

**Философские проблемы пространства и времени в естествознании**

## I

Понятия времени и пространства являются одними из центральных понятий в философии.

*Категория пространства* характеризует взаимное расположение сосуществующих объектов. Она возникла и формировалась для выражения рядоположенности тел и их протяженности. Представления о пространстве изменяется с развитием культуры. Человек знакомится с пространством своего тела и с непосредственно окружающим его пространством в практической жизнедеятельности. Он овладевает значением жизненно важных слов: длина, слева от, справа от, высокий, низкий, широкий, и т.д.

Систематическое рассмотрение вопроса о пространстве в западной философии начинается с Аристотеля. Аристотель развивает учение о пространстве как учение о месте. Аристотель в «Физике» аргументирует тезис, что «место представляет собой нечто наряду с телами» и «всякое чувственно-воспринимаемое тело находится в каком-либо месте». Оно «имеет три измерения: длину, ширину и глубину, то есть те самые измерения, которыми определяется всякое тело». Он показывает, что место не может быть ни телом, ни формой, ни материей, ни пустотой. Место является «границей объемлющего тела, поскольку оно соприкасается с объемлемым. Я, - пишет Аристотель, - разумею под объемлемым тело, способное двигаться путем перемещения» (1). Аристотель показывает, что не существует протяжения, отличного от тел, отделимого от них, что место существует вместе с предметом, так как границы существуют вместе с тем, что они ограничивают.

Принципиальные изменения в понимании пространства произошли в культуре Нового времени, когда в процессе создания основ современного естествознания Галилеем и Ньютоном было разработано понятие пространства. Ньютон ввел понятие абсолютного пространства как теоретического понятия и отграничил его от понятия относительного пространства как определяемого с помощью наших чувств.

В это время были выдвинуты две концепции пространства, которые сохранили свое влияние вплоть до настоящего времени: концепция абсолютного пространства, развития И. Ньютоном, и реляционная концепция пространства, развитая Г.Лейбницем.

---

1) Аристотель. Физика // Аристотель. Соч. в 4-х томах. Т.3. Изд-во «Мысль». М. 1981. Книга 4. с.124-132

Вплоть до начала двадцатого века свойства пространства, которыми наделяла его классическая физика, считались его неотъемлемыми свойствами. Это было обусловлено как наукоцентризмом, свойственным культуре, так и эссенциалистской трактовкой науки. Вот эти свойства пространства: трехмерность, непрерывность, бесконечность, безграничность, однородность, изотропность, абсолютные метрические свойства. С дальнейшим развитием науки стало ясно, что различные сферы реальности могут характеризоваться пространствами с различными свойствами. Так, например, метрические свойства пространства потеряли абсолютность в теории относительности. Объективное физическое пространство, с которым, прежде всего, ассоциируется представление о пространстве, в котором живет человек и существует природа, т.е. пространство Вселенной, изучается в космологии. В ней построено несколько моделей Вселенной с соответствующими пространственными свойствами.

Наиболее абстрактная формулировка понятия пространства дается в математике. В математике пространство определяется как множество объектов, которые называются его точками; при этом по определению вводятся какие-либо отношения между точками; эти отношения определяют геометрию пространства. Так, например, метрическое пространство – это множество точек, на котором введена метрика, т.е. задано правило определения расстояния между двумя любыми точками множества (примеры метрических пространств: числовая прямая, евклидово пространство любого числа измерений). Исторически первым математическим пространством является евклидово трехмерное пространство. В математике введены такие виды пространств, как евклидово многомерное пространство, пространство Лобачевского, Риманово пространство, гильбертово пространство, векторное, функциональное, метрическое, топологическое и др.

Предполагается, что математическое пространство безразлично к природе элементов. Это позволяет применять его в различных областях науки – в физике, химии, биологии, психологии, истории, комплексных исследованиях и т.д. При этом точка множества, представляющего пространство, получает содержательную предметную интерпретацию в соответствии с исследуемой проблемой. Известно, что в теории относительности точки четырехмерного многообразия интерпретируются как физические события.

В науке широко используется понятие фазового пространства некоторой системы (например, физической, биологической, социологической...). Фазовое пространство системы – это совокупность всех ее возможных состояний, которые рассматриваются при этом как точки этого пространства. Какие математические пространства оказываются эффективными в тех или иных научных исследованиях - определяется их спецификой.

По мере обращения к более конкретной предметной области понятие пространства становится менее абстрактным и утрачивает свою математическую экспликацию. И, наконец, в искусстве, которое призвано постигать конкретное, понимание пространства подчиняется творческому замыслу автора (режиссера, художника, писателя). Так, например, понятие театрального пространства означает, что пространственное расположение предметов и действующих лиц на сцене служит эффективному выражению замысла режиссера спектакля.

*Категория времени* выражает проявление бытия с точки зрения прошлого, настоящего, будущего и покоящихся на них отношений «раньше, чем», «позже, чем», «одновременно с». Время неразрывно связано с изменением. Без изменений, т.е. без процессов, нет времени. Но время не тождественно изменению и изменяющемуся. Оно относительно независимо от них в том смысле, что время безразлично к тому, что именно изменяется. Как писал Лейбниц, время относится к изменению так же, как числа относятся к нумеруемому.

Время представляет собой единство (целостность) прошлого, настоящего, будущего и характеризуется, прежде всего, длением, течением, открытостью. Время длится – это означает, что существует настоящее. Если происходит изменение конкретного наполнения настоящего, то говорят: время течет. 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. В философских учениях о времени в соответствии с их ценностной ориентацией эти три проявления времени имеют различный вес: например, будущее выходит на передний план, а настоящее и прошлое остается в тени; или акцент делается на прошлом, а настоящее и будущее не играют серьезной роли; или же настоящее главенствует над временем.

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.

Время является измеряемым. Процессы, используемые для его измерения различны: движение небесных тел, психологическое восприятие, смена времен года, биологические ритмы, исторические эпохи, процесс счета. Человек конструирует специальные приборы для измерения времени, называемые часами (часы песочные, солнечные, механические, атомные, лазерные и т.д.). Процедура измерения

осуществляется за счет мысленной остановки течения времени, необходимой для того, чтобы можно было приложить эталон к измеряемому времени. В образной форме на это указывал Августин.

В физике появились высоко абстрактные модели времени, которые далеко отстоят от конкретного бытия как природы, так и человека. В них время репрезентируется множеством моментов, на которые наложена определенная система отношений между ними. Все моменты имеют одинаковый статус существования, т.е. их нельзя характеризовать понятиями "настоящее, прошлое, будущее" Этот познавательный прием назвали опространствованием времени, или его геометризацией.

В результате расширилась брешь между физико-математическими моделями времени и временем 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.

Современный человек знает об асимметрии прошлого и будущего в работе человеческого мозга, об относительности одновременности, об относительном ускорении и замедлении времени, о его связи с пространством и гравитирующими массами, о непрерывности и одномерности времени в макромире, о гипотезах многомерного времени, о моделях ветвящегося времени в логике, о циклическом времени в древнегреческой мифологии, о хронотопе, о разорванности и неупорядоченности времени в литературном произведении, о линейном однонаправленном конечном времени в христианстве и многое другое. Ни одно философское учение не обходится без концепции времени, которая тесно связана с его основополагающими принципами.

История развития научных представлений о пространстве и времени начинается со времени формирования современной физики в трудах Галилея и Ньютона. Вводится научное понятие пространства, отличного от аристотелевского понятия места. Что касается понятия времени, то здесь вербального (словесного) изменения не произошло: одно и то же слово «время» используется и у Аристотеля, и у основоположников новой не-аристотелевской физики. С возникновением экспериментальной физики слово «время» из философии было перенесено в физику. Оно стало применяться и для обозначения временной переменной  $t$ , которая фигурирует в математическом аппарате физике. Физическая величина – это измеряемая величина, а время  $t$  как физическая величина отождествлялась с показаниями часов. Отсюда, в частности, начинается длительная история терминологической неразберихи, путаницы в терминах, так характерных для проблемы времени.

## II

Понятия времени и пространства входят в языковой каркас физических теорий. Они являются в них базовыми, исходными понятиями. Развитие физики оказало большое влияние на философские учения о времени и пространстве. Вместе с тем физические концепции времени и пространства неразрывно связаны с их философскими интерпретациями. Вспомним о том, что физика лежит у истоков современного естествознания, и о том, что любая область естествознания не обходится без измерения времени и пространства и использует одну из фундаментальных физических моделей, а именно – ньютоновскую модель, - для их измерения. В Новое время с его ориентацией на научную рациональность господствующей формой истолкования времени и пространства была Ньютонова концепция. Вплоть до начала двадцатого века свойства пространства и времени, которыми наделяла его классическая физика, считались их неотъемлемыми свойствами, а часто также и единственными, исчерпывающими.

Понятия пространства и времени издавна используются в паре друг с другом. Это связано с тем, что и то, и другое выражает упорядоченность, встречающуюся в мире. Вместе с тем они сильно различаются по смыслу, поскольку смысл понятия времени связан с упорядочиванием событий, которые приходят на смену друг другу (одно после другого), в то время как смысл понятия пространства связан, напротив, с упорядочиванием сосуществующего (одно рядом с другим).

Время - одно из самых знакомых человеку свойств нашего мира. И вместе с тем оно имеет репутацию самого загадочного: «Что же такое время? Если никто меня об этом не спрашивает, я знаю, что такое время; если бы я захотел объяснить спрашивающему – нет, не знаю» (1). И вместе с тем, едва ли многие люди считают загадочным пространство. Загадочность времени связана с его течением, с существованием потока времени, знакомого 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.

