

ГЛАВА II

Валентина П. Казарян
Философский факультет
Московского государственного
университета им. М.В. Ломоносова;
кафедра «Время и культура»
Web-Института исследований
природы времени
<http://www.chronos.msu.ru>;
vp.kazaryan@mtu-net.ru

Темпоральность и естественные науки*

В статье прослежено изменение конструкций времени в ходе развития естественных наук, преимущественно физики. Показана специфика использования времени в эмпирических и теоретических исследованиях. В эмпирических исследованиях ученый оперирует временем как текущим. Теоретические конструкции времени, являющиеся органическим элементом языкового каркаса теории и изменяющиеся вместе с его изменением, представляют время посредством отношения порядка моментов, безразличных к процессу становления. Для современной науки характерно стремление отойти от классических ньютоновских представлений и решать научные проблемы посредством создания иных конструкций времени.

Ключевые слова: *время, темпоральность, наука, философия, физика, эмпирическое, теоретическое, биология, естествознание.*

1. Загадка времени

Тайна времени увлекала человеческий разум не одно тысячелетие. До сих пор не преодолены многие тупики, в которые заводила эта проблема. А когда удавалось освободиться от одних, настигали другие. Время принадлежит не только внешнему миру, но и внутреннему миру человека, составляя элемент непреложности в его судьбе. Человек

не только познает время, но и переживает его, отчасти управляя им. Время вплетено во все сферы бытия – потому определенное истолкование времени входит в различные области духовной культуры: грамматику естественного языка, мифологию, философию, теологию, искусство и литературу, науку, обыденное повседневное сознание и проч. Последние столетия бурно развивающаяся наука пролила некоторый свет на природу времени, изучив специфические для соответствующей области науки проявления временного. В итоге же оптимистические ожидания переросли в осознание того, что ускользает опять целостное проникновение в сущность времени.

Время – одно из самых знакомых человеку свойств нашего мира. И вместе с тем оно имеет репутацию самого загадочного. Загадочность времени связана, прежде всего, с его течением, знакомым каждому человеку в личном опыте. Под течением времени понимают его логическое свойство, заключающееся в том, что настоящий момент, который мы называем «теперь, сейчас», как бы постоянно движется в направлении будущего, увеличивая объем прошлого, оставляемого за собой. Время представляет собой *единство (целостность) прошлого, настоящего, будущего* и характеризуется, прежде всего, *длинием, течением, открытостью*. *Время длится* – это означает, что существует настоящее. Смысл понятий прошлое, настоящее, будущее содержит два компонента. Один выражает жесткое не изменяющееся ядро понятия и является чисто временным, т. е. касается существования. Второй относится к событиям, наполняющим прошлое, настоящее, будущее, т. е. к происходящим процессам. Если происходит изменение конкретного наполнения настоящего, то говорят: *время течет*. Понятие темпоральности как раз выражает идею имманентной присущности времени случающемуся, происходящему (что обычно называют невыразительным словом «становление»). Существующее существует только в единстве с временем. Время течет в будущее, события уходят в прошлое. В отличие от уже осуществившегося прошлого и от наполненного событиями настоящего, будущее не наполнено ими и открыто для созидания. Это свойство времени называется *открытостью* времени.

Физика Нового времени постаралась освободиться от загадочности времени, исключив длительность из своей

* Работа поддержана грантом РФФИ (№ 08-06-00073а).

конструкции времени. Ни одна из физических теорий классического периода развития науки не обращается к понятию течения времени. Дальнейшее развитие теоретической физики сопровождается элиминацией становления из поведения теоретического объекта. Время реконструируется как отношение порядка между точками математического множества, интерпретируемыми как моменты времени или как события в соответствии с характером построенной теории. Вся цепочка временных отношений вытянута аналогично пространственной рядоположенности точек. Мир теоретических событий оставлен во времени: в нем нет уже осуществившихся прошедших событий, нет мимолетных настоящих, нет еще ненаступивших будущих событий. Это застывший мир теоретических событий. «Река времени превращена в стоячий пруд». Какое событие происходит в прошлом, а какое в будущем – устанавливается на основе дополнительных познавательных процедур, которые, в конечном счете, опираются на предварительную осведомленность ученого о том, что время течет от прошлого к будущему. Это знание он черпает непосредственно или опосредованно из философских представлений.

Те свойства времени и пространства, которые сформулированы в классической механике, стали рассматриваться как свойства времени вообще. Это следующие свойства: упорядоченность, одномерность, непрерывность, однородность, изотропность, бесконечность, безграничность, абсолютность (т. е. независимость времени и пространства друг от друга; независимость их от свойств объектов, движущихся во времени и пространстве). Кроме того, считалось, что время течет в будущее. Это свойство является внешним для физической теории, и оно принималось, видимо, как дань культурной традиции. Во всяком случае, однонаправленность течения времени не проблематизировалась. Ведь в христианской культуре уже сформировалась эта идея, и она была поддержана верой в прогресс, столь характерной долгое время для европейской культуры.

Известна полемика по вопросу о природе пространства и времени между сторонниками Ньютона и Лейбницем (Ньютон, 1936; Лейбниц, 1982). В XVII–XIX веках наибольшее влияние имела концепция Ньютона. Это было обусловлено как наукоцентризмом, свойственным культуре,

так и эссенциалистской трактовкой науки. С дальнейшим развитием науки ситуация, надо заметить, существенно усложнилась.

В физике появились высокоабстрактные модели времени, которые еще дальше отстоят от конкретного бытия как природы, так и человека. В них время по-прежнему репрезентируется множеством моментов, на которые наложена определенная система отношений между ними и все моменты времени имеют одинаковый статус существования, т. е. их нельзя характеризовать понятиями «настоящее, прошлое, будущее», а время – течением. В результате расширилась брешь между физико-математическими моделями времени и временем природного и человеческого существования. Эту брешь частично заполняют образы времени в литературе и искусстве, а также модели времени в психологии, истории, которые не могут обойтись без снижения уровня абстрактности в исследовании прошлого, настоящего, будущего.

2. Стремление преодолеть физикалистское истолкование времени

Выдающийся мыслитель академик В.И. Вернадский, оказавший большое влияние на развитие естествознания и философии, высказал идею, что природа есть целостность вещества, времени и пространства, которые нельзя оторвать друг от друга, и что время есть прежде всего дление. Классическая же физика представила время как абсолютное, оторванное от природных явлений, поэтому, как сказал Вернадский, она не изучала время. Время тогда исчезло как предмет научного изучения, ибо оно было поставлено вне явлений, понималось как абсолютное (Вернадский, 1932). В науке XX века впервые объектом научного исследования становится время, которое долго находилось вне интересов науки. В.И. Вернадский подчеркивал, что в XX веке становится ясным, что время есть чрезвычайно сложное проявление реальности, и содержание этого понятия чрезвычайно различно, и что наступил момент изучения времени, так же как изучается материя и энергия, заполняющая пространство (Вернадский, 1939).

В.И. Вернадский трактует время как часть реального мира, органически в нее включенную. Исторически измен-

чивый, эволюционирующий целостный мир мыслится лишь в единстве с текущим временем: это мир, в котором есть настоящее, перед ним открыто будущее, он имеет свою историю, свое прошлое. Время нельзя оторвать от живого; время – это и есть жизнь, бренность живого – это и есть течение времени, это и есть время. Чтобы выразить чувство единства биологических и геологических процессов с их эволюцией, с их исторически изменчивым характером, со сменой вчера-сегодня-завтра, с текущим временем, он использует понятия биологического и геологического времени. Вернадский подчеркивал, что время натуралиста не является геометрическим временем Минковского и не является временем механики и теоретической физики, временем Галилея или Ньютона. Текучесть времени в единстве с природными процессами не находит своего выражения в физическом времени (Вернадский, 1939).

