

И.А. Хасанов

ФИЗИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ

Москва, 1999

УДК – 1Ф

Хасанов И.А. Физическое время. – М., ИПКГосслужбы, 1999.

В настоящей монографии показано, что равномерность является не абсолютным, а соотносительным свойством сравниваемых между собой процессов. Обосновывается принципиальная возможность существования неограниченного множества классов соравномерных процессов. Рассматривается класс «инерциально-равномерных» движений, лежащий в основе физического времени, и обосновывается положение о том, что равномерность (однородность) физического времени обеспечивается подчиненностью закрытых консервативных динамических систем закону сохранения энергии. Анализируются свойства физического времени: многоуровневость, дискретность и непрерывность.

Книга предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов, а также для всех, кто интересуется философскими проблемами естествознания.

ISBN 5-8081-0030-5

© Хасанов И.А., 1999

© Институт повышения квалификации
государственных служащих, 1999.

Введение

Трудно найти в современной науке другое такое понятие, как время, которое сочетало бы в себе интуитивную ясность и легкость использования при экспериментальных и теоретических исследованиях с отсутствием позитивного определения своего содержания. На сегодняшний день сложилась парадоксальная ситуация: мы умеем с огромной точностью измерять время, но не знаем, что же мы с такой степенью точности измеряем.

Поскольку речь идет о времени, измеряемом обычными часами, то можно было бы предположить, что объект измерения известен физикам. Но, как совершенно справедливо пишет Ю.И. Кулаков, «в научной физической литературе избегают давать определения пространства и времени, предполагая при этом, что каждый человек имеет на этот счет какие-то первоначальные представления. Общепринята и широко распространена интуитивная концепция времени, согласно которой время выступает как нечто движущееся. Выражение “время проходит” <...> всегда ассоциируется с некоторым равномерным потоком неясной природы, текущим в одном направлении»¹.

В современной физике общепринятым остается идущее от А. Эйнштейна операциональное определение времени как физического параметра, который измеряется общепринятыми единицами при помощи обычных часов². Введенный таким образом параметр «t» играет в экспериментальной и теоретической физике весьма важную роль. И хотя определение времени в содержательном плане до сих пор остается чисто феноменологическим, выявленные в физике функциональные связи параметра «t» с другими физическими величинами и возможность исследовать эти связи создают иллюзию, будто само время, а не

¹ Кулаков Ю.И. Время как физическая структура // Развитие учения о времени в геологии. - Киев: "Наукова думка", 1982, с. 126.

² Вот как вводит понятие «время» А. Эйнштейн: «Желая описать движение какой-нибудь материальной точки, мы задаем значения ее координат как функций времени. При этом следует иметь в виду, что подобное математическое описание имеет физический смысл только тогда, когда предварительно выяснено, что подразумевается здесь под "временем". Мы должны обратить внимание на то, что все наши суждения, в которых время играет какую-либо роль, всегда являются суждениями об *одновременных событиях*. Если я, например, говорю: "Этот поезд прибывает сюда в 7 часов," - то это означает примерно следующее: "Указание маленькой стрелки моих часов на 7 часов и прибытие поезда суть одновременные события"» /А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. 1. Работы по теории относительности. 1905-1920. – М.: Наука, 1965, с. 8/ (Курсив автора. -И.Х.). «Обычно мы измеряем время с помощью часов. При этом часами мы называем систему, которая автоматически повторяет один и тот же процесс. Число уже повторившихся процессов такого рода, причем за первый можно принять любой процесс, и есть **время, измеренное часами**. Показания часов, одновременные с некоторым событием, мы называем временем события, измеренным этими часами» /Там же, с. 416/ /Выделено нами. - И.Х./.

См. также: /Эйнштейн, 1965, т. 1, с. 107-108, 149-159, 180-181, 542; т. 2, с. 747-748/.

феноменологически введенный и в онтологическом плане неопределенный параметр « t » является объектом изучения физики³. Вместе с тем, как мы уже отметили, было бы тщетно искать в работах физиков содержательного ответа на вопрос: «Что есть время?». Тем не менее остается бесспорным факт, что именно в экспериментальной и теоретической физике «время» как своего рода «независимая переменная бытия» впервые обрело фундаментальное значение и позволило глубоко проникнуть в физические законы микро-, макро- и мегамира.

Что же собой представляет измеряемый общепринятыми единицами и обычными часами физический параметр « t »?