Тайна времени увлекала человеческий разум не одно тысячелетие. Самые глубокие умы человечества стремились проникнуть в нее. До сих пор не преодолены многие тупики, в которые заводила эта проблема. А когда удавалось освободиться от одних, наступали другие. Искусство и литература, наука, философия и теология вовлечены в этот

---

1. Августин Аврелий. Исповедь. В кн.: Августин Аврелий. Исповедь. Петр Абеляр. История моих бедствий: Пер. с латин. - М., 1992

нескончаемый процесс. Последние столетия бурно развивающаяся наука пролила некоторый свет на природу времени, изучив специфические для соответствующей области науки проявления временного. В итоге, оптимистические ожидания переросли в осознание того, что ускользает опять целостное проникновение в сущность времени.

Физика Нового времени постаралась освободиться от этой загадочности, исключив длительность из своей конструкции времени. Ни одна из физических теорий классического периода развития науки не обращается к потоку времени.

Пространство же никогда не вызывает такого личностного чувства, и обычно представляется более ясным, чем время. Но иногда, при особой ситуации в культуре, и пространство приобретает лик загадочности. Так, человека может тревожить вопрос о размерности пространства: нет ли в других размерностях чего-либо, с чем мы, не подозревая, соприкасаемся. Или его волнуют «размеры» мира: является Вселенная конечной или бесконечной, ограниченной или безграничной. Ведь представления человека о пространстве, в котором живет он и существует природа, и с которым, прежде всего, ассоциируется у человека представление о пространстве, есть пространство Вселенной, которое изучается в космологии. Время же ассоциируется часто с проблемой начала мира и его судьбы.

Для времени (в отличие от пространства) характерно то, что человек его переживает, что ему не безразличен ход времени. Каждый настоящий момент заполнен памятью о прошлом. Человек мечтает, строит планы, проектирует будущее. Модель будущего лежит в основе его поступков, действий, которые он совершает в настоящем. Будущее неотвратимо надвигается на человека и, в конце концов, обращает его в прах, оставляя потомкам только его дела. Эмоциональное переживание времени, осознание человеком себя как временного существа отличает феномен времени от других фундаментальных проявлениях действительности. Настоящее насыщено событиями духовной жизни, оно неотделимо от прошлого и будущего.

Для временного упорядочивания явлений действительности издавна использовались два различающихся языка, или, другими словами, две серии временных понятий: серия А: «прошлое-настоящее-будущее» и серия В: «раньше - одновременно - позже». Довольно долго они не различались и использовались как совпадающие по содержанию, взаимозаменяя друг друга. Правда, в тех случаях, когда фиксировались количественные характеристики времени, предпочтение отдавалось второй серии. В языке обычно употребление: «на четыре часа раньше» или «на пять минут позже». Структура

языка не позволяет строить предложения типа: «четыре часа прошедшие», «будущие пять минут».

Существование двух языков для разговора о времени, видимо, связано с тем, что в осмыслении времени присутствуют количественный аспект, психологическое переживание, мировоззренческая оценка бренности мира, вечности или конечности сущего, явная или неявная количественная его оценка: что раньше, а что позже, психологическое переживание прошлого, надежда на будущее, психологическое осознание необратимого течения времени и неизбежности смерти, невозможность остановить увлекающий к смерти поток времени - это эмоциональное переживание времени как субстанциальной реки, своим течением определяющей конечность судьбы человека. Понятия «прошлое - настоящее - будущее» более применимы для описания психологического, эмоционального переживания, содержательного, качественного, художественного описания времени. Для количественного анализа применяется, как правило, менее эмоциональное описание на языке порядка: «раньше – одновременно - позже».

### III

Глубокие изменения в истолковании времени и пространства произошли в Новое время в связи с возникновением и развитием современного естествознания и, прежде всего, созданием ньютоновской физики. И.Ньютон писал, что, если мы хотим использовать понятия пространства и времени в физике, то их необходимо уточнить. Об этом он говорит в «Математических началах натуральной философии» (увидевших свет в 1687 году), в схолии, следующей за первоначальными определениями, следующее:

*«Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные. Однако необходимо заметить, что эти понятия обыкновенно относятся к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят некоторые неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведенные понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные»* (1).

Для построения физической теории он вводит понятия абсолютных математических пространства и времени:

*«Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по самой*

---

1) Ньютон Ис. 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. С.30

своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью. Все движения могут ускоряться и замедляться, течение же абсолютного времени измениться не может. Длительность, или продолжительность, существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли, или их совсем нет. ...*Абсолютное пространство* по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным. ...Относительное, кажущееся или обыденное время есть или точная, или посредством какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год. ... *Относительное пространство* есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел» (1).

Те свойства времени и пространства, которые сформулированы в классической механике, стали рассматриваться как свойства времени и пространства вообще. Это следующие свойства: одномерность для времени и трехмерность для пространства, непрерывность, бесконечность, безграничность, однородность, изотропность, 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.

В условиях господства ньютоновской концепции времени иное толкование природы пространства и времени предложил Г.Лейбниц. Лейбниц возражает против идеи пустых времени и пространства, их абсолютного, ни с чем не связанного, ничем не обусловленного характера. Лейбниц развивает учение об относительности,

-----  
 1) Ньютон Ис. 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. С.30-32

неабсолютности, пространства и времени. Он писал: “Я неоднократно подчеркивал, что считаю *пространство* также как и *время*, чем-то чисто относительным: пространство – *порядком сосуществований*, а время – *порядком последовательностей*.”

...Пространство и время представляют собой лишь порядок вещей, а не абсолютную сущность...”(1).

Известна полемика по вопросу о природе пространства и времени между сторонниками Ньютона и Лейбницем. 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.

#### IV

Физическая теория всегда строится в форме единства физических идей и математических структур, физический смысл которым задают эти идеи. В этих рамках конструируется и пространство и время. Поэтому при смене теорий, должно, вообще говоря, происходить и изменение понятий пространства и времени. Правда, в реальной истории развития физики пространственно-временные конструкции оказываются в ряде отношений (т.е. по некоторым своим свойствам) достаточно консервативными.

Основными теориями в физике XIX века являются ньютоновская механика, электродинамика Максвелла, равновесная термодинамика. В XX веке развиваются 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.

Обратимся прежде всего к классической механике.

В классической механике, поскольку ее интересует динамика процессов, как правило, основной акцент делается на особенностях, отличающих время от пространства; в то же время посредством применения евклидовой геометрии вскрываются элементы единства, присущие и времени и пространству. Экспликация свойств времени развёртывается здесь на фоне «остановленного» (не текущего) времени, представленного как множество моментов, упорядоченных определенной системой отношений. Это время

---

1) Лейбниц Г.В. Собр.соч. в 4-х томах.. Т.1. М. 1982. С.441, С. 456

выступает в теории как данное сразу: нет будущих моментов, как еще не наступивших, прошлых - как уже не существующих, нет настоящего как существующего. Все моменты есть сейчас, одновременно. Именно эта особенность физической модели времени часто воспринимается как уподобление времени пространству. Абстрагируясь от «настоящего», она вскрывает ряд новых свойств времени.

Время представлено множеством точек линии без самопересечений. В результате получается представление времени в виде одномерного линейного континуума, который описывается множеством действительных чисел.

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

В физике широко используются математические пространства.

В классической механике Ньютона пространство вводится посредством евклидовой трехмерной геометрии. Оно непрерывно, упорядочено, трехмерно, бесконечно, безгранично, однородно - это трехмерный континуум точек. Надо сказать, что в течение, по крайней мере, столетия обсуждается вопрос: являются достаточными (а также необходимыми) для описания времени и пространства 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 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. Итак, 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, изотропно, однородно. 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 порядок* не имеет выделенного направления, *не направлен*, т.е. время не обладает направлением, оно является изотропным.

Дальнейшее развитие классической нерелятивистской физики не дало каких-либо новых теоретических моделей времени; она оперирует все той же независимой переменной  $t$ , которая получила право на существование в ньютоновской механике.

## V

Новые особенности временной организации физических объектов открыты специальной теорией относительности, включающей в себя наряду с другими утверждениями преобразования Лоренца и релятивистские уравнения движения. Опираясь на геометрию плоского псевдоевклидова пространства, Г. Минковский математически оформил эйнштейновские идеи относительности, введя знаменитое представление о четырехмерном многообразии, которое обеспечивает взаимосвязь пространственных и временных переменных. Кроме того, в этой модели время одномерно, непрерывно, бесконечно, безгранично, однородно. Порядок «раньше, чем» для событий, находящихся внутри светового конуса, инвариантен относительно системы отсчета. Понятие одновременности относительно к системе отсчета. Уравнения движения инвариантны относительно инверсии направления времени. Для релятивистских движений метрические свойства времени потеряли абсолютность, лишь топологические сохраняют свой прежний характер.

По сравнению с классической механикой у специальной теории относительности существует еще одна особенность в теоретической реконструкции ею временного поведения релятивистских объектов. Она заключается в следующем. Четырехмерной многообразии обеспечивает единство пространственных и временной переменных. Точка этого множества интерпретируется как событие, происходящее в пространстве и времени. Мир Минковского с точки зрения математики представляет собой бесконечное множество, опирающееся на понятие актуальной бесконечности, С. К. Клини писал: «Бесконечное множество рассматривается как существующее в виде завершенной совокупности, до и независимо от всякого процесса порождения или построения его человеком, как если бы оно полностью лежало перед нами для нашего обозрения» (1). Физическая интерпретация этого множества не может, видимо, выйти в данном случае за рамки этой математической идеализации. Единство математических и физических абстракций в специальной теории относительности приводит к тому, что физические события, которые она описывает, рассматриваются как данные все сразу. В этой модели события не являются преходящими, они сосуществуют друг с другом и рассматриваются как актуально данные, они есть сейчас, раньше, потом. Это - теоретическая модель застывшего мира, развернувшего все свои возможные состояния и ни одного не утратившего. Все события мира как бы запечатлены на фотографии одно за другим, одно рядом с другим в пространственной рядоположенности. Эту теоретическую модель можно назвать опространствованным временем, так как в ней нет процесса становления: нет перехода явлений от небытия к бытию, от будущих к настоящим, а затем к прошлым, нет течения времени

С созданием специальной теории относительности, вообще говоря, только и начинается действительное опространствование времени, поскольку геометрия (евклидова, неевклидова и др.) рассматривает все переменные как равноправные. Именно эта теория ликвидировала слишком отчетливое, явное различие пространства и времени, которое было характерно для дорелятивистской физики. Она привела к определенному равноправию пространственных и временных переменных.