Для натуралиста оказывается важным как раз то свойство времени, которое было несущественным для физика – свойство течения: «Бренность жизни нами переживается как время, отличное от обычного времени физика» (Вернадский, 1932, с. 534) и «Великая загадка вчера-сегодня-завтра, непрерывно в нас проникающая, пока мы живем, распространяется на всю природу. Пространство-время не есть стационарное абстрактное построение или явление. В нем есть вчера-сегодня-завтра. Оно все как целое этим вчера-сегодня-завтра всеобъемлюще проникнуто» (Вернадский, 1975, с. 45). Он неоднократно высказывал мысль о том, что в области живого время может быть иным, чем в физических процессах; «вступая в область жизни, мы опять подходим к более глубокому, чем в других процессах природы, проникновению в реальность, к новому пониманию времени» (Вернадский, 1975, с. 44).

В естествознании эта тенденция часто находит свое выражение во введении понятия специфического времени: биологического времени, геологического времени, психологического времени и т. п. – в соответствии с областью исследования. Широко используется в естествознании понятие «часов», характеризующих циклический характер протекающих процессов и позволяющих изучать их временные закономерности.

Так, Г. Бакман, директор института анатомии Лундского университета в Швейцарии, разрабатывал общую

теорию роста живых организмов и развивал идею, что организмы обладают своим собственным временем, которое в книге «Рост и органическое время» он назвал их «органическим временем» и был убежден, что знание этого дает возможность предсказывать события течения жизни. Собственное время биологических явлений выступает при этом как логарифмическая функция физического времени. Он выделял ряд циклов роста многоклеточных организмов. При этом каждому циклу свойственен свой характерный темп органического времени.

Биологическое время часто понимается как время, которое занимает та или иная биологическая система (клетка, организм, популяция, экосистема, биосфера). Оно не противостоит физическому, но организует его и тем самым наделяет биологическое время специфическими свойствами (Михайловский, 1996).

Концепция биологического времени была поддержана и развита С.В. Мейеном. С его точки зрения, выражение «время течет» становится осмысленным в случае указания изменяющегося объекта. Он предложил понятие таксономического времени как некоторого общего показателя для таксона организмов.

Со временем стало ясно, что любому процессу можно сопоставить свое специфическое время. При этом, как правило, одновременно используется и общий эталон времени, которым по традиции являются эталонные часы, хранящиеся в Палате мер и весов, а процедура измерения осуществляется на базе физической теории измерения времени. Это сделано и в географии, и в геологии. Так, в геологии говорят и о реальном геологическом времени, под которым понимают специфические временные отношения геологических процессов, и о времени, совпадающим с физическим временем. На эмпирическом уровне исследования используются физические представления о времени. А в тех теориях, которые построены с активным использованием развитого математического формализма (типа современной генетики), понятие специфического времени исчезает. Оно становится аналогичным физическому теоретическому времени.

Идея В.И. Вернадского о том, что время становится предметом изучения в науке, воплощается в жизнь в современных исследованиях. Так, наряду с вышеназванными

направлениями развивается исследовательская программа А.П. Левича на базе математической теории систем и теории категорий (Левич, 1996; см. также статью в настоящем издании). Время интерпретируется как метаболическое время естественных систем. Предложена аксиоматика изменчивости, вводится постулат генерирующего потока (или генерирующего истечения). Гипотеза генерирующего истечения позволяет конструировать время, пространство, частицы, взаимодействия.

Для нашего времени характерно также развитие исследований сложных систем, которое осуществляется с использованием процедур построения математических моделей, исследования их на базе ЭВМ, интерпретации на изучаемой предметной области. В этих исследованиях большую роль играют такие свойства времени, которые не включались ранее в сферу точных наук. Так, эти исследования опираются на категорию будущего, к которому безразличны физические модели времени. В процессе построения математической модели категория времени приобретает новый (по сравнению с прежним естествознанием) прагматический аспект, поскольку эта познавательная процедура предполагает наличие определенной цели познания и практического применения построенной модели. Эти области исследования, по-видимому, приведут к построению принципиально новых для точных наук моделей времени.

С развертыванием исследований по изучению сложных систем произошли определенные изменения в понимании цели и задач научного исследования, а в связи с этим дается более богатое, чем в теоретической физике, истолкование времени. Если прежде считалось, что основная задача ученого заключается в том, чтобы объяснить явление, то теперь его исследование должно быть эффективно с практической точки зрения – помогать решить проблему. Исследователь должен уметь проектировать и конструировать объект с заранее заданными свойствами, управлять реальным процессом при наличии определенных реальных ресурсов. Среди этих ресурсов одним из фундаментальных является время. Эти исследования погружены в реальное социальное время общества: временной параметр, используемый в них, соответствует ходу социально декретируемого времени. С социальной стороны – это ход времени, регла-

ментирующего жизнедеятельность общества, времени, которое неразрывно связано с его функционированием и развитием. Оно выступает одной из важнейших основ в исследованиях такого рода. Время, значимое для общества, входит непосредственно в ткань научного исследования, воплощаясь в цель исследования, в формулирование конкретной научной задачи, в способ решения задачи.

При этом в процессе проектирования сложных систем реализуется такое истолкование времени, которое было чуждо теоретической физике. Время понимается не как некоторая рядоположенность прошлого и будущего в статике, а как время, нацеленное на будущее. Причем будущее выступает не в значении чего-то чуждого человеку, неотвратимо надвигающемся (как это имело место для прежних физических исследований). Будущее, по крайней мере ближайшее будущее, как модус времени, предстает как то, что можно творить, создавать, используя план действий, полученных на основе научных исследований, как что-то подвластное человеку, не безразличное его интересам. Цели по практическому преобразованию действительности, сформулированные как задача научного исследования, вошли в современную науку, изменив тем самым представления об идеале научного познания, а также связанные с ним временные представления. Ведь, как правило, естественнонаучные теории сформулированы безотносительно к тому «человеческому» времени, в котором живет общество. Кажется, что время теории и время общества, его реальной истории, не имеют никаких точек соприкосновения. Теория предстает как нечто выключенное из брэнной жизнедеятельности людей. Сотворенная людьми, она вместе с тем напоминает нечто божественное, отчужденное от людей и безразличное к их мирским интересам.

3. Эмпирический уровень исследования

Анализируя развитие представления о пространстве и времени в физике и естествознании вообще, необходимо учесть тот факт, что они включают в себя не только теории, но и эмпирический уровень исследования. Это особенно важно для понимания времени, поскольку оно, в отличие от пространства, на эмпирическом уровне проявляет специ-

фические, новые, по сравнению с теориями, свойства даже в классической физике (Казарян, 1980). В процессе эмпирического исследования ученый опирается на определенное понимание времени, которое сложилось в процессе осознания действительности и самого себя как имеющих временную структуру (на уровне философской рефлексии или же в рамках обыденного сознания, имеющего, в свою очередь, определенные мировоззренческие предпосылки). Эмпирический уровень научных исследований, связь с которым во многом обеспечивает интерпретацию соответствующих теоретических величин как времени, предполагает учет целого ряда реальных условий, в которых живет и действует человек.

Конечно, в эмпирическом исследовании в силу его органической связи с соответствующими теоретическими построениями экспериментатор имеет дело и с такими представлениями, которые навеваются теорией. Но вместе с тем, поскольку здесь еще не применяются жесткие идеализации, характерные для теоретического познания, используются и такие представления о времени, которые не конструируются теоретическими средствами. Экспериментатору приходится иметь дело с реальным миром, практически взаимодействовать с ним (в отличие от теоретика, который оперирует только теоретическими объектами).

