сжимающейся массой: на ее поверхности сила тяготения - вес - не ощущается. После достижения размеров гравитационного радиуса остановить сжатие массы нельзя. Она неудержимо стремится к центру. Такой процесс физики называют гравитационным коллапсом, а результатом является возникновение черной дыры. Именно внутри сферы с радиусом, равным гравитационному, тяготение столь велико, что не выпускает даже свет. Эту область Дж.Уиллер назвал в 1968 году черной дырой.

Название оказалось крайне удачным и было моментально подхвачено всеми специалистами. Границу черной дыры называют горизонтом событий. Название это понятно, ибо из-под этой границы не выходят к внешнему наблюдателю никакие сигналы, которые могли бы сообщить сведения о происходящих внутри событиях. О том, что происходит внутри черной дыры, внешний наблюдатель никогда ничего не узнает.

Итак, вблизи черной дыры необычно велики силы тяготения, но это еще не все. В сильном поле тяготения меняются геометрические свойства пространства и замедляется течение времени.

Около горизонта событий кривизна пространства становится очень сильной. Чтобы представить себе характер этого искривления, поступим следующим образом. Заменим в наших рассуждениях трехмерное пространство двумерной плоскостью (третье измерение уберем) - нам будет легче изобразить ее искривление. Пустое пространство изображается плоскостью. Если мы теперь поместим в это пространство тяготеющий шар, то вокруг него пространство слегка искривится - прогнется. Представим себе, что шар сжимается и его поле тяготения увеличивается. Перпендикулярно пространству отложена координата времени, как его измеряет наблюдатель на поверхности шара. С ростом тяготения увеличивается искривление пространства. Наконец, возникает черная дыра, когда поверхность шара сожмется до размеров, меньше горизонта событий, и "прогиб" пространства сделает стенки в прогибе вертикальными. Ясно, что вблизи черной дыры на столь искривленной поверхности геометрия будет совсем не похожа на евклидову геометрию на плоскости. С точки зрения геометрии пространства черная дыра действительно напоминает дыру в пространстве.

Обратимся теперь к темпу течения времени. Чем ближе к горизонту событий, тем медленнее течет время с точки зрения внешнего наблюдателя. На границе черной дыры его бег и вовсе замирает. Такую ситуацию можно сравнить с течением воды у берега реки, где ток воды замирает. Это образное сравнение принадлежит немецкому профессору Д.Либшеру.

Но совсем иная картина представляется наблюдателю, который в космическом корабле отправляется в черную дыру. Огромное поле тяготения на ее границе разгоняет падающий корабль до скорости, равной скорости света. И тем не менее далекому наблюдателю кажется, что падение корабля затормаживается и полностью замирает на границе черной дыры. Ведь здесь, с его точки зрения, замирает само время.

С приближением скорости падения к скорости света время на корабле также замедляет свой бег, как и на любом быстро летящем теле. И вот это замедление побуждает замирание падения корабля. Растягивающаяся до бесконечности картина приближения корабля к границе черной дыры из-за все большего и большего растягивания секунд на падающем корабле измеряется конечным числом этих все удлиняющихся (с точки зрения внешнего наблюдателя) секунд. По часам падающего наблюдателя или по его пульсу до пересечения границы черной дыры протекло вполне конечное число секунд. Бесконечно долгое падение корабля по часам далекого наблюдателя уместилось в очень короткое время падающего наблюдателя. Бесконечное для одного стало конечным для другого.

Вот уж поистине фантастическое изменение представлений о течении времени. То, что мы говорили о наблюдателе на космическом корабле, относится и к воображаемому наблюдателю на поверхности сжимающего шара, когда обрадуется черная дыра.

Наблюдатель, упавший в черную дыру, никогда не сможет оттуда выбраться, как бы ни были мощны двигатели его корабля. Он не сможет послать оттуда и никаких сигналов, никаких сообщений. Ведь даже свет - самый быстрый вестник в природе - оттуда не выходит. Для внешнего наблюдателя само падение корабля растягивается по его часам до бесконечности. Значит, то, что будет происходить с падающим наблюдателем и его кораблем внутри черной дыры, протекает уже вне времени внешнего наблюдателя (после его бесконечности по времени). В этом смысле черные дыры представляют собой "дыры во времени Вселенной".

Конечно, сразу оговоримся, что это вовсе не означает, что внутри черной дыры время не течет. Там время течет, но это другое время, текущее иначе, чем время внешнего наблюдателя.

Что же произойдет с наблюдателем, если он отважится отправиться в черную дыру на космическом корабле?

Силы тяготения будут увлекать его в область, где эти силы все сильнее и сильнее. Если в начале падения в корабле наблюдатель находился в невесомости и ничего неприятного не испытывал, то в ходе падения ситуация изменится. Чтобы понять, что произойдет, вспомним про приливные силы тяготения. Их действие связано с тем, что точки тела, находящиеся ближе к центру тяготения, притягиваются сильнее чем расположенные дальше. В результате притягиваемое тело растягивается.

В начале падения наблюдателя в черную дыру приливное растяжение может быть ничтожным. Но оно неизбежно нарастает в ходе падения. Как показывает теория, любое падающее в черную дыру тело попадает в область, где приливные силы становятся бесконечными. Это так называемая сингулярность внутри черной дыры. Здесь любое тело или частица будут разорваны приливными силами и перестанут существовать. Пройти сквозь сингулярность и не разрушиться не может ничто.

Но если такой исход совершенно неизбежен для любых тел внутри черной дыры, то это означает, что в сингулярности перестает существовать и время. Свойства времени зависят от протекающих процессов. Теория утверждает, что в сингулярности свойства времени изменяются настолько сильно, что его непрерывный поток обрывается, оно распадается на кванты. Здесь надо еще раз вспомнить, что теория относительности показала необходимость рассматривать время и пространство совместно, как единое многообразие. Поэтому правильнее говорить о распаде в сингулярности на кванты единого пространства-времени.

Современная наука раскрыла связь времени с физическими процессами, позвонило "прощупать" первые звенья цепи времени в прошлом и проследить за ее свойствами в далеком будущем.