Дальнейшее изменение физических представлений о времени связано с развитием общей теории относительности, претендующей на физическое применение неевклидовых геометрий, в частности общей римановской аналитической геометрии искривленных n-

-----  
1) Клини С.К. Введение в математику. М., 1967. С. 49

мерных пространств. Эта теория постулирует существование искривленного пространства-времени и с его помощью объясняет мир. Пространство-время общей теории относительности - это четырехмерное дифференциальное многообразие с аффинностью (геодезическая структура) и метрикой. В ней устанавливается связь между кривизной пространства-времени и тензором энергии-импульса. Пространство-время является неоднородным, его свойства изменяются с изменением гравитационного поля. В общей теории относительности на место ньютоновского абсолютного пространства пришло гравитационное поле, таким образом «пустое пространство, то есть пространство без поля, не существует, пространство-время существует не само по себе, но только как структурное свойство поля» (1).

Создание новой физической модели времени на основе синтеза физических идей и новой геометрии вызвало к жизни множество теоретико-познавательных проблем, связанных с интерпретацией теоретических терминов и математических символов теории. Стало ясно, что эмпирическая интерпретация не обеспечивает все значение математической переменной, с которой она может быть связана правилами корреспонденции определенного рода. Именно утверждение неоднородности пространства-времени в общей теории относительности привело к фундаментальной проблеме, которую четко сформулировал в 1924 г. Э. Картан: «Развитие общей теории относительности связано с парадоксальной обязанностью интерпретировать в и посредством неоднородной вселенной результаты многочисленных экспериментов, произведенных предположении однородности ее» (2).

Общая теория относительности Эйнштейна является наиболее развитой теорией пространства 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 году Эмми Нётер сформулировала теорему (теорема Нётер), которая устанавливает связь между свойствами симметрии физической системы и законами

-----

1) Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965-1967. Т.2. С. 744

2) Философские проблемы теории тяготения и релятивистской космологии. Киев. 1965

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.

Если А. Эйнштейн развил идеи общей относительности в направлении установления связи метрических свойств пространства-времени с физическими явлениями, то в ином направлении в геометродинамике Дж. Уилера (ныне она выражена теорией суперпространства) развивается одно из возможных следствий анализа содержания теории Эйнштейна. В основе этой программы лежит стремление придать фундаментальную роль геометрии пространства-времени, а его топологические и метрические свойства использовать для построения физических объектов. Вообще-то, в теории тяготения А. Эйнштейна искривленное пространство-время не только зависит от физических явлений, но и обладает некоторой самостоятельностью. Оно может быть искривлено, даже если гравитационное поле отсутствует. «Мы приходим к странному выводу, - отмечал А. Эйнштейн, - сейчас нам начинает казаться, что первичную роль играет пространство, материя же должна быть получена из пространства, так сказать, на следующем этапе. Пространство поглощает материю. Мы всегда рассматривали материю первичной, а пространство вторичным. Пространство, образно говоря, берет сейчас реванш и «съедает» материю» (1).

В конце 50-х годов Дж. Уилер (с сотрудниками Мизнером и Райничем) предложил теорию, которая в рамках пустого пространства-времени общей теорией относительности объясняла электромагнитные явления, предлагала объекты, играющие роль частиц, обладающих массой и зарядом. Согласно Дж. Уилеру, «в мире нет ничего, кроме пустого искривленного пространства. Материя, заряд, электромагнитное поле 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» (2). Если в теории А. Эйнштейна возможно утверждение: заряд, помещенный в данную точку, будет двигаться определенным образом, то в теории Дж. Уилера сам заряд

-----

- 1) Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965-1967. Т.2. С. 243
- 2) Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М. 1962. С. 218

представляет собой проявление кривизны пространства-времени и его нельзя поместить в пространство, поскольку он там уже находится.

Конечной целью геометродинамики Уилера является геометризация макроскопических и квантовых явлений путем разработки такой концепции суперпространства, которая охватывала бы как классическую, так и квантовую геометродинамику. При этом существенно, что четырехмерное суперпространство представляет собой пустое искривленное пространство, метрическая и топологическая структуры которого обуславливают физические явления.

Программа Уилера включает в себя попытку свести время к пространству, по крайней мере, в номологических утверждениях, «Согласно теории относительности, - писал Уилер, - время не есть новое и независимое понятие, а по существу есть длина; масса также есть длина, выраженная другим способом» (1). В рамках своей программы Уилер последовательно проводит идею тотальной геометризации. Другой вопрос: насколько удовлетворительна такая последовательность. С его точки зрения, время - это некоторый вид длины (протяженности). Бессмысленно приписывать времени особые единицы измерения и выделять временную координату.

Геометродинамика является определенной попыткой дальнейшей геометризации времени. Используя абстрактную геометрию, эта модель еще более, чем какие-либо другие физические теории, опространствует время. Это стремление дало повод крупнейшему математику XX в. Герману Вейлю, также активно работавшему в области теории относительности и геометризации физики, заявить следующее: «В объективном мире ничего не происходит, в нем все просто существует лишь по мере того как взор моего сознания скользит по линии жизни (мировой линии) моего тела, для меня оживает часть этого мира, подобно мгновенному изображению в пространстве, которое непрерывно меняется во времени» (2). Программа Уилера не описывает процесс становления физических явлений. В ней (как и в ранее обсуждавшихся физических теориях) не приходится реконструировать процесс перехода из небытия в бытие и из бытия в небытие, то есть процесс становления и связанный с ним процесс течения времени.

-----  
1) Уилер Дж. Там же. С. 48

2) Weyl H. *Philosophy of Mathematics and Natural Science*. Princeton. 1949. S. 116

Поскольку программа геометродинамики не получила чего-либо большего, чем описание электромагнитного поля, Уилер в конце начал развивать теорию суперпространства, элементом которого является трехмерная геометрия (класс эквивалентности положительно-определенных метрик). Если в четырехмерном пространстве-времени провести трехмерную пространственно-подобную гиперповерхность, то на ней индуцируется трехмерная положительно-определенная метрика. Уравнения Эйнштейна можно представить в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений в бесконечномерном пространстве - супер-пространстве. Такое представление уравнений Эйнштейна используется при построении квантовой теории гравитации. При этом состоянием квантовомеханической системы является точка суперпространства (трехмерная геометрия), каждая конфигурация которой сопоставляется с амплитудой вероятности. В определенных условиях структура пространства-времени (метрика и топология) определяется из уравнений не однозначно, а с той или иной вероятностью. Это допускает рождение различных геометрических объектов с топологией, отличной от евклидовой. Дж. Уилер полагает, что из таких объектов можно построить элементарные частицы как некоторые коллективные возбуждения вакуума и объяснить их движение так же, как в теории упругости объясняется распространение звука в твердых телах.

Этот путь развития физики сопровождается стремлением нивелировать все в большей степени специфику времени по сравнению с пространством; он раскрывает те свойства временных отношений, которые, прежде всего, роднят время с пространством, - отношение порядка и возможность представить момент времени посредством математической точки. Физика оперирует только длинами.

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

В причинной механике Н.А.Козырев предложил гипотезу о субстанциальной природе времени. Опираясь на нее, он обнаружил влияние земных и космических 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.

## VI

В нерелятивистской квантовой механике имеет место парадоксальная ситуация, заключающаяся в том, что если в ней все физические величины выражаются операторами, то это не имеет отношения ко времени. Временная переменная явно выделена среди других переменных в теории. Время - всего лишь временной параметр, число, а не оператор. Относительно квантовой механики фон Нейман писал: «Действительно, в то время как все остальные величины... изображаются операторами, времени, как и в обычной квантовой механике, сопоставляется обычный численный параметр  $t$ » (1). Как правило, большие надежды возлагались и возлагаются на изменение представлений о времени как средстве создания удовлетворительной теории элементарных частиц, но имеющиеся представления оказываются очень устойчивыми. Можно сказать, что в развитии физики прослеживается следующая тенденция: пространственно-временное описание отступает на задний план, является лишь одним из описаний квантового мира, а основную ценность приобретает импульсно-энергетическое представление.

*Квантовая физика* имеет дело с явлениями, которые непосредственно не наблюдаемы: факт, полученный в результате опыта, не соотносится непосредственно с квантово-механическим 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 не наблюдаемость 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

-----  
1) Фон Нейман Дж. Математические основы квантовой механики. М. 1964. С.263

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 С – заряд, Р – пространство, Т - 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, не направлены, 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 прошлым и будущим (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 экспериментальной деятельности, на практике, или с явлениями из области биологии, геологии, истории, антропологии и других, мы видим, что прошлое и будущее играют различную роль, что они «есть», 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. Не может ли быть так, что привычное нам восприятие времени как прошлого, настоящего, будущего является лишь иллюзией, а «на самом деле» время их не содержит.