Рассмотрим простой пример. Пусть экспериментатор изучает движение шара. Шар может двигаться из точки *A* в точку *B* в соответствии с законами классической механики, включающей в себя номологическую обратимость времени (номологическая, от греч. *nomos* – закон, основанная на законе). Если между точками *A* и *B* поставить препятствие в точке *C* до того, как шар пройдет точку *C*, то шар не будет двигаться в точку *B*. Если же препятствие поставить в точку *C* после того, как шар пройдет точку *C*, то он будет продолжать двигаться к точке *B*. Реальное оперирование материальными предметами демонстрирует направленность временного порядка в будущее. В этом случае преодолевается номологическая обратимость времени, столь характерная для фундаментальных законов физики. Кроме того, приведенный пример иллюстрирует и другой факт, а именно: экспериментатор знает не только о направленности временного порядка, но и о потоке времени.

Эта экспериментальная ситуация показывает, что в исследовании используются временные представления в такой форме, которая не зафиксирована в теории. Она соответствует процедурам экспериментального исследования природы. Отсутствие направленности временного порядка и потока времени в фундаментальных законах физики не означает, что в реальном экспериментальном исследовании можно их не учитывать.

С созданием квантовой физики и теории относительности приходит понимание того, что научная деятельность является макроскопической деятельностью *человека*. Это было выявлено и подчеркнуто в результате анализа роли прибора и системы отсчета в научном познании. В квантовой физике соотношение неопределенностей накладывает дополнительные ограничения на процедуру измерения времени, с которыми классическая физика не сталкивается. Эксперимент в области квантовой физики имеет свои особенности, поскольку экспериментировать с микрообъектом приходится в условиях макромира. Специфика физики микромира по сравнению с физикой макромира находит выражение в особенностях взаимоотношения экспериментальной и теоретической деятельности в квантовой физике. Они выражены в принципе дополненности Бора и принципе неопределенности Гейзенберга.

Принцип дополненности говорит о том, что, поскольку возможны две различные экспериментальные ситуации, в одной из которых микрообъект проявляет свои волновые свойства (ведет себя как волна), а в другой он проявляет свои корпускулярные свойства (ведет себя как частица), то свойства волны и свойства частицы, проявляющиеся во взаимоисключающих друг друга экспериментальных ситуациях, дополняют друг друга при описании микрообъектов.

Принцип неопределенности Гейзенберга говорит о том, что нельзя в эксперименте одновременно точно измерить импульс частицы и ее пространственные координаты, и нельзя одновременно точно измерить энергию и временную координату. Это свидетельствует о наличии трудностей в применении классических понятий времени и пространства в квантовой области.

Общая теория относительности тоже столкнулась с трудностями в соотношении теоретических результатов с резуль-

татами измерения пространства и времени. Эти трудности заключались в том, что в теории была построена такая концепция пространства-времени, в которой они являются неоднородными. Измеряются же они на основе концепции однородных пространства и времени. И нужно было формулировать какие-то дополнительные правила перехода от теоретического знания к эмпирическому.

Теория измерения физических величин, в том числе и пространства, и времени, хорошо развита в физике, поскольку исследователь не может обойтись без наблюдаемых в эксперименте, измеряемых характеристик. Принцип наблюдаемости является одним из регулятивов в развитии физики, хотя она и вводит иногда теоретические объекты, которые ненаблюдаемы. С этим принципом во многом было связано возникновение интереса к отношению одновременности: когда задумались над тем, как ее измерять, оказалось, что это не очевидно. И отказались от привычного, казалось, интуитивно ясного понятия абсолютной одновременности. Одновременность стала относительна к системе отсчета: события, одновременные в одной системе отсчета, не являются таковыми в другой системе отсчета, движущейся относительно первой (с некоторой скоростью равномерно и прямолинейно).

В физике макромира теория измерения времени и пространства находится в согласии с ее теоретическими принципами и понятиями, поскольку теория измерения разработана для процедуры, осуществляемой в условиях макромира, и ее абстракции являются во многом абстракциями от твердых тел и их движения. Так что в отличие от общей теории относительности и квантовой физики в этой области нет трудностей в согласовании языка теории и языка экспериментальной деятельности.

В квантовой физике принцип неопределенности выступает как свидетельство или симптом недостаточности классической конструкции пространства и времени для описания квантовых явлений. Обсуждаются стратегии: по-прежнему строить физику как физику пространства и времени или же отойти от этой традиции.

В классической физике ученый имеет дело с наблюдаемыми явлениями. Он строит концепции теоретические, но теоретическим понятиям может сопоставить явления чело-

веческого мира (макромира). Так, конструкция пространства вполне понимаема на основе опыта нашей непосредственной жизни: в нашем эмпирическом пространстве есть верх-низ, лево-право, спереди-сзади (т. е. пространство трехмерно); оно не прерывается для нас ни в одном из измерений (т. е. непрерывно); когда мы идем, мы не встречаем его края или границы, за которой бы его не было (т. е. оно безгранично). Теоретическая конструкция времени соответствует времени, показываемому часами, по которым привык жить человек технической цивилизации.

Микромир не является тем миром, в котором мы можем измерять процессы с помощью часов, а объекты с помощью линейек, он не является миром человеческого опыта. Вместе с тем экспериментальная деятельность и в этом случае осуществляется людьми с помощью приборов и установок макроскопического характера. Для этого понадобятся классические конструкции времени и пространства. Но это будет только одна понятийная структура в квантовой физике. Назовем ее эмпирической. Будет и вторая понятийная структура – собственно квантовомеханическая. При этом собственно квантовомеханическое пространство и время будут конструироваться чисто теоретическими средствами с использованием абстрактных математических пространств.

4. Конструкции времени в теоретической физике

Понятие времени, наряду с пространством, является одним из базовых понятий физики. В Новое время с его ориентацией на научную рациональность господствующей формой истолкования времени и пространства была Ньютонова концепция. Вплоть до начала XX века свойства пространства и времени, которыми наделяла его классическая физика, считались их неотъемлемыми свойствами, а часто также и единственными, исчерпывающими.

Физическая теория всегда строится в форме единства физических идей и математических структур, физический смысл которым задают эти идеи. В этих рамках конструируется и время. Поэтому при смене теорий должно, вообще говоря, происходить и изменение конструкций пространства и времени. В реальной истории развития физики вре-

менные конструкции оказываются по некоторым своим свойствам достаточно консервативными.

Рассмотрим последовательно основные теории с точки зрения предлагаемых в них конструкций пространства и времени. Физические теории в XIX веке: ньютоновская механика, электродинамика Максвелла, равновесная термодинамика. Физические теории в XX веке: специальная теория относительности, квантовая теория, общая теория относительности, квантовая теория поля, неравновесная термодинамика. При этом не забудем и эмпирические исследования, поскольку физика включает в себя не только теоретическую, но и экспериментальную деятельность. Особняком стоит космология. Сейчас она представляет собой комплекс высокотехнологичных наблюдений и теоретических построений, синтезирующих новейшие разработки в области квантовой физики и идей общей теории относительности.

4.1. Классическая, т. е. неквантовая, физика

4.1.1. *Классическая динамика.* Время моделируется посредством моментов, последовательно сменяющих друг друга и никогда не приходящих вновь. Это позволяет сопоставить его с множеством точек линии без самопересечений. В результате получаем представление времени в виде одномерного линейного континуума, который описывается множеством действительных чисел.