Обратимся за ответом на этот вопрос к выдержавшему несколько изданий и переведенному на ряд европейских языков курсу по физике для высших учебных заведений профессора МФТИ Д.В. Сивухина, в котором достаточно подробно рассматриваются вопросы измерения времени. Как и любая физическая величина, считает Д.В. Сивухин, время характеризуется некоторыми числами, и задача измерения времени заключается в том, чтобы «выяснить, с помощью каких принципиальных измерительных операций эти числа могут быть получены. Тем самым устанавливается и точный смысл самих этих чисел»⁴. Таким образом, "точный смысл" времени как физической величины, согласно автору, определяется теми операциями, при помощи которых измеряется время.

Что же такое "часы"? «Под часами понимают любое тело или систему тел, в которых совершается периодический процесс, служащий для измерения времени», и далее в качестве примеров подобных процессов автор указывает на «колебания маятника с постоянной амплитудой, вращение Земли вокруг собственной оси относительно Солнца или звезд, колебания атома в кристаллической решетке, колебания электромагнитного поля, представляемого достаточно узкой спектральной линией, и пр.» /Там же/. Основное требование, которое предъявляется к часам, - это равномерность их хода. Но Д.В. Сивухин вполне резонно замечает, что «убедиться в одинаковости следующих друг за другом промежутков времени можно только в том случае, когда мы уже располагаем равномерно идущими часами» /с. 25/. Выйти из этого замкнутого круга автор считает возможным только путем соглашения. «Надо условиться считать какие-то часы п о о п р е д е л е н и ю равномерно идущими. Такие часы должны рассматриваться как э т а л о н н ы е или основные часы, по которым должны градуироваться все остальные» /с. 25/. Далее он пишет, что в принципе любые часы могут быть приняты за эталонные. При этом выдвигается дополнительное требование, а именно: «эталонные часы должны быть достаточно "хорошими" и

³ Так, например, физик А.Д. Чернин пишет, что «изучение времени в его конкретных взаимных связях с пространством, веществом, движением - задача физической науки» (А.Д. Чернин. Физика времени. - М.: Наука, 1987, с. 209)

⁴ Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 1. Механика: Уч. пособ. для вузов/ Изд. 3-е исправл. и доп. - М.: Наука, 1989, с. 24. (Здесь и далее повторные ссылки даются в тексте).

прежде всего обладать высокой воспроизводимостью». /Там же/. «Это означает, что если изготовить с возможной тщательностью много "одинаковых" эталонных часов, то они с большой точностью должны идти одинаково, независимо от того, изготовлены ли они одновременно или между моментами их изготовления прошло длительное время. Например, песочные часы дают несравненно худшую воспроизводимую, чем маятниковые часы» /Там же/.

Однако при этом не учитывается, что если у нас нет никакого иного способа измерять время, помимо этих "стандартных" часов, то и нет способа сопоставлять между собой ходы двух разнесенных во времени "одинаковых" часов.

Таким образом, в учебном пособии Д.В. Сивухина нет ответов на вопросы о том, какова природа той физической величины, которая именуется "временем", и на чем основана уверенность в том, что общепринятые единицы измерения времени представляют собой самоконгруэнтные интервалы длительности, если только не признать вместе с автором, что самотождественность этих единиц имеет конвенциональный характер, поскольку мы условились считать, что длительности периодов обращения Земли вокруг оси всегда равны друг другу.

Лаконично и предельно точно удалось охарактеризовать общепринятые в современной физике представления о времени крупнейшему физики современности Р. Фейнману.

«Разберем сначала, что мы понимаем под словом *время*. Что же *это такое*? Неплохо было бы найти подходящее определение понятия "время". В толковом словаре Вебстера, например, "время" определяется как "период", а сам "период" - как "время". Однако пользы от этого определения мало. Но и в определении "время - это то, что меняется, когда больше ничего не изменяется" не больше смысла. Быть может, следует признать тот факт, что время - это одно из понятий, которое определить невозможно, и просто сказать, что это нечто известное нам: это то, что отделяет два последовательных события!»⁵ (Курсив автора. - И. Х.).

То обстоятельство, что авторы за разъяснением термина "время" обращаются к толковому словарю Вебстера, а не к трудам своих коллег-физиков, является косвенным свидетельством того, что и в работах других физиков нет ответа на этот вопрос.

Приведенными рассуждениями, собственно, и ограничиваются попытки Р. Фейнмана и его соавторов определить, что такое время. Далее они отмечают, что дело не в том, как дать определение понятия "время", а в том, как его измерить, и в качестве одного из способов измерения рассматривают использование регулярно повторяющихся периодических процессов. Но как проверить, являются ли длительности разных периодов одного и того же периодического процесса одинаковыми? С этой целью, считают авторы, можно исследуемый пе-

⁵ Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике: 1. Современная наука о природе. Законы механики; 2. Пространство. Время. Движение. - М.: Мир, 1976, с. 87.