Разделим физическое теоретическое знание на уровни: фундаментальный и локальный. Фундаментальный – это законы, которые действуют везде (три закона механики, два или три начала термодинамики, уравнение Шредингера, уравнения Эйнштейна..). Локальные – это теории, которые, опираясь на фундаментальные, говорят об узкой конкретной области физических явлений (например, аэродинамика,

молекулярная физика...). Конструкции пространства и времени различны на этих уровнях в некоторых отношениях. Особенно бросается в глаза различие в моделях времени. Это различие касается прежде всего направленности времени. Все фундаментальные уравнения инвариантны относительно знака времени, т.е. время не направлено. В то же время 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.

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 относительности внутри светового конуса. За его пределами он является неопределенным.

Конструкция времени как последовательности точечных моментов, кажется, не реализуется в определенных видах физических процессов. 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 сможет 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.

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.

В науке обсуждается 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.

Сложились два подхода к решению проблемы размерности :

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 четырех мерности 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, 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.

Разворачивается дискуссия и по вопросу о непрерывности (континуальности) пространства и времени. Так, Пенроуз развивал идею о квантовании пространства-времени развивал Р. Пенроуз. Он выдвинул твисторную программу, важнейшим моментом которой выступало сомнение в универсальности понятия континуума. Он предлагал при описании квантово-механических явлений отказаться от понятия точки пространства-времени, поскольку из-за принципа неопределенности точка должна размываться, также, как размываются частицы в квантовой теории. Он предлагал не простую замену континуума дискретным множеством точек, а нахождение способа отказаться от понятия точки вообще.

Квантовая механика существует каких-то 75 лет (это как для механики Ньютона 50 – ые 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.

Развиваются идеи квантовой физики, интерпретируемой с точки зрения множественности миров. Такое понимание появилось впервые в ранних исследованиях по квантовой гравитации в 60-ых годах XX века, а в общем виде оно было сформулировано в 1983 году Доном Пейджем и Вильямом Вутерсом. В отличие от пространства-времени классической физики мультиверс является сложной многомерной мозаикой. Эта мозаичная вселенная не разрешает ни последовательности моментов времени, ни течения времени. Суть развиваемой концепции времени выразил 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» (1).

Великие физические теории XX века: специальная теория относительности, квантовая теория, общая теория относительности, квантовая теория поля. Эти теории не являются независимыми. Развиваются программы синтеза квантовой теории поля и общей теории относительности. 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.

Развивается программа на основе теории струн, твисторная программа Пенроуза,

-----

1) Дойч Д. Структура реальности. Ижевск. 2001. С. 291-292

программа квантовой гравитации С. Хокинга.

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.

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.

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» (1). 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.

Он, как и С.Хокинг, уделяет большое внимание структуре пространственно-временных сингулярностей. (Проблеме 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.

-----

1) Хокинг С., Пенроуз Р. Природа пространства и времени. Ижевск. 2000. С.126

Она должна дать ясный и четкий способ рассмотрения того, что в классической теории мы называем сингулярностями. И она не должна быть просто не сингулярным пространством-временем, а чем-то совершенно другим» (1)

В своей лекции «Твисторный взгляд на пространство-время» Р. Пенроуз развивает идею, что теория, которая объясняет структуру сингулярностей, должна нарушать T, PT, CT, и CPT инвариантности. Пенроуз склоняется к асимметрии времени.

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» (2)

С. Хокинг полагает, что появление и исчезновение черных дыр будет симметричным во времени. Это все равно, как если бы прокрутили фильм о ящике и прокрутили в обратном направлении. «Получилось бы то же самое. 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 получают 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 CPT – теоремы, основываясь на поведении такого ящика» (3).

-----  
1) Хокинг С., Пенроуз Р., там же. С. 47

2) Хокинг С., Пенроуз Р. Там же. С. 142

3) Хокинг С., Пенроуз Р. Там же. С. 145

## VI

Обратимся теперь к термодинамике. 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 энтропии, 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 К-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 она ввела в теоретическое описание 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, непосредственного 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. Л.Больцман 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 формированию 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 движение точки в классической механике или изменение волновой функции в квантовой механике. Внутреннее время – это время, которое

существует только для неустойчивых динамических систем. Оно характеризует состояние системы, связанное с энтропией.

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  $\tau$ , и настоящее обретает *продолжительность*” (1). При этом происходит, по выражению Пригожина, овременивание пространства, поскольку его характеристики связаны с характерным временем  $\tau$ .

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” (2).

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

### VIII

Характерной для двадцатого века, и для философии, и для науки, и для художественного мышления, явилась Проблема направленности течения времени стала характерной именно для двадцатого века (и для философии, и для науки, и для художественного мышления), хотя необходимо отметить, что выражение «время течет» всегда вызывало некоторое замешательство.

Неоднократно предпринимался логико-лингвистический анализ выражения «течение времени», который не способствовал повышению статуса данного понятия,

-----

1) Пригожин И.Р. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. М. 1985 С. 238-239

## 2) Пригожин И.Р. Там же. С. 252

малопригодного для использования в конкретных науках. Применение этого понятия порождает вопрос: с какой скоростью течет время? Поскольку скорость определяется количеством движения в данное время, это наводит на мысль, что-либо существует некоторое супервремя, в котором течет это время, и т.д. до бесконечности, либо время течет само в себе. Последнее утверждение противоречиво. Если же время не течет с некоторой скоростью, то как же оно может течь вообще? Многие логики склонны считать, что выражение «течение времени» является просто метафорой. Все попытки философов дать сколько-нибудь точную интерпретацию понятия «течение времени» обычно заканчивались неудачей. По крайней мере, относительно физики считается справедливо говорить, что время не течет, не идет, не вращается. В более широком контексте, в философии в том числе, имеет смысл считать, что выражение «течение времени» является уместной метафорой в динамической концепции времени, где время понимается как обладающее характеристиками прошлого, настоящего, будущего, а не только порядка. Жизненный опыт человека тоже согласуется с идеей времени как текущего. В то же время физические теории, столь значимые для мировоззрения, формулируют законы, инвариантные относительно инверсии знака времени, т. е. безразличные к направлению его, и при этом, оказывается, ничего не говорит о течении.

Проблема направления течения времени, как сложная комплексная проблема, имеет под собой реальные основания. Вместе с тем можно внести в нее некоторую ясность, если, с одной стороны, проанализировать особенности идеализации, применяемых в физике, с другой - исследовать не только реляционную и субстанциальную концепции времени, но и возможности динамической и статической концепции. Напомним, что статический подход рассматривает время как отношение порядка раньше, чем (позже, чем) между событиями в реляционной или моментами в субстанциальной концепции. Если отношение раньше, чем нельзя заменить отношением позже, чем без ущерба для всего остального, то время анизотропно.

Динамическая концепция понимает время в трех его модусах, как текущее, как направленный поток, в котором настоящее мимолетно, прошлого уже нет, а будущее еще не наступило. В субстанциальной трактовке время обладает изначальным абсолютным свойством течь в определенном направлении; оно не обусловлено никакими процессами или явлениями реального мира. В реляционной же трактовке, как правило, течение времени связывается с процессом становления. Экспликация этой обусловленности приводит к различному пониманию оснований течения времени.

Из предыдущего освещения основных физических теорий с достаточной очевидностью следует, что математизированные утверждения физической теории, в частности законы, используют статическую модель времени, в которой время реконструируется как непрерывное множество точек при заданном отношении порядка (и некоторых других отношениях). Для данной модели становятся бессмысленными вопросы: что такое «настоящее», обладает ли время свойством течь и направленностью течения? В статической концепции эти проблемы не существуют; в этом истолковании можно ставить вопросы, касающиеся временного порядка, анизотропности или же изотропности времени. И только того, как получены ответы на поставленные вопросы, можно обсуждать возможности и ограниченность такого описания, соотношения его с другими описаниями, опирающимися на динамическую концепцию.

Для физических теорий характерно следующее: 1) законы теоретической физики инвариантны относительно знака временной переменной, т.е. время в них изотропно, не имеет выделенного направления, ненаправленно; 2) номологическая обратимость не обеспечивает изотропность времени для всех утверждений теории; уравнения, построенные на базе фундаментальных обратимых законов, часто являются необратимыми. 3) предложен ряд физических концепций, использующих представление и об обратном направлении времени как равноправном прямому направлению, т.е. допускается изотропность времени не просто как номологическая обратимость, а как свойство, имеющее непосредственный онтологический статус. Остановимся на этом подробнее.

Известны идеи Г. Зисмана и Р. Фейнмана о траекториях, обратных во времени. Г. В. Рязанов попытался заменить квантовую теорию поля статистикой траекторий с меняющимся направлением времени. Г. Зисман в 1940 г. и Р. Фейнман в 1948-1949 гг. выдвинули свои интерпретации уравнения Дирака для свободной частицы. Это уравнение имеет ненулевые решения как при положительном, так и при отрицательном значении энергии. Они предложили рассматривать состояния частицы с отрицательной энергией как состояния, в которых движение электрона происходит в обратном направлении по отношению ко времени исследователя.

Развивая их идею о траекториях, обратных во времени, и концепцию Я. И. Френкеля относительно движения как последовательности порождений и аннигиляции частиц, Г. В. Рязанов предпринял попытку заменить квантовую теорию поля статистикой траекторий с меняющимся направлением времени. Согласно интерпретации Г. В. Рязанова, в квантовой механике остается только два неклассических понятия: понятие путей с меняющимся знаком времени и понятие замкнутых во времени путей. В том

случае, если первичастицы, о которых говорит Г. В. Рязанов, движутся со скоростями, сравнимыми со скоростью света, они могут превращаться в антипервичастицы. Этот факт описывается в теории как изменение направления траектории во времени.