Если мы представляем множество моментов времени множеством действительных чисел, то это накладывает на время те свойства, которые порождаются структурами, имманентными этому множеству. Так, структура порядка на множестве действительных чисел порождает *последовательность* моментов времени (один момент после другого); аддитивная группа – задает *метрику* (продолжительность интервалов между различными моментами времени); мультикативная группа – обеспечивает произвольный выбор единицы измерения времени (эталонной продолжительности). Топология действительной прямой обеспечивает *непрерывность* времени.

Надо сказать, что в течение, по крайней мере, столетия обсуждается вопрос: являются ли достаточными (а также

необходимыми) для описания времени свойства, представляемые множеством действительных чисел, или же нет. Окончательного ответа на этот вопрос нет и сегодня.

Так, с развитием квантовой физики, в которой принцип дискретности энергии является центральным, возникают сомнения в универсальности такой конструкции пространства и времени, где они непрерывны. Встает также вопрос и о возможности введения других *размерностей* для пространства и времени, отличных от трех и одного соответственно.

Представление времени с помощью числовой прямой, когда совокупность моментов-точек актуально дается вся сразу, уподобляет его пространству. Говорят, что физика, нуждаясь в математически ясном определении времени, *опространствует* его. И так, в классической механике время одномерно, непрерывно, упорядочено, безгранично, бесконечно. При этом все свойства времени носят абсолютный характер, т. е. ничем другим, кроме самих себя, не обусловлены. Как перечисленные свойства, так и отношение одновременности, отношение порядка «позже, чем», продолжительность интервала между двумя моментами не зависят ни от выбранной системы отсчета, ни от скорости движения тела, ни от пространства.

На фоне такого времени происходит перемещение (движение) в пространстве физической точки, обладающей массой, энергией и импульсом (или физического тела, построенного по определенным правилам из физических точек). Пространство вводится аналогично времени и отличается от него лишь размерностью. Оно непрерывно, трехмерно, упорядочено, безгранично, бесконечно, абсолютно. Это и есть мир теоретических объектов классической механики, который позволил описать громадный круг физических явлений.

При этом один из фундаментальных законов классической физики – второй закон Ньютона (который описывает взаимосвязь силы, действующей на тело, с массой этого тела и ускорением, которое тело приобретает под действием этой силы) является инвариантным относительно знака времени (симметричен во времени). Это означает, что, если мы изменим знак моментов на обратный (был порядок: 1, 2, 3, ... Обратный порядок будет -1, -2, -3), это не изменит физическое явление. Это говорит о том, что *временной поря-*

док не имеет выделенного направления, *не направлен*, т. е. время не обладает направлением.

4.1.2. Специальная теория относительности. Специальная теория относительности вводит некоторые новые представления о времени и пространстве для физических явлений, происходящих со скоростями, близкими к скорости света (так называемая релятивистская физика). Время и пространство теперь связаны друг с другом в четырехмерный пространственно-временной континуум. Метрические свойства времени и пространства теряют свойство абсолютности, каким они были наделены в классической нерелятивистской физике. Величина временного интервала (промежуток времени) и расстояние зависят от скорости движения относительно системы отсчета, в которой они измеряются. Чем ближе эта скорость к скорости света, тем больше величина временного интервала (на быденном языке говорят: время замедляется).

В релятивистской физике впервые обращено специальное внимание на понятие одновременности. Оно лишается свойства абсолютности, которым было наделено в нерелятивистской физике. Отношение одновременности между событиями становится *относительным к системе отсчета*. События, являющиеся одновременными в одной системе отсчета, будут неодновременными в другой системе отсчета, которая движется относительно первой с некоторой скоростью. *Отношение порядка* сохраняется для событий, находящихся внутри светового конуса. За его пределами понятие временного порядка становится неопределенным. Время по-прежнему непрерывно. Абсолютным, т. е. ничем не обусловленным, является четырехмерный пространственно-временной континуум.

4.1.3. Общая теория относительности. В общей теории относительности Эйнштейна пространство-время связано с гравитационными массами. Оно искривляется (время замедляется) вблизи гравитационных масс. Пространство-время является неоднородным, не одинаковым для различных гравитационных условий. Пространство-время существует не само по себе, а только как структурное свойство гравитационного поля. Общая теория относительности Эйнштейна является наиболее развитой теорией простран-

ства и времени на сегодняшний день в физике. Уравнения Эйнштейна, формирующие предсказательную основу ОТО, имеют множество решений, каждое из которых описывает возможную четырехмерную конфигурацию пространства, времени и гравитации.

В 1918 г. Эмми Нётер сформулировала теорему (теорема Нётер), которая устанавливает связь между свойствами симметрии физической системы и законами сохранения. Если свойства системы не изменяются при каком-либо преобразовании переменных, то этому соответствует сохранение некоторой физической величины. Так, независимости свойств системы от выбора начала отсчета времени (однородности времени) соответствует закон сохранения энергии. Однородности пространства соответствует закон сохранения импульса. Изотропности пространства соответствует закон сохранения момента количества движения. Это выражает еще раз единство физических идей и геометрии пространства-времени в физической теории.

4.2. Альтернативные исследовательские программы

В альтернативных исследовательских программах иногда предлагаются иные конструкции времени и пространства.

4.2.1. Физика Милна. Так, в физике Милна, одной из альтернатив общей теории относительности Эйнштейна, понятия пространства и времени вводятся иначе. Первичным, интуитивно более ясным, считается понятие времени.

В исследовательской программе Е.А. Милна, первостепенное значение придается времени по сравнению с пространством в том смысле, что понятие времени считается первичным, а понятие пространства – производным от него (Milne, 1948).

4.2.2. Причинная механика Козырева. Время и пространство являются столь фундаментальными в физических исследованиях, что построение альтернативных физик, развитие альтернативных исследовательских программ непременно включает в себя их пересмотр. Н.А. Козырев предложил гипотезу о субстанциальной природе времени. Опираясь на неё, он обнаружил влияние земных и косми-

ческих необратимых процессов на вес покоящихся и вращающихся тел, на некоторые свойства вещества (плотность, упругость, вязкость, электропроводность и др.). Действующий фактор необратимых процессов он связал с активными свойствами времени, с причинностью и с дополнительными к известным источниками физической энергии (Козырев, 1991).

4.2.3. Программа геометродинамики. В программе геометродинамики физические явления строятся из свойств пространства-времени (развивается Дж. Уилером и его последователями с 50-х годов XX века). Она гласит: «В мире нет ничего, кроме пустого искривленного пространства. Материя, заряд, электромагнитные и другие физические тела являются лишь проявлением искривленности пространства. Физика есть геометрия. Все физические понятия должны быть представлены с помощью пустого, различным образом искривленного пространства, без каких-либо добавлений к нему» (Уилер, 1962, с. 159). Классическая геометродинамика включает в себя построение из геометрии пространства-времени эквивалентов массы, заряда, электромагнитного поля. В этой теории частица выступает как чисто геометрическое понятие. Масса, время, длина, электромагнитные поля и т. д. являются объектами чистой геометрии. Физика оперирует только длинами и ничем другим. Эта программа была продолжена в квантовой области.

4.3. Квантовая физика

4.3.1. Непроблематизируемая квантовая физика. Квантовая физика имеет дело с явлениями, которые непосредственно ненаблюдаемы: факт, полученный в результате опыта, не соотносится непосредственно с квантовомеханическим объектом. Побывайте в Протвино на Серпуховском ускорителе или в Дубне, и вам покажут фотографии с треками элементарных частиц. Обычный смотрящий на них человек видит только ряд полосок различной длины, разбросанных по фотографии. Только специалист, который проектировал и осуществлял эксперимент, увидит в них взаимодействие элементарных частиц.