риодический процесс сравнить с другим, например, регулярно следующие друг за другом дни с таким "периодическим процессом", как непрерывное переворачивание песочных часов, как только в них высыпаются последние крупинки песка. При этом предполагается, что если соотношение их периодов остается постоянной величиной, то это свидетельствует об их регулярной периодичности. Однако авторы вполне осознают, что здесь остается недоказанной действительная периодичность этих процессов. «Нас могут спросить: а вдруг есть некое всемогущее существо, которое замедляет течение песка ночью и убыстряет днем? Наш эксперимент, конечно, не может дать ответа на такого рода вопросы. Очевидно лишь то, что периодичность одного процесса согласуется с периодичностью другого. Поэтому при *определении* понятия "время" мы просто будем исходить из повторения некоторых очевидно периодических событий» /с. 88/.

Таким образом, хотя физика и претендует на монопольное изучение времени в его конкретных проявлениях, тем не менее в научной и учебной литературе физики избегают давать определение понятия времени, а все пояснения этого термина опираются на операциональное определение времени как измеряемого обычными часами физического параметра.

Подобная ситуация наводит некоторых исследователей на мысль о том, что понятие времени – это одно из наиболее фундаментальных, интуитивно ясных и не поддающихся определению понятий современной науки. «В нынешней парадигме естествознания, - пишет А.П. Левич, - вопрос “Что есть время?” воспринимается как наивный или вненаучный; большая часть человечества либо считает ответ на этот вопрос понятным для себя без особых дефиниций, либо, что ответ содержится в таком-то из учебников физики. Но, на самом деле, во всех построениях теоретической физики время всегда является базовым понятием, исходным, лежащим в основе всех наших динамических построений – последние вообще приобретают физический смысл, благодаря понятию времени, так что структура самого времени как физического объекта с самого начала постулируется максимально простой»⁶. Поскольку время – это одно из неопределяемых понятий науки, а способ его измерения устанавливается конвенционально, то, - считает А.П. Левич, - познание времени сводится к созданию таких “конструкций времени”, которые наилучшим образом отражали бы интуитивные представления о времени представителей разных наук⁷.

⁶ А.П. Левич. Метаболическое время естественных систем // Системные исследования. Методологические проблемы / Ежегодник. 1988. - М.; Наука, 1989, с. 307.

⁷ См.: А.П. Левич. Субстанционное время естественных систем // Вопросы философии, 1996, 1, с. 57-69; Его же: Научное постижение времени // "Вопросы философии", 1993, 4, с. 115-124.

Однако широко распространенное представление о том, что в современной физике способ измерения времени устанавливается конвенционально, требует своего разъяснения. Когда вслед за А. Пуанкаре утверждают, что способ измерения времени устанавливается конвенционально исходя из принципов удобства, а не истинности того или иного способа измерения времени, то не всегда учитывают, что под «удобством» А. Пуанкаре понимал не бытовую комфортность, а достижение максимальной простоты описания «во времени» исследуемых материальных процессов. Последнее же возможно в том случае, если используемые способы хронометрирования материальных процессов позволяют открывать объективные законы, которым подчиняются эти процессы. Поэтому далеко не случайно, что все те авторы, которые провозглашают конвенциональность способов измерения времени, неизменно пользуются общеизвестными часами и общепринятыми единицами, демонстрируя тем самым, что выбор единиц и способов измерения не столь произволен. Это во-первых. А во-вторых, в случае принятия тезиса о конвенциональности способов измерения времени теряет смысл проблема повышения точности его измерения. Следовательно, в рамках современной физики свобода выбора единиц и способов измерения времени весьма ограничена. Мы можем, конечно, выбирать разные единицы и способы измерения времени, но если мы хотим сохранить неизменной физическую картину мира, то выбранные нами единицы должны быть эквивалентны «секунде» - фундаментальной единице Международной системы единиц физических величин СИ (SI).

Если среди физиков и некоторой части философов существует мнение, что время является объектом познания физики, то значительная часть отечественных и зарубежных философов убеждена в том, что время – это философская категория и поэтому познание времени – задача философии. С этой точки зрения, физика имеет дело не со «временем как таковым» или «истинным временем», а лишь с некоторой «абстракцией часов». «Истинное время» - это сам непрерывно протекающий процесс «становления» материального мира. Измерение же времени – это не философская, а естественнонаучная и притом уже решенная современной физикой проблема.

Сосуществование в современной науке подобных диаметрально противоположных подходов к проблеме времени обусловлено, на наш взгляд, тем, что в философии и естествознании одним и тем же словом «время» обозначается как философская категория, так и естественнонаучное понятие времени⁸. Для

⁸ Как совершенно справедливо пишет В.П. Казарян: «В терминологическом плане философское понятие времени и физический термин "время" ничем не отличаются друг от друга. Это обстоятельство связано с тем, что в истории философии и науки было принято считать, что время есть нечто единое, универсальное, однотипное, и поэтому нет никакого смысла вводить новые термины.