Вместе с тем в настоящее время физики признают справедливость СРТ-теоремы в сильных, электромагнитных, слабых взаимодействиях, где  $C$  - оператор зарядовой,  $P$  - пространственной,  $T$  - временной инверсии. Обычно считается, что СРТ-инвариантность является абсолютным принципом симметрии, хотя проверке подвергались только некоторые ее аспекты. Сейчас нет каких-либо существенных оснований отказаться от СРТ-инвариантности, хотя Ф. Строкки предложил модель, в которой в распаде  $K^0 \rightarrow 2\pi$  ( $\pi$ ) нарушается СРТ-инвариантность.

Нарушение СР-инвариантности по-новому поставило вопросы о соотношении между частицами и античастицами, зеркальной симметрии мира, направлении времени. Поскольку СРТ-симметрия считается абсолютной, постольку нарушение СР-инвариантности должно, по-видимому, приводить к нарушению инвариантности относительно обращения времени. Проверка СР-инвариантности связывается с проверкой Т-инвариантности. Однако прямого экспериментального доказательства нарушения Т-инвариантности физики не имеют. «В сущности, только глубокая вера в СРТ-теорему заставляет считать, что сам факт наблюдения распада  $K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$  означает крушение не только СР-, но и Т-инвариантности» (1).

Всё известные до сих пор фундаментальные законы теоретической физики инвариантны относительно изменения знака временной переменной. Поэтому они никак не могут дать номологического обоснования анизотропии времени. Долгое время ученые пытались найти такое обоснование во втором начале термодинамики, поскольку оно придало бы необратимости времени номологический характер, подняло бы это утверждение на высоту физического закона. Ситуация стала более сложной после того, как Л. Больцман сформулировал статистическую трактовку второго начала. Более того, Л. Больцман связал направление времени с направлением термодинамических процессов - в сторону возрастания или же уменьшения энтропии, в результате чего направление времени в различных участках вселенной могло быть различным. Идеи Больцмана в дальнейшем развивались как в направлении оценки вероятности перехода к менее вероятному состоянию для более сложных систем, так и в направлении обоснования энтропийной трактовки направления времени.

1) Окунь Л.Б. Нарушение СР-инвариантности //Успехи физических наук.1968. т. 95. Вып.4. С. 669

А. Эддингтон пытался второй закон термодинамики использовать для объяснения направления времени. Он считал, что в поведении энтропии замкнутой физической системы структурно различаются два противоположных направления времени по отношению к «раньше» и «позже»: из двух состояний мира более поздним является то, которое совпадает с более высокой энтропией; более раннее состояние соответствует низкому значению энтропии.

Эддингтоновская трактовка направления времени сталкивается с трудностями, связанными не только с тем, что результаты статистической физики, касающиеся поведения энтропии замкнутых систем, не позволяют вывести распространяющуюся повсюду направленность времени, но и с тем, что статистическая трактовка энтропии для постоянно замкнутых систем допускает с равной вероятностью как уменьшение, так и увеличение энтропии в данной системе в течение длительного периода существования данной системы.

Г. Рейхенбах пытался определить направление времени на основании статистического рассмотрения большого количества ветвящихся систем. Он пришел к выводу, что то направление, в котором протекает большинство термодинамических процессов в изолированных системах, есть направление положительного времени! Как отмечал А. Грюнбаум, существенной предпосылкой анализа, проведенного Г. Рейхенбахом, явилось то обстоятельство, что состояния ответвляющихся подсистем характеризуются низкой энтропией. А эта возможность зависит от пребывания главной системы в состоянии относительно низкой энтропии, т. е. в состоянии флуктуации. Попытка А. Грюнбаума усовершенствовать гипотезу ветвящихся структур для обоснования статистического определения направления времени не дала существенно новых результатов. Таким образом, статистическая формулировка второго начала термодинамики, так же как и законы других физических теорий, приводит к утверждению о номологической обратимости времени, которая, кажется, противоречит всему опыту человечества.

Какие же особенности теоретического физического познания приводят к тому, что ее законы допускают обратную последовательность теоретических событий?

Это связано, прежде всего, с активным применением в теоретической физике различных геометрий, разнообразных математических пространств. Использование их приводит к геометрическим моделям времени, описывающим время как отношение порядка, причем такого порядка, в котором нет течения, а есть всего лишь пространственная рядоположенность как данность всех моментов во всей полноте и

завершенности - их сосуществование, аналогичное сосуществованию предметов в пространстве. Уже нет прошедшего и нет ненаступившего, как нет и «настоящего». В этой модели начало отсчета времени может быть выбрано произвольно, поскольку один момент ничем не отличается от другого, кроме отношения порядка; он не мимолетен, не текуч, а был, есть и будет всегда. В системе абстрактных объектов физической теории, а точнее в математизированных утверждениях ее, понятие «течение времени» не имеет смысла, имеют лишь смысл структурные различия между событиями, которые позволяют одни из них рассматривать как более поздние, а другие - как более ранние. Законы же не демонстрируют этих структурных различий. И нельзя ожидать, что в ближайшее время физическая теория даст эти различия. Дело в том, что современная физика следует основным принципам эрлангенской программы, ориентирующей исследователя на отыскание групп симметрии, описываемых соответствующей теорией. Симметрия законов относительно временной переменной или же относительно совокупности физических величин, в которую входит и временная переменная, - одна из целей физической теории. «Развитие физики в последние годы обратило, в известном смысле, соотношение между уравнениями движения и группами симметрии. Теперь группа симметрии физической системы выступает на первый план, представления этой группы и ее подгрупп несут самую фундаментальную информацию о ней. Таким образом, группы оказываются первичным, наиболее глубоким элементом физического описания природы» (1). Это понимание задач физического познания возникло в связи с успехами теории относительности, в которой преобразования Лоренца оказались подгруппой более широкого класса преобразований, но которые обладали физическим смыслом в отличие от остальных. Зарождавшийся стиль физических исследований вписался в уже сложившийся математический стиль мышления, известный под названием «эрлангенская программа» развития математики.

Другой тенденцией в развитии физики является поиск нарушения симметрии. Обнаружив нарушение симметрии определенного типа, физик пытается объяснить явления с помощью симметрии более общего или другого типа. Поиски инвариантов и поиски нарушений инвариантов - характерная черта развития теоретической физики. Правда, «время» и здесь занимает особое положение: не удалось пока открыть законы, которые были бы несимметричны относительно временной переменной. И все-таки теоретическая физика XX в. принесла нечто совершенно новое и в этом направлении: релятивистская концепция в своем теоретическом описании мира элиминирует его

1) Румер Ю.Б., Фет А.И. Теория унитарной симметрии. М. 1970. С. 8

становление, по крайней мере, она осуществляет это в законах. В статической модели, характерной для релятивистских теорий, временное описание осуществляется как пространственно-временное. Для этого применяются математические пространства, множества, элементами которых являются точки, интерпретируемые как физические события. Пространственно-временной континуум теории относительности можно интерпретировать как актуально данное множество событий. В этой модели нет преходящих событий, процесса становления, течения времени, его потока. А есть сосуществование упорядоченных соответствующим образом событий. Временная модель теоретического мира ассоциируется с фотографией сосуществующих событий. Какое из них более позднее, а какое более раннее, устанавливается на основе дополнительных познавательных процедур.

«Течение времени» - характеристика, уместная для описания времени как «прошло-настоящего-будущего», но не для указания упорядоченности событий, причем как событий, находящихся в отношении генетического тождества, так и пространственно-разделенных событий. В последнем случае больше подходит описание на языке порядка «раньше, чем».

Геометризация времени позволяет выявить некоторые особенности временной структуры объектов разного уровня сложности. Но познание осуществляется за счет остановки потока времени в теоретическом мире событий. Вопрос: «почему А - прошлое, В - будущее, а С - настоящее?» - и ответ на него остается за пределами математизированных утверждений. Ученым приходится давать ответ на данный вопрос другими средствами, прежде всего осмыслением структурного различия между «прошлым», «настоящим» и «будущим», логических особенностей утверждений о прошлом, будущем и настоящем, анализом проблемы предсказания и ретросказания и ряда других возникающих вопросов.

Теперь становится ясно, почему в математически оформленных законах возможна не только номологическая обратимость времени, фейнмановское формальное представление позитрона как электрона, движущегося попятно во времени, но и математические модели замкнутого времени. Как известно, выдающийся математик К. Гедель получил решение общей теории относительности, на основании которого возможно путешествие в любую область времени. Конечно, существует соблазн заключить, что в геделевской вселенной возможно это путешествие. Но здесь речь не идет об обратном течении времени. В модели Геделя время понимается как открытое, неограниченное множество моментов и одновременно оно замкнуто, циклично. Циклическое время можно интерпретировать как описание, которое не имеет отношения к

течению времени от прошлого к будущему и перемещению событий в этом потоке. Понятие «течение времени» является неосмысленным в языке геометрической модели.

Думается, что вообще разговор о путешествии во времени в реляционной концепции неправилен. «Путешествие во времени», реальное или воображаемое, предполагает субстанциальное время, текущее подобно реке и независимое от реальных событий. И вот в нем-то событие или объект плывут против течения. Едва ли этим свойством может обладать какое-либо явление, кроме человеческой памяти и творческого воображения.

Большинство мыслителей прошлого и настоящего согласны в том, что одним из наиболее специфических свойств времени является его течение от прошлого к будущему, или транзитивность настоящего. Это как раз то свойство, которое ни в какой мере не присуще ни пространству, ни другим проявлениям реальности. Естественно ожидать, что такая совершенная форма знания, как физика, дает если не обоснование, то хотя бы иллюстрацию течения времени. Оказывается, что ее достижения сложным образом соотносятся с этим феноменом. На уровне теоретического познания она не только не описывает течения времени, но и не формулирует номологической его анизотропии. Отвлекаясь от этих свойств времени, физические теории раскрывают более глубоко временное поведение физических объектов различного уровня сложности.