Непосредственная ненаблюдаемость объекта исследования в квантовой физике является одной из причин, почему понятия времени и пространства не занимают в теоретических исследованиях такого фундаментального места, какое они занимают в классической физике: в квантовой физике большую роль играет импульсно-энергетическое представление и локальные, калибровочные инварианты (т. е. не глобальные геометрические, не пространственно-временные). В ней сформулирован ряд законов сохранения, которым трудно сопоставить свойства симметрии пространства и времени: сохранение барионного числа, сохранение лептонных чисел. Теории сильных и слабых взаимодействий тоже являются калибровочными. Вместе с тем одной из фундаментальных теорем является СРТ-теорема для всех фундаментальных видов физических взаимодействий, которая говорит о СРТ-симметрии описывающих их законов (где S – заряд, P – пространство, T – время). Другими словами, физики склонны признавать справедливость СРТ-инвариантности (инвариантности относительно изменения знака заряда, пространства, времени).

Фундаментальный закон, описывающий движение в квантовой физике – уравнение Шредингера, которое лежит в основе волновой механики (теории движения микрочастиц), – является *симметричным во времени*. Это означает, что и здесь, как в физике Ньютона, на фундаментальном уровне время не содержит в себе различия между прошлым и будущим. Локальная направленность времени или пространства истолковываются, в конечном счете, на базе более фундаментальных обратимых, симметричных законов: время и пространство симметричны (изотропны, ненаправленны, не имеют выделенного направления).

Обратимость фундаментальных законов физики, описывающих фундаментальные уровни мира посредством уравнений, инвариантных относительно инверсии времени, вступает в противоречие с необратимостью явлений реального мира. Это противоречие было осознано как *«проблема необратимости»*, как парадокс времени во второй половине XIX века.

Различие между «до» и «после» (т. е. направленность времени, или стрела времени) на фундаментальном уровне описания для физика не существует. Вместе с тем, когда мы имеем дело с физическими явлениями в эксперименталь-

ной деятельности, на практике или с явлениями из области биологии, геологии, истории, антропологии и других, мы видим, что «до» и «после», и даже прошлое и будущее, играют различную роль, что существует направленность времени. В такой ситуации естественно встает вопрос: каким образом из фундаментальной концептуальной схемы физики, из симметричного во времени Мира, может возникнуть направленность времени.

Разделим физическое теоретическое знание на уровни: фундаментальный и локальный. Фундаментальный – это законы, которые действуют во всех соответствующих локальных областях (три закона механики, например). Локальный – это теории, которые, опираясь на фундаментальную теорию, говорят об узкой конкретной области физических явлений (например, аэродинамика, молекулярная физика...). Конструкции времени различны на этих уровнях в некоторых отношениях. Это различие касается, прежде всего, направленности времени. Все фундаментальные уравнения инвариантны относительно знака времени, т. е. время не направлено. В то же время существует много уравнений, которые необратимы во времени. Они, как правило, касаются более частных, локальных явлений. При этом происходит понижение уровня абстракций. Это уравнения процессов с трением, уравнения теплопроводности и др. В литературе сформулировано несколько так называемых стрел времени, т. е. выявлено несколько видов необратимых процессов, которые могли бы коррелировать с направленностью времени: энтропийная, волновая, космологическая стрелы и другие, например, связанные с необратимостью процесса измерения в квантовой физике.

В последнее время помимо проблемы направленности времени возникает неясность относительно упорядочения времени. Кажется, возможен положительный ответ на вопрос, не нарушается ли где-то на фундаментальном или локальном уровне отношение порядка, с которым, наряду с течением, связана прежде всего наша интуиция времени?

Если обратиться к экспериментальным результатам, то сегодня все они свидетельствуют о наличии у времени порядка. Вместе с тем теории допускают отсутствие этого свойства при определенных условиях. Так, отношение порядка не нарушается в специальной теории относитель-

ности внутри светового конуса. За его пределами порядок является неопределенным.

Конструкция времени как последовательности точечных моментов, кажется, не реализуется в определенных видах физических процессов (Хокинг, Пенроуз, 2000). Так, обратимся к началу вселенной, к Большому взрыву. В соответствии с классической физикой время началось в тот момент, когда пространство было бесконечно плотным и занимало одну точку. До этого моментов времени не было. В соответствии с квантовой физикой, свойство времени как последовательности, порядка начинается не при Большом взрыве, а несколько позднее, где-то через время Планка, через десять в минус сорок третьей степени секунд, после Большого взрыва. Сам Большой взрыв не содержит какого-либо определенного временного порядка.

Другим примером отсутствия порядка, последовательности времени может служить, видимо, то, что произойдет внутри черных дыр и при конечном повторном разрушении вселенной, при Большом сжатии. В том и другом случае в соответствии с классической физикой, как и при Большом взрыве, физический мир сожмется до бесконечной плотности, и результирующие гравитационные силы разорвут пространство-время, нарушат пространственно-временной порядок.

Третий пример. Считается, что в субмикроскопических масштабах квантовые эффекты тоже деформируют и разрывают структуру пространства-времени (Дойч, 2001, с. 288–289).

Эти вопросы, касающиеся названных трех примеров, остаются ещё открытыми, поскольку такие эффекты экспериментально еще не обнаружены. Но теории об этом уже говорят. И, в частности, одна из интерпретаций квантовой механики – квантовая механика с параллельными вселенными и квантовой концепцией времени – говорит о том, что классическая концепция времени как порядка, последовательности моментов не может быть истинной, хотя и обеспечивает хорошее приближение во многих областях вселенной.

Что касается потока времени (течения времени), то эти слова не имеют смысла в теоретической физике. Другими словами, теоретическая физика ничего не может о них сказать. Это, кстати, одна из причин ореола таинственности,

сопровождающего интерпретацию времени, и одна из загадок: наш здравый смысл говорит о том, что время течет, а теоретическая физика, фундамент нашего понимания мира, говорит или об обратном, или, в лучшем случае, молчит, ничего не говорит об этом.

Вопрос о размерности пространства-времени.

Обычно факт трехмерности пространства и одномерности времени физического мира, в котором мы живем, постулируется. Это тоже одна из загадок: почему это именно так, а не иначе? Сейчас этот вопрос ставится в такой форме: каким образом можно объяснить четырехмерность пространства-времени? При этом для ответа на вопрос нужно найти теорию из физики микромира, в которой постулируемые классические представления о пространстве и времени возникали бы как вторичные для описания макроявлений.

Сложилось два подхода к решению проблемы размерности (Владимиров, 1987):

1) Изучение особенностей четырехмерной физической теории по сравнению с предполагаемыми теориями, использующими многообразия иной размерности, отличной от четырехмерной (А. Эддингтон, П. Эренфест, А. Эйнштейн и их последователи).

2) Построение теорий, соответствующих физическим взаимодействиям: электромагнитному, слабому, сильному, гравитационному – на основе размерности больше четырех (Т. Калуца, О. Клейн и их последователи).

В развитии первого подхода ставилась задача: во-первых, выбрать закон или фактор, который может претендовать на фундаментальность в Мире в пространстве-времени четырех измерений, и, во-вторых, исследовать, зависит ли он от размерности многообразия. В итоге была получена картина уникальности нашего Мира во многих отношениях. Был получен длинный список особенностей четырехмерного Мира. Так, например, только в условиях пространства-времени четырех измерений (и меньше) устойчивы атомы. Это направление исследований развивается, и пока не найдено достаточных оснований для замены постулата о четырехмерности каким-либо другим.