Терминологическая неясность явилась источником многих недоразумений. В некоторых работах термин "время" в физике (физическое время) стал отождествляться с понятием

того чтобы корректно развести эти понятия и определить характер их взаимосвязи, необходимо выяснить онтологическое содержание и гносеологический смысл общепринятого способа измерения времени. Недостаточная философская осмысленность измерения времени не только вызывает серьезные недоразумения, но и лежит в основе многих нерешенных проблем современной науки. В частности, до сих пор остается открытым вопрос о том, насколько правомерно измерять длительность, например, процессов развития эмбрионов живых организмов в «детлафах», эволюции побегов растений – в «пластохронах», геологических процессов – в «дарвинах» или «бубновах».

1. Физический смысл абсолютного времени классической физики

Существует устойчивое мнение, что «при философском анализе представлений о пространстве и времени, выдвинутых Ньютоном и положенных затем в основу всей классической физики, прежде всего следует отметить историческую преемственность основных идей о пространстве и времени древних атомистов и особенно Демокрита»⁹ и что учение Аристотеля о времени не имеет отношения к формированию идеи абсолютного времени ньютоновской механики¹⁰. Однако анализ истории становления идеи абсолютного времени классической физики показывает, что идея «абсолютного, истинного математического времени» ньютоновской механики начала формироваться еще задолго до XVII столетия в результате длительного развития и затем слияния в единой концепции, с одной стороны, аристотелевского учения о времени как мере движения, а с другой – идущих от Парменида, Платона и неоплатоников представлений о длени и длительности как об атрибуте истинного бытия, т.е. вечности¹¹.

Аристотель полагал, что пригодное для измерения времени движение должно удовлетворять трем требованиям, а именно: это движение должно быть равномерным, общеизвестным и наиболее простым. Всем этим требованиям, считал Аристотель, удовлетворяет только суточное вращение последней, «восьмой» небесной сферы, или, иначе, «сферы неподвижных звезд». Но уже во II веке н.э. Гиппархом (ок. 180 или 190 - 125 гг. н.э.) была открыта прецессия, и таким образом оказалось, что «сфера неподвижных звезд», помимо суточного

времени в философии. Отсутствие различных терминов в физике и философии - одна из причин неправомерного отождествления временной переменной физики с философским понятием времени» (В.П. Казарян. Относительно представления об обратном течении времени // Вопросы философии, 1970, 3, с. 101).

⁹ В.И. Свидерский. Философское значение пространственно-временных представлений в физике. - Л.: ЛГУ, 1956, с. 52.

¹⁰ См.: М. Бунге. Пространство и время в современной науке// "Вопросы философии", 1970, 7, с. 83; Ю.Б. Молчанов. Проблема времени в философии Аристотеля // "Философские науки", 1977, 1, с. 62.

¹¹ См.: И.А. Хасанов. Феномен времени. Часть 1. Объективное время. – М., 1998, гл. 2.

вращения, имеет еще медленное прецессионное движение с периодом полного оборота в 26 000 лет. Для того, чтобы объяснить это явление и в то же время сохранить идею равномерного кругового вращения небесных сфер, в общепринятой в средние века аристотелевско-птолемеевской системе мира за видимой "восьмой" небесной сферой помещалась не имеющая на себе никаких небесных тел и, следовательно, невидимая "девятая" сфера, которой и приписывалось равномерное суточное вращение. При этом предполагалось, что равномерное суточное вращение последней, "девятой", сферы передается всем нижележащим сферам, которые, однако, имеют и собственные равномерные движения. Поэтому философы и астрономы средневековья, рассматривая вслед за Аристотелем время "первого движения" (т.е. суточного вращения "небесной сферы") как наиболее отвечающее основным требованиям, предъявляемым ко времени "в наиболее собственном смысле" (Жан Буридан) или в наиболее "основном значении" (Альберт Саксонский), имеют в виду уже не видимое суточное вращение "восьмой" сферы, а невидимое, но, с точки зрения астрономов и философов средневековья, вполне реальное, равномерное вращение "девятой" сферы.

Но при таком понимании "наиболее истинной" меры времени и движения эта мера оказывается недоступной для большинства людей. И действительно, как указывает Ж. Буридан (ок. 1300-ок. 1358), при измерении времени к первому движению, как к первой и наиболее собственной мере всех прочих движений, прибегают не простые люди, а астрономы, которые «пользуются при своих расчетах указанным движением [т.е. первичным движением последней движущейся сферы. - В.З.] как временем, основываясь не на чувственном познании (*per noticiam sensitivam*), а на умственном рассуждении (*per ratiocinationem intellectualem*), когда хотят узнать положение светил в отношении друг друга и в отношении нас»¹².