Известные законы физики допускают существование процессов, идущих в обратной, по сравнению с действительной, последовательности. Ни классическая, ни квантовая физика, ни теория относительности не дают оснований для выбора преимущественного направления событий. Вместе с тем ряд философов предпринимают попытки обосновать анизотропию времени в пределах физического теоретического знания.

Многие авторы подчеркивают основополагающую роль номологически случайных факторов для понимания направления времени. К. Поппер, например, отмечает: хотя фундаментальные уравнения инвариантны относительно временной переменной, решения уравнений для определенных начальных и граничных условий предполагают «стрелу времени». Он отрицает утверждение, что любые классические процессы обратимы. Необратимость процессов является номологически случайной в следующем смысле: законы природы, управляющие элементарными процессами, допускают временную инверсию их, но сами процессы фактически необратимы, поскольку случайное образование начальных условий, необходимых для того, чтобы эта инверсия произошла, фактически невозможно. А. Грюнбаум показал, что определенный вид номологически случайных граничных условий является необходимым для статистической необратимости

времени, основанной на энтропии. Следовательно, «номологически случайные свойства мира входят интегрально не только в энтропийный вид статистической необратимости, но также в неэнтропийный вид необратимости, утверждаемой Поппером как физической основы необратимости времени» (1).

В настоящее время, видимо, нет достаточных оснований для того, чтобы пытаться, исходя из второго закона термодинамики, объяснить направление времени даже для физических процессов. Что же касается вопроса о неэнтропийном обосновании необратимости времени, который обсуждают А. Грюнбаум и К. Поппер, то о нем можно сказать следующее: наша часть мира в настоящее время обнаруживает необратимость времени. При анализе проблемы направления времени в этих областях физического мира (если допустить, что такая постановка вопроса возможна) применима как энтропийная, так и неэнтропийная концепция. Они обе совместимы с номологической обратимостью времени и не противоречат друг другу. Как отмечалось, А. Грюнбаум показал, что и та и другая необратимость основана на номологически случайных свойствах мира. В мире существует фактическая необратимость физических процессов, которая связана с неопределенностью конкретных начальных и граничных условий. Фактическая необратимость времени находится в согласии с номологической его обратимостью.

Широкое обсуждение в литературе получили еще две попытки обосновать анизотропию времени (направленность временного порядка). Речь идет о так называемых стрелах времени. Одна из них опирается на процесс расхождения и затухания волн, другая имеет космологические основания. (Примечание. Используется термин «анизотропия времени» на том основании, что анализируется физическая теория, в которой, как мы видели, речь идет именно об изотропности или же анизотропности времени. Эти свойства опосредованно связаны с такой характеристикой времени, как «направление течения времени» и выражают свойство ненаправленности или же направленности временного порядка соответственно.) В первом случае утверждение об анизотропии времени обосновывается тем фактом, что в действительности во вселенной происходит необратимое рассеивание и затухание электромагнитных волн. В то же время законы электродинамики не запрещают ни процессы схождения волн в одну точку, ни самовозбуждение; обе последовательности состояний являются равноправными. Процесс может разворачиваться согласно закону, которому подчиняется. Этот закон разрешает его развитие по направлению к первоначальному состоянию и к достижению этого исходного

-----  
 1) Grunbaum A. Nature of Time // Frontiers of Science and Philosophy. Vol.1.1962  
 p.173

состояния. Но для того, чтобы процесс вернулся в свое первоначальное состояние, нужны необходимые граничные условия в момент «поворота» процесса вспять. Эти условия очень специфичны и должны быть созданы искусственно, поскольку в мире они практически не реализуются в силу малой вероятности или же в силу запретов, налагаемых фундаментальными физическими законами.

Аналогична по своей структуре логика обоснования анизотропии времени, опирающаяся на космологию. В этом случае предлагают анизотропию времени связать с процессом разбегания галактик в известной нам части вселенной. Процессы с противоположной последовательностью состояний не запрещаются современными теоретическими построениями, но в действительности они не реализуются. Таким образом, это обоснование тоже носит характер фактуального, или номологически случайного, обоснования.

Что же, вообще, характерно для фактуального обоснования направления - анизотропии времени? На каких допущениях оно покоится? Очевидно, что это обоснованнее исходит из реляционной концепции. Допускается правомерность обоснования свойств такого универсального феномена, как время, особенностями конкретного специфического физического процесса.

Обычно считают, что номологическая обратимость разрешает процесс, идущий с соответствующей последовательностью состояний. Затем, начиная с некоторого произвольного состояния, он начинает спонтанно, самопроизвольно, без каких-либо достаточных оснований, продолжаться в такой последовательности, которая приводит к начальному исходному состоянию. Если такой замкнутый процесс теоретически возможен, говорят, что теория дает изотропность (номологическую обратимость) времени. При этом используются жесткие допущения, даже не требующиеся фактом номологической обратимости. Именно: принимается, что обратимость присуща генетически связанным событиям-состояниям. Один и тот же процесс якобы имеет две фазы, одной из которых свойственна прямая последовательность состояний, другой - обратная предыдущей. В действительности же инвариантность физических законов относительно инверсии знака временной переменной можно интерпретировать таким образом, что они допускают существование генетически не связанных процессов, подчиняющихся одному и тому же закону, но реализующихся в различной последовательности.

Если принимается первый жесткий вариант интерпретации номологической обратимости, естественно поставить вопрос: благодаря каким условиям процесс начинает

развертываться в обратной последовательности? Видимо, он должен быть поставлен в определенные условия, которые и обуславливают развитие вспять. Это граничные, или начальные, условия. Поиски их приводят к выводу, что условия, необходимые для этого, практически не реализуются, т. е. анизотропия времени, получаемая в физической теории, носит фактуальный характер.

Другими словами, обоснование номологически случайной анизотропии времени времени не удастся дать средствами самой конкретной физической теории. Оно требует использования более широкого знания.

Таким образом, физическая теория не претендует на описание течения времени, она может описывать такие его свойства: анизотропию-изотропность и направленность-ненаправленность временного порядка. Теория дает только «серию снимков», запечатлеваемых на «киноплёнке». Необходимость же прокручивания ее для того, чтобы наблюдать становление физических событий, как раз иллюстрирует тот факт, что физическая теория своими средствами не может описывать этот процесс. Ученый знает о течении времени из своего жизненного опыта и мировоззрения. Это позволяет ему понимать время в физике как родственное по смыслу тому времени, в котором он живет и которое принадлежит миру, о котором говорит и философия, и литература, и искусство.

Интересную позицию в попытке эксплицировать понятие «направление течения времени» занимает А. В. Шубников. В работе «Проблемы дисимметрии материальных объектов» он доказывает тезис: «Время относится к большой категории физических величин, не имеющих знака (положительного или отрицательного), т. е. величин, которые не могут быть отнесены ни к положительным, ни к отрицательным. В силу этого мы склонны рассматривать операцию инверсии времени как операцию, лишенную смысла» (1) Он подчеркивает, что «вопрос о том, следует ли данную величину рассматривать как значную или беззначную, является вопросом чисто физическим и к математике никакого отношения не имеет. Однако при математических операциях с величинами совершенно необходимо знать заранее, рассматриваются ли они как значные или беззначные» (2).

В физике временная переменная является беззначной величиной - скаляром, подобными же величинами являются температура Кельвина, частота колебаний, длина волны, показатель преломления и т. д. По своему содержанию эти числа не могут быть

-----  
1) Шубников А.В. Проблемы дисимметрии материальных объектов. М. 1961. С. 44

2) Шубников А.В. там же. С.47

отрицательными и в силу очевидности их смысла они не могут быть положительными (если назвать определенную величину положительной, то следует признать и возможность отрицательного значения). Думается, что эта позиция А. В. Шубникова проводит ту точку зрения, что выражение «течение времени в определенном направлении, прямом или в обратном» в физической теории является неосмысленным.

Представление о временном потоке имеет глубокие корни. Оно пронизывает всю человеческую культуру. Это выражение понимается как осмысленное, значащее, по крайней мере, в обыденном сознании и в художественном творчестве. Оно согласуется с описанием времени как имеющем модусы: прошлое, настоящее, будущее. Выражение «однаправленный поток времени» как раз выражает тот факт, что событие, которое было возможным, будущим, становится настоящим и уходит в прошлое.

## IX

Рассмотрим теперь те аспекты времени, которые проявляют себя в процессе научного эмпирического познания, как в процессе измерения времени, так и в оперировании теми или иными материальными предметами (приборами, установками) в экспериментальном исследовании.

На всем протяжении человеческой культуры временное осознание действительности содержало в себе количественный аспект. Уже в мифологическом сознании существует представление о вечности, о далеко ушедших временах, о разделенности во времени нынешнего времени - настоящего и мифологического времени, которому посвящен миф. Вечность понимается как безграничность, открытость времени, которому нет предела, и как метрическая бесконечность его, бесконечность времени по величине. Время, по свидетельству Аристотеля, понимается и как величина и как число.

Текущее настоящего позволяла использовать счет как средство измерения времени. В результате каждому моменту времени ставилось в соответствие число. Порядок чисел натурального ряда соответствовал временному порядку раньше, чем (позже, чем). Бесконечность ряда соответствовала бесконечности и безграничности времени. Правила арифметики позволяли вычислять временной интервал между событиями. Они явились математической основой измерения времени с помощью часов (солнечных, водяных, песочных, огненных). Эти часы использовались вплоть до XIII в.