Во втором подходе прежде всего начала развиваться единая пятимерная теория гравитации и электромагнитного, а

затем и других полей. Сложилось иное, чем в первом случае, направление мысли, и возникли иные вопросы, такие как: что кроется за проявлениями пятимерности физического пространства-времени, как совместить пятимерные теории с особенностями четырехмерного пространства-времени, что кроется за следующими измерениями, на каком числе измерений следует остановиться, существует ли предел числу измерений. Начали интенсивно развиваться теории с увеличивающейся размерностью. При этом, конечно, возникали и новые проблемы. С проблемой размерности оказались связанными фундаментальные проблемы физики: объединение гравитационных взаимодействий с электромагнитными, слабыми, сильными и ряд других. Для объединения четырех видов физических взаимодействий считается, что достаточно семи или восьми измерений. История многомерных теорий поля далеко не закончена.

Появление представлений о многомерных пространствах является важной вехой в развитии учения о структуре пространства и времени в физике. До сих пор не сформулировано достаточных оснований для того, чтобы обязательно мыслить физические объекты в отношениях, соответствующих четырехмерному пространству.

Вопрос о непрерывности (континуальности) пространства и времени.

Идею о квантовании пространства-времени развивал Р. Пенроуз. Он выдвинул твисторную программу, важнейшим моментом которой выступало сомнение в универсальности понятия континуума (Penrose, 1986). Он предлагал при описании квантовомеханических явлений отказаться от понятия точки пространства-времени, поскольку из-за принципа неопределенности точка должна размазываться так же, как размазываются частицы в квантовой теории. Он предлагал не просто замену континуума дискретным множеством точек, а нахождение способа отказаться от понятия точки вообще.

4.3.2. Квантовая физика, интерпретируемая с точки зрения множественности миров. Квантовая механика существует каких-то 75 лет (это как для механики Ньютона 50-е годы XVIII века). Поэтому можно понять ту ситуацию в науке, которая сложилась к концу XX и к началу нашего

века. Время поиска. Развиваются различные направления исследования, и нет окончательно признанных концепций, решивших все проблемы, которые на сегодня известны, или давших ключ к их решению. Имеется спектр исследовательских программ. Одни из них по-прежнему, т. е. как это характерно для классической физики, развивают физику пространства и времени: физика пространства и времени выступает как центр и фундамент теоретических построений. Другие исследовательские программы переносят центр тяжести с пространства-времени на иные характеристики физического Мира. Так, в интерпретации квантовой физики, с точки зрения множественности миров, физической реальностью является не пространство-время, а мультиверс. Не пространство-время, а весь мультиверс физически реален. Ничто больше не реально. Физическая реальность – это не пространство-время, а гораздо более многообразная категория, *мультиверс*. Образно говоря, мультиверс подобен огромному количеству сосуществующих пространств-времен, которые законами квантовой физики связаны таким образом, что невозможно упорядочить их обычным временным порядком. Способ соединения вселенных, о котором говорит квантовая теория, таков, что не существует возможности разграничить образы других времен (таких, как завтра, послезавтра, через сто лет...) и образы других вселенных. Другие времена являются лишь особыми представителями других вселенных. Различие, которое традиционно делали между другими временами и другими вселенными, всегда носило абсолютный характер. В свете данной интерпретации квантовой механики это различие делать не обязательно.

Такое понимание впервые появилось в ранних исследованиях по квантовой гравитации в 60-х годах XX века (Everett, 1957), а в общем виде оно было сформулировано в 1983 году Д. Пейджем и В. Вутерсом. В отличие от пространства-времени классической физики, мультиверс не состоит из взаимно определяющих слоев. Мультиверс является сложной многомерной мозаикой. Эта мозаичная вселенная не разрешает ни последовательности моментов времени, ни течения времени.

Вот итог этой квантовой концепции времени, выраженный словами Д. Дойч: «Время – это не последовательность

моментов, и оно не течет. Тем не менее наша интуиция относительно свойств времени в общем смысле истинна. Определенные события действительно являются причинами и следствиями друг друга. По отношению к наблюдателю будущее действительно открыто, прошлое неизменно, а возможности на самом деле становятся действительностью. Причина бессмысленности наших традиционных теорий времени в том, что они пытаются выразить эту истинную интуицию на основе ложной классической физики. В квантовой физике эта интуиция имеет смысл, потому что время всегда было квантовой концепцией. Мы существуем во множестве вариантов, во вселенных, называемых «моментами» (Дойч, 2001, с. 291–292).

4.4. Программы синтеза квантовой теории поля и общей теории относительности

К великим физическим теориям XX века можно отнести: специальную теорию относительности, квантовую теорию, общую теорию относительности, квантовую теорию поля. Эти теории не являются независимыми.

Так, общая теория относительности опирается на специальную теорию относительности, а квантовая теория поля учитывает квантовую механику и специальную теорию относительности. Эти теории достигли больших успехов, но вместе с тем они не свободны от трудностей. Общая теория относительности не полностью совместима с квантовой теорией, и сегодня никто еще не преуспел в формулировке квантовой теории гравитации. Ученые убеждены, что эти трудности в конце концов будут разрешены, когда квантовую теорию поля и общую теорию относительности удастся объединить в некоторую новую теорию (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 75–76). Развивается ряд программ. Среди них программа на основе теории струн, твисторная программа Р. Пенроуза, программа квантовой гравитации С. Хокинга.

4.4.1. Суперструнная теория. Суперструнная теория синтезировала все физические взаимодействия. Ее основными объектами являются суперструны и суперструнный вакуум. В ней стало возможным обобщение понятия поля до концепции суперструнного квантованного поля, зависящего от

конфигурации суперструн. Суперструнное пространство-время есть пространство всех возможных конфигураций суперструн, т. е. метрический аспект суперструнного поля.

Можно сказать, что на планковских расстояниях осуществляется суперструнная концепция пространства-времени, физически эксплицируемая на суперструнном квантованном поле и математически представимая в виде многомерного псевдоевклидова пространства-времени Минковского (Дубровский, 1991).

Достаточно последовательная квантовая теория суперструн Грина-Шварца была сформулирована непротиворечивым образом в десятимерном пространстве-времени Минковского, шесть измерений которого компактифицируются при выходе за пределы планковского объема.

4.4.2. Твисторная программа Р. Пенроуза. В этой программе пространство-время считается вторичной концепцией, а твисторное пространство полагается более фундаментальным понятием. «Эти два пространства связаны соответствием, согласно которому световые лучи в пространстве-времени являются точками в твисторном пространстве. Отсюда точка в пространстве-времени представляется множеством проходящих через нее световых лучей. Поэтому точка в пространстве-времени становится сферой Римана в твисторном пространстве. Мы будем считать, – говорит Р. Пенроуз, – твисторное пространство тем пространством, в рамках которого мы будем описывать физику» (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 126). В твисторном пространстве можно строить квантовую физику.

Можно также развить теорию твисторов, которая могла бы быть применена к искривленному пространству-времени и могла бы воспроизвести уравнения Эйнштейна. Р. Пенроуз, как и С. Хокинг, уделяет большое внимание структуре пространственно-временных сингулярностей (проблема сингулярностей является фундаментальной проблемой, трудностью общей теории относительности). Он считает, что квантовая гравитация не устранил сингулярности. «Истинная теория квантовой гравитации должна заменить наши сегодняшние представления о пространстве-времени в сингулярностях. Она должна дать ясный и четкий способ рассмотрения того, что в классической тео-

рии мы называем сингулярностями. И она не должна быть просто не сингулярным пространством-временем, а чем-то совершенно другим» (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 47).

В своей лекции «Твисторный взгляд на пространство-время» Р. Пенроуз развивает идею, что «теория, которая объясняет структуру сингулярностей, должна нарушать T-, P-, C-, и CPT-инвариантности» (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 122). Пенроуз склоняется к асимметрии времени.