Равномерное суточное движение невидимой "девятой" сферы во времена Ж. Буридана осознается уже как чисто мысленный компонент видимого движения "небесной сферы", который определяется астрономами путем математических расчетов. Что же касается простых людей, то они, как отмечает Ж. Буридан, при определении времени, в отличие от астрономов, пользуются такими движениями, которые познаются "путем чувств и воображения". Так, они часто в качестве меры времени используют наиболее явное для чувств видимое движение Солнца, а люди ручного труда нередко «... пользуются своей работой как движением, позволяющим определять время». Поскольку они привыкли определять величину произведенной работы и она им хорошо известна, «они часто измеряют ею другие движения, даже движение Солнца. В самом деле: когда они не видят Солнца, то по количеству произведенной работы заключают, что теперь три часа и пора обедать» /Там же, с. 41/.

¹² Цит. по: В.П. Зубов Пространство и время у парижских номиналистов XIV в. (К истории понятия относительного движения) //Из истории французской науки. - М., 1960, с. 40.

Таким образом, по мере накопления астрономических знаний и развития повседневной практики измерения времени происходит "расщепление" первоначально единого, равномерного и доступного для непосредственного отсчета времени на абсолютно равномерное, но недоступное для непосредственного измерения и употребляемое только астрономами "математическое время" и измеряемое при помощи реально наблюдаемых физических процессов относительное, неточное время, используемое в повседневной практике людей. При этом вполне естественно вставали вопросы о том, что собой представляют и как связаны между собой времена, измеряемые при помощи различных и, в том числе, лишь мысленно представляемых движений. В ходе дискуссий формировалось и уточнялось представление о двух принципиально различных типах времени, а именно, об абстрактном "математическом времени", используемом астрономами при их вычислениях, и "физическом времени", измеряемом при помощи тех или иных конкретных материальных процессов.

В эволюции аристотелевского учения о времени нетрудно увидеть логику становления ньютоновских представлений об "абсолютном, истинном математическом времени", протекающем равномерно «само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему» (Ньютон), и об относительном, кажущемся или обыденном времени, которое «есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: час, день, месяц, год»¹³.

Таким образом, понятие истинного, абсолютно равномерного математического времени первоначально было связано с суточным вращением невидимой «девятой» небесной сферы, представляющим собой отражение суточного вращения Земли вокруг своей оси.

С крушением геоцентрической картины мира этот процесс «абстрагирования» истинного времени от материальных движений должен был завершиться полным отрывом используемого астрономами "равномерного времени" от каких бы то ни было материальных процессов, в результате чего наиболее равномерное, наиболее "истинное" время, время "в наиболее собственном смысле" превратилось в некий абстрактный равномерный и не связанный с материальными процессами "поток" часов, суток, лет и т.д. и стало осознаться как некая универсальная астрономическая, а возможно, и вообще "математическая" независимая равномерная переменная величина¹⁴. В связи с этим перед основополож-

13 И. Ньютон. Математические начала натуральной философии /Пер. с латинского и комментарии А.Н. Крылова: Репринтное воспроизведение издания 1936 г. - М.: Наука, 1989, с. 30.

14 И действительно, "переменные величины" в математике первоначально трактовались как величины, зависящие от равномерно текущего времени. Так, Исаак Барроу (1630-1677), оказавший большое влияние на И. Ньютона, рассматривал время как "абсолютное количество", а «геометрические кривые для Барроу - в сущности кинематические, так как изменения, выра-

никами классической механики встала проблема практического измерения «абсолютного, истинного математического времени».

Если «абсолютное, истинное математическое время» – это время, которое «само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно», то необходимо выявить среди всего многообразия материальных процессов такие, которые позволяли бы как можно более точно измерять это абсолютное, истинное время.

Дело в том, что невозможно непосредственно сопоставлять между собой следующие друг за другом во времени интервалы длительности и установить, произошли ли одинаковые изменения наблюдаемого процесса за одинаковые интервалы длительности. Поэтому были нужны какие-то не предполагающие измерение времени критерии равномерности материальных процессов.

Такие критерии были предложены Ж.-Л. Д'Аламбером (1717-1783).