С возникновением естествознания складываются методы эмпирического познания природы. Использование соответствующих научных средств позволяло получать утверждения о фактах временного характера, таких, как: в течение 5 сек. тело прошло расстояние  $x$ ; «Два луча света начали одновременно распространяться из источников А и В». Для их получения нужно было измерить время - единственный способ эмпирического

познания, приемлемый для изучения времени, ибо наблюдать его нельзя, экспериментировать с ним тоже не удастся, а измерять его можно.

Процедура измерения времени, позволяющая получить эмпирические факты, включает в себя как необходимую составную часть оперирование материальными предметами, чувственно-практическую деятельность, поскольку исследователь осуществляет процесс измерения посредством использования системы установок и приборов, построенных на основе непроблематизируемого знания; измерение проводится в определенных реальных физических условиях: в лаборатории, на планете Земля, в космическом корабле и прочих возможных условиях существования человека или управляемого автоматизированного экспериментального устройства. Тот факт, что эмпирическое познание осуществляется субъектом, который оперирует не только понятиями, но и материальными предметами, находит свое отражение в понятии «система отсчета». Система отсчета включает в себя следующие компоненты: 1) базу - тело или систему тел, движущихся как целое по отношению к другим телам; 2) пространственную систему координат и временную координатную ось; обе они жестко связаны с базой и движутся вместе с ней; 3) жесткие измерительные стержни и комплекс изохронных часов как референты соответствующих единиц измерения; 4) источник и приемник световых сигналов, необходимых для синхронизации часов, расположенных в разных местах системы отсчета.

Система отсчета является синтезом реальных объективных условий эмпирического познания и теоретических средств, применяемых в процессе измерения. Ее свойства не могут задаваться произвольно. Она включает в себя особенности реальных физических условий, в которых осуществляются поисковые эмпирические исследования. Как показал В. А. Фок, «понятие физической системы отсчета (лаборатории) не равносильно в общем случае понятию системы координат, даже если отвлечься от всех свойств лаборатории, кроме ее движения как целого. Соответствие между физической системой отсчета и системой координат может быть однозначно установлено только для прямолинейного и равномерного движения...» (1)

Базу системы отсчета можно связать с различными координатными системами, получая при этом различные системы отсчета. Однако в физическом плане это изменение несущественно. Можно получать нетривиальный переход от одной системы к другой, если менять базу системы отсчета.

В классической физике в случае равномерного и прямолинейного движения можно

-----

Фок В.А. Квантовая физика и строение материи. Л. 1965. С. 4

говорить о совпадении системы отсчета и системы координат в том смысле, что тело отсчета можно представить физической точкой, а координатные оси являются абстракцией от абсолютно твердых стержней. Другими словами, реальные условия наблюдения не выходят за пределы правомерности идеализации классической механики. Инвариантность относительно системы отсчета означает независимость от различных физических объективных условий наблюдения исследователем изучаемых явлений (но не от системы координат). Физический принцип относительности утверждает одинаковость физических УСЛОВИЙ наблюдения в разных системах отсчета.

Использование системы отсчета в процедуре измерения времени оказалось возможным благодаря геометрической модели времени, которая реализуется введением временной оси наряду с тремя пространственными осями. Временная ось эксплицирует такие временные особенности физических объектов, как длительность (временные интервалы на временной оси), последовательность моментов времени (временная ось - некоторое упорядоченное множество моментов), однородность, непрерывность, одномерность, направленность, бесконечность, безграничность.

Каждому положению материальной точки сопоставляется временная координата. Траектория движения материальной точки описывается уравнением движения, связывающим между собой пространственные и временную координаты. Используемая в классической механике операциональная процедура сопоставления элементов эмпирической реальности математическому пространству долгое время считалась само собой разумеющейся и единственной. Эйнштейновский способ операционального определения одновременности показал, что прежний способ операциональной физической трактовки трехмерного евклидова пространства при использовании его за пределами классической механики приводит к логическим противоречиям. Создание общей теории относительности, где ученые столкнулись с картановой проблемой, со всей очевидностью показало, что фундаментальная теория должна указывать и те операциональные процедуры, посредством которых элементы математического пространства сопоставляются с эмпирическими объектами. Другими словами, неотъемлемым элементом физической теории являются правила корреспонденции, правила эмпирической интерпретации теоретических конструкторов. (Квантовая теория столкнулась с аналогичной проблемой, вводя понятие «наблюдаемой» величины, которая может быть измерена. Правда, это не коснулось времени. Квантовая механика использует в своих построениях временную переменную классической физики как параметр).

Получение эмпирических фактов о времени, его измерении осуществляется в системе отсчета экспериментатора. Это важно подчеркнуть: исследователь, измеряющий

время, входящий вместе со своей лабораторией в базу системы отсчета как макротело, в собственной, лабораторной системе отсчета пользуется геометрической моделью времени, характерной для классической механики. Он реально пользуется часами, измерительными стержнями, световыми сигналами; в его системе отсчета господствует ньютоновское время, характеризующееся конгруэнтностью временного интервала, однородностью, бесконечностью, безграничностью, одномерностью, непрерывностью. На систему отсчета, в которой производится измерение, не распространяются выводы теории относительности, поскольку в последней речь идет об изучаемом объекте, а не о средствах изучения объекта. На измерительные инструменты не распространяются выводы теории, так как теория измерения является как бы предварительным условием, предпосылкой эмпирического, а, следовательно, косвенным образом и теоретического познания. Еще А. Эйнштейн указывал на определенную дисгармонию утверждений о пространстве и времени в релятивистских формулах и в теории измерения. В релятивистском случае формулы относятся к изучаемому объекту, а ньютоновские представления - к средствам, с помощью которых измеряется время.

В эмпирических исследованиях может ставиться вопрос о направлении течения времени. Это обусловлено тем, что здесь речь идет не только о теоретических исследованиях, но и о практической деятельности ученого как живого реального человека с материальными предметами – приборами, установками, объектом исследования.

Реальное оперирование с материальными предметами в процессе эмпирического познания показывает неравнозначность отношения «раньше, чем» и «позже, чем». В этом случае будет преодолеваться номологическая обратимость времени. Так, можно осуществить эксперимент, который не противоречит теории, а находится в полном согласии с законами классической механики, но в котором отношение «раньше, чем» носит некоторый выделенный характер и его нельзя заменить на «позже, чем», ибо при этом изменится изучаемый процесс. Пусть экспериментально изучается движение шара. Шар движется из точки А в точку В. Если на пути движения шара между А и В поставить препятствие в точке С (находящейся между А и В) до того, как шар пройдет точку С, то он при соответствующих физических условиях вернется в точку А. Если же барьер поставить в точке С после того, как шар ее уже пройдет по направлению к В, то шар будет продолжать свое движение к В. Эта экспериментальная ситуация показывает, что в физическом исследовании используются временные представления и в других формах, не зафиксированных в системе утверждений теории. Они соответствуют процедурам экспериментального исследования природы. Оперирование с материальными предметами, выход за пределы чисто теоретической деятельности позволяют утверждать

необратимость реального процесса в противоположность тому, что утверждается в его теоретической реконструкции. Фундаментальные законы классической механики, которые управляют движением шара вдоль линии АВ, инвариантны относительно временной инверсии. Но это не означает, что можно менять местами «раньше» и «позже» в физическом экспериментальном исследовании. Реальная предпочтительность процесса, идущего в определенном направлении по сравнению с обратным его ходом, которую мы наблюдаем в действительности связана с внетеоретическими обстоятельствами. В отличие от теории процедура измерения времени вводит направленность времени.

Знание, полученное на этой стадии, тесно связано с научной картиной мира, с онтологическими представлениями. Утверждения, формулируемые на эмпирическом уровне научного познания, относятся не к абстрактному (теоретическому) объекту, как это имеет место в теории, а являются описанием явлений материального мира, с которым человек сталкивается в своей практической деятельности. Поскольку еще не применяются жесткие идеализации, характерные для теоретического познания, удастся получить в некоторых отношениях более богатые представления о времени, недоступные теоретическому познанию; одновременно ряд свойств времени не удастся изучить в рамках эмпирического знания.

Сама процедура получения эмпирических фактов о времени невозможна без предпосылок. Любое измерение пространственно-временных характеристик исходит из того, что лабораторная система отсчета наблюдателя, то есть локальное пространство и время, являются выделенными, особыми по сравнению с временной структурой всего «остального» материального мира. Обычно все решения, которые дедуцируются из теории и претендуют на опытную проверку, приводятся к локальному (однородному, абсолютному) времени системы отсчета наблюдателя. Самой эмпирической процедуре логически предшествует установка на выявление и обеспечение тех условий, при которых она возможна.

Если эмпирическое познание вводит направленность времени, преодолевая ограниченность теоретического знания, то оно не в состоянии познать такие его свойства, как непрерывность (поскольку эмпирические факты всегда дискретны во времени) или бесконечность (в опыте мы всегда имеем дело только с конечными величинами), или же установить взаимосвязь пространства и времени, хотя эмпирическая деятельность и осуществляется всегда в определенном месте пространства и в определенный момент времени.

Теория измерения времени - это плод длительного развития физики: с развитием науки эволюционирует и процедура измерения времени, дающая возможность получить

определенную совокупность эмпирических фактов. Для измерения времени нужен эталон. Когда измеряется пространственное расстояние, можно прилагать к измеряемому предмету измеряющий стержень (эталон). Чтобы измерить время, т. е. приложить эталон-час к текущему времени, нужно остановить время, вытянуть моменты в актуально сосуществующий ряд. Избавиться от течения времени, представить мир вне становления - вот задача, которую следует выполнить, если мы хотим измерить время. Именно это осуществляется в процессе геометризации времени. Поскольку в используемой модели элиминирована текучесть «настоящего» и она отвлекается, абстрагируется от перехода эталона-часов от прошлого через настоящее к будущему, отношение моментов «раньше-позже» на временной оси указывается на основании предварительной осведомленности о направлении течения времени. В традиционной физике это признается неявно.