4.4.3. Программа квантовой гравитации С. Хокинга. С. Хокинг развивает программу квантовой гравитации, в рамках которой сделаны два наблюдательно проверяемых предсказания, в отличие от теории струн и твисторной программы. С. Хокинг полагает возможным не отказываться от фундаментальной CPT-теоремы и при этом объяснить стрелу времени в космологии.

В отличие от Р. Пенроуза, он не считает, что «с черными дырами связана какая-то асимметрия во времени. В классической общей теории относительности черные дыры определяются как области, внутрь которых могут попадать разные предметы, но из которой ничто не может выйти обратно. Тогда можно спросить, – говорит С. Хокинг, – а почему не существуют белые дыры, из которых предметы могут выходить, но не могут упасть обратно? Мой ответ состоит в том, что, хотя черные и белые дыры являются совершенно различными в классической теории, в квантовом случае они одинаковы. Квантовая теория устраняет различие между ними: черные дыры могут излучать, а белые дыры, по-видимому, могут поглощать. Я предлагаю считать черной дырой область, если она является большой и классической и при этом мало излучает. С другой стороны, поведение маленькой черной дыры, испускающей квантовое излучение, в точности соответствует поведению белой дыры» (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 142).

С. Хокинг полагает, что появление и исчезновение черных дыр будет симметричным во времени. «В одном направлении по времени мы увидим черные дыры, которые сначала появляются, а потом исчезают. В другом направлении – получим исчезающие и появляющиеся белые дыры, которые получаются путем обращения времени из черных дыр. Эти две картины должны быть одинаковы, если белые

дыры – то же, что и черные. В этом случае нет никаких оснований привлекать нарушение СРТ-теоремы, основываясь на поведении такого ящика» (Хокинг, Пенроуз, 2000, с. 145).

Первоначально, вспоминает С. Хокинг, Р. Пенроуз и Д. Пейдж отвергли его предложение о том, что образование и испарение черных дыр является симметричным во времени процессом. Но Пейдж постепенно склонился к согласию с С. Хокингом. И теперь С. Хокинг ожидает, что Р. Пенроуз сделает то же самое.

4.5. Космология

Начало и конец времени, границы и безграничность пространства. Эти проблемы пытаются обойти в различных вариантах квантовой космологии. В этом месте связаны в узел, перепутаны физические и мировоззренческие представления настолько, что и исследователи, и их «читатели» не могут добиться ясного, спокойного, незаинтересованного взгляда на эти вопросы. Здесь – проблемное поле, современная область исследований, где происходит разведение смыслов понятий. И снова особое внимание привлекает к себе вопрос о начале и конце времени. Многие ведущие теоретики настойчиво призывают в процессе разговора о физических конструкциях мира и времени забыть привычное человеку чувство течения времени, ибо не идет в этих конструкциях речи ни о каком потоке, или течении, времени. Именно привязанность человеческой жизни к потоку времени, с этой точки зрения, является причиной неоправданно горячей заинтересованности многих людей в современных космологических гипотезах. Здесь переплетены наука, мировоззрение, религия, философия.

4.6. Термодинамика

Термодинамика впервые ввела в физику историю, а вместе с ней и возможность другого взгляда на время. Это была, так сказать, негативная история – история, творимая разрушительными процессами, необратимыми процессами деградации. Второе начало термодинамики в формулировке Р. Клаузиуса утверждает, что неравновесные процессы в изолированной системе сопровождаются ростом энтро-

пии, они приближают систему к состоянию равновесия, в котором энтропия максимальна. Понятие энтропии было введено в 1865 году Клаузиусом.

Эта формулировка обобщается на системы, обменивающиеся энергией и веществом с внешним миром. При этом вклад в производство энтропии дают только необратимые процессы, такие как, например, теплопроводность или диффузия. Таким образом, второе начало термодинамики говорит о том, что необратимые процессы приводят к асимметрии времени, к выделенности одного из направлений временного порядка, к направленности временного порядка: второе начало связывает направленность времени с возрастанием энтропии. Причем направленность времени, связываемая со вторым началом, является фундаментальной, а не локальной. Она не может быть включена в схему симметричного динамического описания, как это можно сделать, например, с направленным временем в случае сверхслабого взаимодействия: распада K -ноль мезона.

Второй закон термодинамики сразу же приобрел огромную популярность, какой в те времена (1850–1865 годы) еще никогда не знала физика. В 1852 году У. Томсон выдвинул идею тепловой смерти Вселенной. К такому же выводу пришел и Р. Клаузиус. В работах, посвященных второму началу термодинамики, как правило, яркими красками была нарисована картина тепловой смерти вселенной. В них доступно и убедительно описывали переход механической энергии в тепловую, деградацию механической энергии, физическую эволюцию мира к тепловому равновесному состоянию, к хаосу и смерти. С ростом энтропии стали связывать направленность времени. Появилась термодинамическая стрела времени.

Концептуальная инновация, введенная термодинамикой, заключается в том, что в теоретическое описание была введена необратимость, которой мы не находим ни в классической, ни даже в квантовой физике на уровне фундаментальных (основополагающих) законов. Появление необратимости в физической теоретической картине мира вошло в конфликт с классической динамикой. Ведь для нее необратимость была лишь иллюзией, за которой теоретическая физика должна увидеть фундаментальные обратимые законы.

Конечно, устранение направленности времени из теоретического описания не означало грубого, непосредственно игнорирования темпоральности в мире. Оно находило свое выражение в стремлении выразить время через пространство, полностью погрузить его в геометрию, закрыв глаза на невыразимый в ней остаток. Это стремление стали называть геометризацией времени.

Начало этой тенденции положил основоположник современного естествознания Г. Галилей, когда начертил прямую ось как наглядный пространственный образ времени. Как показано выше, эта тенденция была развита и в классической, и в релятивистской физике. Такое направление развития соответствовало стилю мышления классической науки, убеждению, что за изменчивыми явлениями кажущейся сложной реальности стоят универсальные и вечные законы. Сложившийся статический взгляд на природу времени, который не замечал различия между прошлым и будущим, начал вызывать возражения с развитием термодинамики, а также эволюционных идей в других науках.

Найти в конкретном процессе причину асимметрии времени, показать, что направление времени является производным понятием «невременного» происхождения, оказалось очень заманчивой перспективой для многих ученых. Начало этому движению практически положил Л. Больцман. Он полагал, что он нашел ключ к пониманию стрелы времени, что он доказал, что асимметрия времени определяется возрастанием энтропии изолированной системы, эволюционирующей от менее вероятных состояний к более вероятным со все большим молекулярным беспорядком. Концепция Больцмана встретила с трудностями и породила дискуссию, которая не умолкла и сейчас. В 1872 году Больцман опубликовал H-теорему, которая вместе с его же статистической интерпретацией второго начала термодинамики (т. е. закона о поведении энтропии в изолированных системах) была положена в основу теории необратимых процессов. Она породила острую дискуссию, связанную с ее принципиальной необратимостью, что не согласовывалось с обратимостью механики Ньютона–Гамильтона.

Настойчивые попытки согласовать термодинамическое описание природы с классической динамикой, связанные с осознанием роли необратимости, привело к формирова-

нию новой концепции времени. Оно во многом связано с работами Брюссельской школы неравновесной термодинамики во главе с И.Р. Пригожиным.

Развитие теорий состояний, далеких от равновесия, показывает, что для диссипативных систем с необходимостью возникают нелинейные уравнения, а с ними естественным образом возникает необратимость процессов, с которой связывают необратимость времени. В таком случае необратимость времени оказывается тесно связанной с неустойчивостями в открытых системах.

И.Р. Пригожин вводит два времени: динамическое и внутреннее. Динамическое время – это время, позволяющее задать описание движения точки в классической механике или изменения волновой функции в квантовой механике. Внутреннее время – это время, которое существует только для неустойчивых динамических систем. Оно характеризует состояние системы, связанное с энтропией (Пригожин, 1985).