Д'Аламбер, как и Ньютон, считал, что «время по своей природе течет равномерно»¹⁵, но поскольку мы не можем непосредственно воспринимать время, то вынуждены для его измерения прибегать к чувственно воспринимаемым движениям, причем для этой цели в принципе пригодны любые, в том числе и неравномерные движения. Однако, замечает д'Аламбер, «при помощи неравномерного движения невозможно было бы измерять время, не зная откуда-нибудь заранее, какая связь между отношением времен и отношением пройденных путей соответствует данному движению» /с. 46/. Для того, чтобы использовать неравномерное движение для измерения времени, необходимо знать уравнение этого движения, которое можно рассматривать как уравнение, выражающее «не соотношение между пространством и временем...», а «соотношение между отношением частей времени к единице времени и отношением частей пройденного пространства к единице пространства» /с. 19/. Но уравнение движения, отмечает д'Аламбер, мы можем знать только из опыта, который предполагает, «что уже имеется вполне определенная мера времени» /с. 46/.

Поэтому для измерения времени мы должны искать «такой частный вид движения, при котором связь между отношением промежутков времени и отношением пройденного пути известна независимо от каких бы то ни было допущений, а просто в силу природы самого движения» /с. 45/. А поскольку «дли-

жаемые ими, трактуются как функция времени» (С.И. Вавилов. Исаак Ньютон: 1643-1727 /4-е изд., доп. - М.: Наука, 1989, с.161). Подобные представления можно найти и у И. Ньютона в его работе «Метод флюксий и бесконечных рядов с приложением к геометрии кривых». Комментируя взгляды И. Ньютона на переменную величину, Д.Д. Мордухай-Болтовский пишет: «Ньютон мыслит x не как изменяющуюся самостоятельно, а как изменяющуюся в зависимости от изменения t . Он еще не в состоянии мыслить изменения, отвлекаясь от времени. Время у него единственное независимое переменное. Течет время t и вместе с ним изменяется и x . Всякая величина рассматривается как производная во времени» (Д.Д. Мордухай-Болтовский. "Комментарии" // И. Ньютон. Математические работы. - М.-Л., 1937, с. 301).

¹⁵ Ж. Даламбер. Динамика. - М.-Л., 1950, с. 19.

тельность или продолжительность существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли, или их совсем нет...»¹⁶, то искомый частный вид движения должен быть единственным, обладающим указанным выше свойством. «Обоим этим условиям (т.е. требованию априорной известности уравнения движения и условию единственности. - И.Х.) удовлетворяет только равномерное движение»¹⁷.

«В самом деле, - рассуждает д'Аламбер, - движение тела само по себе будет равномерным...: ускоренным или замедленным оно становится лишь при действии той или иной внешней причины, и тогда это движение может подчиняться бесчисленному множеству законов изменения. Закон равномерности, т.е. равенство отношения между промежутками времени и отношения между пройденными путями, является свойством этого движения, взятого само по себе. Поэтому равномерное движение имеет наибольшее соответствие с длительностью, и вследствие этого оно наиболее пригодно служить мерой этой длительности, поскольку части последней следуют одна за другой также неизменно и равномерно. Напротив, всякий закон ускорения или замедления движения, так сказать, произволен и зависит от внешних обстоятельств. Неравномерное движение не может быть, поэтому, естественной мерой времени» /с. 46/.

Каким же образом убедиться в том, что данное движение является абсолютно равномерным? Вслед за Ньютоном, который предполагал, что, может быть, и «не существует (в природе) такого равномерного движения, которым время могло бы измеряться с совершенною точностью»¹⁸, д'Аламбер также склоняется к мысли, что, видимо, нельзя найти в точности равномерного движения. «Но, - пишет он, - отсюда вовсе не следует, что равномерное движение не является по своей природе единственной первичной и простейшей мерой времени. Если у нас нет возможности найти точную и строгую меру времени, то мы должны искать, по крайней мере, приближенную меру, - среди движений примерно равномерных»¹⁹.

Таким образом, "равномерность" рассматривается д'Аламбером как абсолютное свойство некоторого единственного класса движений, в силу чего все наблюдаемые процессы предполагается возможным однозначно разбить на "равномерные" (или, по крайней мере, "приближенно равномерные") и неравномерные. Поэтому мы вправе ожидать, что даламберовские критерии равномерности, помимо деления всех движений на "равномерные" и "неравномерные", позволяют обеспечить также однозначность подобного разбиения.

Рассматривая предлагаемые Ж. д'Аламбером способы определения равномерности тех или иных движений, мы должны особо подчеркнуть, что все способы предполагают сравнение между собой двух или нескольких движений.

16 И. Ньютон, цит. соч., с. 32.

17 Даламбер, цит. соч., с. 45.

18 И. Ньютон, цит. соч., с. 32.

19 Даламбер, цит. соч., с. 46.