Процедура измерения времени предполагает исследование количественными методами явления, уже известного в определенной степени с содержательной стороны. Прежде чем измерять, выясняют, что нужно измерить, какое качественно определенное явление изучается; применительно к качественной определенности разрабатывается метод измерения. Чтобы ввести единицу измерения, необходимо уже на содержательном, качественном уровне представлять это явление. Процедура измерения обогащает и как бы развертывает это содержание. Качественная сторона явления фиксируется и в использовании единицы измерения. В секундах не измеряют мощность, в ваттах не измеряют время. Если введена единица измерения времени «секунда», это означает, что измерение основано на знании явления времени, что определенный содержательный его анализ осуществлен вне и до процедуры измерения.

Процедура измерения любой величины опирается на определенные представления о времени. Так, когда вводится единица измерения (длины, величины тока, количества информации, температуры и т. д.), предполагается, что ход времени не влияет на эталонный процесс, т. е. допускается однородность времени, по крайней мере, локально, в системе отсчета экспериментатора. Более того, используется идеализация абсолютной одновременности событий на том этапе процедуры измерения, когда фиксируется показание приборов и допускается, что состоянию прибора и изучаемого объекта присуща одновременность. В любом измерении фиксируется одновременность двух событий, •это отмечал еще А. Пуанкаре. Другими словами, процедура получения эмпирической информации о любом явлении опирается на элементы ньютоновской концепции времени применительно к лабораторной системе отсчета, т. е. локально.

Введение временных представлений в ткань эмпирического исследования обусловлено тесным контактом его с мировоззрением, обыденным сознанием, с реальной

жизнедеятельностью людей. Таким образом, в процессе получения научной эмпирической информации о мире реализуется тесный контакт, связь научного познания с тем культурным фоном, в котором осуществляется осознание действительности. И уже на этом уровне научное познание эксплицирует некоторые аспекты понимания времени.

## Х

Необходимо отметить, что понятие «время» - это научное понятие иного рода, чем обычные термины теории в специальных науках, такие как «спин», «атом», «скорость». Это понятие относится к числу не только междисциплинарных, общенаучных, но оно является общкультурным. В конкретно-научном познании его значение подвергается некоторому сужению, ограничению своего содержания, обусловленному применяемой в познании системой идеализации и принципов. Та «часть» значения понятия времени, которая остается вне эмпирического и теоретического познания, задается научной картиной мира, мировоззрением, всей категориальной структурой, стилем мышления эпохи.

Современная физика расширяет, углубляет наше понимание времени, открывает новые особенности временной структуры мира. Вместе с тем оказывается, что она не может обойтись без временных предпосылок. Важнейшей из них является утверждение о направленности времени.

История науки знает примеры, когда ученые апеллировали к философским аргументам или к обыденным представлениям, обосновывая утверждения о времени, вводимые ими в теоретические построения. Так, А. Эйнштейн, разделявший причинную теорию направленности времени, полагал, что в силу необратимости причинно-следственной связи время однонаправлено. Известный английский астроном Е. А. Милн, вводя представление о часах, указывает, что направление времени известно человеку из психологических обстоятельств. Астроном Т. Гоулд замечает, что «часы не знают смысла своего тикания», это человек знает, что время идет вперед (1), А.А.Фридман подчеркивал, что физика скромна в отношении времени: она говорит только об измеримом времени. и т.д.

Наряду в огромным авторитетом физических представлений о времени в естествознании развивалось стремление преодолеть физикалистское истолкование времени. В естественных науках активно используются выражения геологическое время, биологическое время, географическое и др.

Выдающийся мыслитель академик В.И.Вернадский, оказавший большое

-----

1) Gold Th. Cosmic processes and the nature of time// Mind and Cosmos. Vol. 3.

влияние на развитие естествознания и философии, высказал идею, что природа есть целостность вещества, времени и пространства, которые нельзя оторвать друг о друга, и 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. В науке XX века впервые объектом научного исследования становится время, долгие века находившееся вне интересов науки. В.И.Вернадский подчеркивал, что в двадцатом веке стало ясно, 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.

В.И.Вернадский трактует время как часть реального мира, органически в нее включенную. Исторически изменчивый, 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 есть геометрическое время Минковского и не время механики и теоретической физики, Галилея или Ньютона. Текущность времени в единстве с природными процессами не находит своего выражения в физическом времени. Он писал, что представление Минковского и его предшественников о времени, как о четвертом измерении пространства, представляет собой математическое отвлечение, логически не имеющее почвы в научной реальности, фикция, не отвечающая реальному содержанию науки, ее представлению о времени. Время не есть измерение метрической геометрии. В геометрии, конечно, время может быть выражено вектором. Но такое его выражение совсем не охватывает всех его свойств в природных явлениях, изучаемых натуралистом, и ничего ему реального в смысле знаний не дает. Оно ему не нужно.

Для натуралиста оказывается важным как раз то свойство времени, которое было несущественным для физика – свойство течения; физику достаточно было описать время как порядок: «Бренность жизни нами переживается как время, отличное от

обычного времени физика»(1) и «Великая загадка вчера-сегодня-завтра, непрерывно 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» (2.). 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»(3).

Другие естественные науки и, прежде всего, биология осознают ограниченность геометрических моделей времени, построенных в физике, и пытаются преодолеть их. Это обусловлено во многом тем, что специфика предметной области требует учета исторического характера изучаемого объекта, процесса его развития, а тем самым таких модусов времени как прошлое, настоящее, будущее. В настоящее время 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, да и в науке вообще, 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 животных организмов и развивал идею, что организмы обладают своим собственным временем, которое в книге «Рост и органическое время» (1943) 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 выделяет 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

-----

1) Вернадский В.И. Проблема времени в современной науке // Известия АН СССР.

Отделение математических и естественных наук, 1932, № 4. С.534

2) Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга I. Пространство и время в живой и неживой природе. М.: 1975. С. 45

3) Вернадский В.И. Там же. С. 44

противостоит физическому, но организует его и тем самым наделяет биологическое время специфическими свойствами (Михайловский Г.Е.).

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 время, совпадающее 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 выше названными направлениями, развивается исследовательская программа А.П.Левича на базе математических теории систем и теории категорий. 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.

Теории и законы сформулированы в естествознании 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, после своего создания отчужденное от людей и безразличное к их мирским интересам.

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 конкретно-научного познания. 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, регламентирующего 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. При этом будущее выступает не в значении чего-то чуждого человеку, неотвратно надвигающемуся. 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 связанное с ним понимание времени.

## Литература

1. Аристотель. Физика // Аристотель. Соч. в 4-х томах. Т.3. Изд-во «Мысль». М. 1981. Книга 4.
2. Августин Аврелий. Исповедь. В кн.: Августин Аврелий. Исповедь. Петр Абеляр. История моих бедствий: Пер. с латин. - М.,1992
3. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга I. Пространство и время в живой и неживой природе. М.: 1975
4. Вернадский В.И. Проблема времени в современной науке // Известия АН СССР. Отделение математических и естественных наук, 1932, № 4.
5. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. II. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.- Л. 1939
6. Владимиров Ю.С. Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий. – М. 1987.
7. Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М. 1969
8. Дойч Д. Структура реальности. – Ижевск., 2001.
9. Дубровский В.Н. Концепции пространства-времени. М., 1991.
10. Казарян В.П. Понятие времени в структуре научного знания. М. 1980
11. Клименкова А.Е. Физическая необратимость – проявление или причина анизотропии времени? // Вестник Московского университета, № 2, 1995.
12. Клини С.К. Введение в математику. М., 1967
13. Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть 1. Междисциплинарное исследование. М.: Изд-во МГУ. 1996. 304 с.
14. Козырев Н.А. Избранные труды. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та. 1991. 445 с.
15. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Потапов А.Б. Синергетика – новые направления. М., 1989.
16. Левич А.П. Время как изменчивость естественных систем: способы количественного описания изменений и порождение изменений субстанциональными потоками// времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Часть 1. Междисциплинарное исследование. М.: Изд-во МГУ. 1996.
17. Лейбниц Г.В. Собр.соч. в 4-х томах.. Т.1. М. 1982
18. Любинская Л.Н., Лепилин С.В. Философские проблемы времени в контексте междисциплинарных исследований. М. Прогресс-Традиция. 2002
19. 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
20. Молчанов Ю.Б. Четыре концепции времени в философии и физике. М. 1977
  21. Ньютон Ис. 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.
  22. Пригожин И. От существующего к возникающему. М., 1985.
  23. Рейхенбах Г. Направление времени. М. 1962
  24. Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. М. 1985
  25. Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.,1962.
  26. Уитроу Естественная философия времени. М.
  27. Фридман А.А. Мир как пространство и время. М. 1965
  28. Хокинг С., Пенроуз Р. Природа пространства и времени. – Ижевск, 2000.
  29. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М. 1965-1967
  30. Everett H. “Relative state” Formulation of Quantum Mechanics // Rev. of Modern Physics. 1957. V.29. № 3. P. 454-462.
  31. Milne E.A. Kinematic Relativity. Oxford, 1948.
  32. Penrose R. On the origins of twistor theory. In Gravitation and Geometry. Ed. W.Rindler and A.Trautman. Bibliopolis, Naples. 1986.
  30. Weyl H. Philosophy of Mathematics and Natural Science. Princeton. 1949