Описание внутреннего времени сильно отличается от традиционного представления о времени как о величине, изоморфной прямой, идущей из далекого прошлого (t стремится к минус бесконечности) в далекое будущее (t стремится к плюс бесконечности). «Настоящее в таком представлении соответствует единственной точке, отделяющей прошлое от будущего. Настоящее возникает ниоткуда и исчезает в никуда. Стянутое в точку, оно бесконечно близко и прошлому, и будущему. В нашем представлении, – пишет И.Р. Пригожин, – прошлое отделено от будущего интервалом, длина которого определяется характерным временем τ , и настоящее обретает *продолжительность*» (Пригожин, 1985, с. 238–239). При этом происходит, по выражению Пригожина, овременивание пространства, поскольку его характеристики связаны с характерным временем τ .

Принятие второго начала термодинамики в качестве фундаментального динамического принципа приводит к далеко идущим следствиям в наших представлениях о пространстве, времени и динамике. Применение второго начала позволяет определить внутреннее время T , которое дает возможность сформулировать нарушение симметрии, лежащее в основе второго начала. Важно, что внутреннее время существует только для неустойчивых динамических

систем. Необратимость и неустойчивость тесно связаны между собой: «Необратимое, ориентированное время может появиться только потому, что будущее не содержится в настоящем. ...Мы приходим к выводу, что нарушенная временная симметрия является существенным элементом нашего понимания природы» (Пригожин, 1985, с. 252).

Наш мир – это мир неопределенности. Стало понятно, что много интересных явлений есть в нелинейных процессах. Появились альтернативные стратегии развития исследований в этой области науки.

5. Жизненный мир и точные науки: что есть время?

Анализ естествознания показывает, что математизированные теории раскрывают время в аспекте временного порядка. Это позволяет получить такое знание, которое недоступно иным методам познания. Научная концепция времени погружена в мировоззренческую, в других отношениях более богатую концепцию, которая опирается и на жизненный опыт человечества. Она строится на базе динамического представления времени как текущего и обладающего модусами «прошлое», «настоящее», «будущее». Уверенность в существовании «настоящего» выступает как предпосылка познания времени в науке. Ученый, для которого научная деятельность является частицей его более полной жизни, выходит в познании за пределы рамок гносеологического субъекта в более широкую область человеческого. Это особенно заметно в современных областях «точных» наук, касающихся управления, проектирования, моделирования сложных систем.

Утверждение экзистенциального характера «настоящее существует» фиксирует факт существования человека, других людей, мира культуры, мира природы – факт, который специально не доказывается, но и не подвергается сомнению. Это – очевидность, с которой невозможно не считаться. Утверждение «существует настоящее» не подходит ни под статус определения, ни под статус конвенции, ни под статус научной аксиомы. Это утверждение другого рода. Оно в явной форме обычно не формулируется, ибо является выражением очевидности, выходящей за пределы научного

теоретизирования. Лишь на уровне эмпирической научной деятельности этот факт оказывается важным, ибо здесь ученый выступает не только как гносеологический субъект, но и как человек, живущий в реальном времени и действующий с материальными предметами, – т. е. и в своей познавательной деятельности он включен в реальную жизнь, а не только в мир теоретических абстракций. Не случайно в физической теории нет понятия настоящего. Она не выходит в сферу живой жизни. «Настоящее» же – феномен жизни, а не абстрактного мира. Именно этот жизненный факт, который ученый знает до того, как он строит теорию, и независимо от этого, обеспечивает понимание научной модели времени, временного многообразия в физике – как времени текущего, того самого, в котором живут люди, природа, мир.

Другой вопрос, что интерпретация факта практической жизни, «жизненного факта» является различной в различных мировоззренческих концепциях. Что в нем, в этом факте: страдание, умирание, восхождение, радость? Отсюда и аксиологический характер концепции времени. «Настоящее» освещается с позиций человеческих ценностей, воплощенных в концепции, интерпретирующей факт «настоящего». Концепция времени оказывается относительной к ценностям. В зависимости от того, на что ориентирован в своей жизни человек, как трактуются его возможности, мир, в котором он живет, – в истолковании времени делается акцент либо на прошлом, либо на будущем, либо на настоящем. Другие его модусы остаются в тени, их значение оказывается несущественным.

Как правило, в учениях о времени «настоящее» не является основным модусом времени. Это особенно удивительно, если иметь в виду антропологически ориентированную философию: ведь жизнь человека реализуется в настоящем, какие бы ни были у него надежды, верования, воспоминания, традиции. Вся жизнь человека проходит в настоящем, даже если «время – это длительная смерть». Забывать о настоящем – значит забывать о человеке, делать его лишь средством для чего-то. Модус настоящего может быть значимым в той концепции, где человек призван действовать. Деятельность содержит в себе и память, и цель, а осуществляется в настоящем.

До сих пор остается в силе идея, высказанная Берtrandом Расселом о том, что в теоретической физике для описания объектов внешнего мира с точки зрения их временного поведения достаточно использовать представление временного порядка. При этом нет никакой необходимости в понятии течения времени. Современное естествознание отходит от свойственной прежней физике идеи эквивалентности всех моментов времени, согласно которой моменты времени различаются только лишь отношением порядка. Появляется, по крайней мере, локальная неэквивалентность моментов: некоторый временной интервал выделяется выделенным по сравнению с другими. Эта выделенность обусловлена характером протекающих процессов. Одним из примеров может служить введение представления о «настоящем» в известной концепции И. Пригожина. Казалось бы, вот оно – течение времени! Но локальная неэквивалентность моментов времени по-прежнему вводится в контексте так называемого «опространствованного времени», когда события описываются лишь как различающиеся в некотором отношении, но не как происходящие, не как случающиеся. С этой стороны Мир раскрывается человеку лишь в опыте его непосредственной жизни.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В.И.* Проблема времени в современной науке // Известия АН СССР. Отделение математических и естественных наук, 1932. № 4.
- Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. II. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.–Л., 1939.
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Книга I. Пространство и время в живой и неживой природе. М., 1975.
- Владимиров Ю.С.* Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 215 с.
- Дойч Д.* Структура реальности. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. 400 с.
- Дубровский В.Н.* Концепции пространства-времени. М.: Наука, 1991. 168 с.
- Казарян В.П.* Понятие времени в структуре научного знания. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. 176 с.

- Козырев Н.А.* Избранные труды. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. 445 с.
- Левич А.П.* Время как изменчивость естественных систем: способы количественного описания изменений и порождение изменений субстанциональными потоками // Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть 1. Междисциплинарное исследование. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 235–288.
- Лейбниц Г.В.* Собр. соч. в 4-х томах. Т.1. М.: Мысль, 1982. 636 с.
- Михайловский Г.Е.* Биологическое время, его организация, иерархия и представление с помощью комплексных величин // Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть 1. Междисциплинарное исследование. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 112–134.
- Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. Перевод с латинского с примечаниями и пояснениями А.Н. Крылова // Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Т. VII. М.–Л., 1936.
- Пригожин И.* От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. 328 с.
- Уилер Дж.* Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Наука, 1962. 498 с.
- Хокинг С., Пенроуз Р.* Природа пространства и времени. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 160 с.
- Everett H.* «Relative state» Formulation of Quantum Mechanics // Rev. of Modern Physics, 1957. V. 29. № 3. P. 454–462.
- Milne E.A.* Kinematic Relativity. Oxford, 1948.
- Penrose R.* On the origins of twistor theory. In Gravitation and Geometry. Ed. W. Rindler and A. Trautman. Bibliopolis. Naples, 1986.