Эта особенность даламберовских критериев далеко не случайна. Дело в том, что если нам дан один единственный процесс, то мы ничего не сможем сказать о его равномерности или неравномерности, поскольку для этого должны будем сравнивать между собой периоды времени, на протяжении которых наблюдаемая нами система изменяется одинаковым образом. Но эти периоды времени невозможно сравнивать между собой непосредственно, поскольку они следуют друг за другом во времени. Для решения нашей задачи мы должны были бы иметь некоторый "хранитель длительности", при помощи которого можно было бы сравнивать различные интервалы длительности. Но подобный "хранитель длительности" сам должен быть некоторым процессом, что противоречит нашему условию. Следовательно, вопрос о равномерности или неравномерности тех или иных процессов правомерен лишь в том случае, если мы имеем возможность сравнивать исследуемый процесс с другими материальными процессами. В этом случае можно воспользоваться следующим критерием равномерности:

«...Движение можно считать приближенно равномерным, когда мы, сравнивая его с другими движениями, замечаем, что все они управляются одним и тем же законом. Так, если несколько тел движутся таким образом, что пути, проходимые ими за одно и то же время, всегда находятся (точно или приближенно) в одном и том же отношении друг к другу, то считают движение этих тел равномерным или, по меньшей мере, весьма близким к равномерному» /с. 47/. И далее д'Аламбер следующим образом поясняет эту мысль.

Пусть мы имеем равномерно движущееся тело А, которое за произвольно взятый промежуток времени T проходит путь E , а другое тело В, которое также движется равномерно, за тот же промежуток времени проходит расстояние e . «Тогда независимо от того, одновременно ли начали двигаться эти два тела или нет, отношение E к e будет всегда одним и тем же. И этим свойством обладает лишь равномерное движение» /Там же/.

Однако нетрудно заметить, что если все равномерные движения одновременно ускоряются или замедляются по одному и тому же закону, то и числитель, и знаменатель отношения E/e будут умножаться на одну и ту же (постоянную или переменную) величину и отношение останется неизменным (разумеется, при вполне естественном предположении, что рассматриваемые коэффициенты ускорения или замедления движения не обращаются в нуль). Поэтому рассуждения д'Аламбера будут справедливы лишь в том случае, если сравниваемые движения не могут одновременно и совершенно одинаковым образом изменять свои скорости. Если же предположить, что наблюдаемые процессы взаимосвязаны (скажем, через какие-то фундаментальные законы той или иной формы движения материи, к которой относятся сравниваемые процессы, или в силу принадлежности сравниваемых процессов к некоторой единой целостной системе, либо в силу каких-то иных причин) и совершенно одинаковым образом изменяют свои скорости, то мы должны прийти к выводу, что рассматриваемый критерий равномерности не дает возможности выделить из всего многообразия

материальных процессов "истинно" равномерные, а лишь указывает на соравномерность сравниваемых процессов, т.е. на то, что данные процессы подчиняются одному и тому же (или одним и тем же) закону (или законам) и синхронно изменяют свои скорости одинаковым образом.

Не позволяют установить "абсолютную равномерность" и два других критерия равномерности.

Согласно одному из них, «...движение тела можно считать приближенно равномерным в том случае, если тело проходит одинаковые пути за такие промежутки времени, которые мы можем считать одинаковыми. Промежутки же времени мы можем считать одинаковыми в том случае, если многократные наблюдения показывают, что в течение их происходят одинаковые события, которые можно считать длящимися одинаково. Так, мы можем считать, что из одной и той же кляпидры вода вытекает всякий раз за одно и то же время» /с. 47/.

Для того чтобы применять этот критерий равномерности, надо быть уверенным, что существуют процессы, протекающие всякий раз одинаково, при помощи которых можно отождествлять удаленные друг от друга (во времени) временные интервалы. Однако вывод о том, что данный процесс всякий раз протекает одинаково, опирается на наш повседневный опыт и основан, в конечном итоге, на сравнении этого процесса с другими. Но какова гарантия того, что сравниваемые процессы не связаны между собой какими-либо неизвестными нам фундаментальными законами природы и не входят в один и тот же класс соравномерных процессов?

Аналогичное возражение можно высказать и по отношению к третьему критерию равномерности, согласно которому «...движение можно считать приближенно равномерным, когда мы вправе полагать, что действие ускоряющей или замедляющей причины - если таковая имеется, - может быть только неощутимым» /Там же/.

Однако, в общем случае, о наличии или отсутствии подобных причин мы можем судить лишь по результатам их действия, т.е. по реальному ускорению или замедлению наблюдаемого движения или процесса, что также требует сопоставления исследуемых объектов с объектами, которые, по нашему мнению, не претерпевают никаких изменений, либо одинаковые изменения всякий раз длятся одинаково. Но в таком случае все те причины, которые одинаково ускоряют или замедляют сравниваемые процессы, останутся для нас "неощутимыми".

Таким образом, предложенные Ж. д'Аламбером критерии равномерности основаны на сравнении двух или нескольких процессов между собой и позволяют установить лишь их соотносительную равномерность, т.е. равномерность относительно друг друга.

Рассмотрим теперь предложенный Рудольфом Карнапом (1891-1970) способ выделения пригодных для измерения времени строго периодических процессов.

Обсуждая вопрос о способах измерения времени, Р. Карнап обращается к периодическим процессам, среди которых различает "слабые периодические

процессы", такие, как выходы мистера Смита из дома, пульс человека и т.п., т.е. процессы, у которых периоды могут каким-то образом изменяться, и "сильные периодические процессы", у которых периоды сохраняются постоянными. Для измерения времени желательно было бы взять такой периодический процесс, периоды которого всегда оставались бы неизменными. Но если мы еще не умеем измерять время, то мы и не можем априори сказать, какие периодические процессы относятся к слабым, а какие - к сильным.

Рудольф Карнап рассуждает следующим образом.

Представим себе, что мы живем на самых ранних этапах развития понятия измерения, не имеем инструментов для измерения времени и, разумеется, не знаем никаких законов материальных процессов. В этих условиях мы, во-первых, не можем складывать интервалы длительности, если только конец одного не совпадает с началом другого, и, во-вторых, не можем сравнивать между собой следующие друг за другом интервалы длительности. Для того чтобы иметь возможность сравнивать различные интервалы между собой и складывать их друг с другом, необходимо научиться измерять эти интервалы длительности. Поскольку у нас нет никакой возможности отличить «сильные» периодические процессы от «слабых», мы можем для измерения времени выбрать любой периодический процесс, скажем, биение собственного пульса. Полагая, что удары сердца следуют через равные интервалы длительности, мы можем уже сказать, сколько ударов сердца содержат разные интервалы длительности, и таким образом сравнивать их между собой и складывать друг с другом. Но при этом окружающий мир будет несколько странным образом зависеть от состояния моего организма и от моего самочувствия: если я пробежался или меня бьет лихорадка, солнце начинает проходить свой путь за большее число ударов моего сердца, чем при спокойном состоянии моего организма и хорошем самочувствии. Перебирая для измерения времени разные периодические процессы, можно заметить, что если измерять время при помощи колебаний какого-либо маятника, то многие материальные процессы начинают вести себя более однообразно и выясняется большой класс эквивалентных²⁰ периодических процессов, т.е. таких, длительности которых оказываются либо кратными с постоянным коэффициентом кратности длительности периода того маятника, при помощи которого мы измеряем время, либо составляют его определенную долю. При этом эквивалентные периодические процессы Р. Карнап определяет как такие процессы, у кото-

²⁰ Отношением эквивалентности называется бинарное отношение « \approx » на множестве A , обладающее свойствами рефлексивности (т.е. $a \approx a$, для всех $a \in A$), симметричности (т.е. если $a \approx b$, то $b \approx a$, для всех $a, b \in A$) и транзитивности (т.е. если $a \approx b$ и $b \approx c$, то $a \approx c$ для всех $a, b, c \in A$).

Классом эквивалентности элемента a , принадлежащего множеству A , называется множество всех элементов A , эквивалентных a . Любые два класса одной эквивалентности (например, периодичности) либо не пересекаются, либо совпадают.

рых «...некоторое число периодов процесса P всегда соответствует определенному числу периодов процесса P_1 ...»²¹

Таким образом, с точки зрения Р. Карнапа, время можно измерять при помощи любого периодического процесса. Предпочтение физическим маятникам следует отдать только потому, что, измеряя время при их помощи, мы получаем более простые законы движения материальных тел. При этом оказывается, что все периодические процессы, эквивалентные колебаниям маятника, представляют собой «сильные» периодические процессы, или, другими словами, выделенный таким образом класс эквивалентности состоит из строго периодических процессов и единственен в своем роде, поскольку все другие классы эквивалентных периодических процессов либо совпадают с этим классом (как, например, классы, эквивалентные вращению Земли вокруг оси или ее обращению вокруг Солнца), либо не пересекаются (как, например, класс эквивалентности биению сердца).

Нетрудно заметить, что сформулированное Р. Карнапом условие эквивалентности периодических процессов соответствует даламберовскому критерию равномерности механических движений. Действительно, если отношение числа периодов P и P_1 двух периодических процессов при любых отстоящих друг от друга во времени испытаниях оказывается величиной постоянной, то это означает, что отношение количества периодов этих процессов, укладываемых в любом произвольно взятом интервале длительности, будет оставаться величиной постоянной, поскольку при увеличении или уменьшении количества периодов одного процесса пропорционально будет увеличиваться или уменьшаться количество периодов второго процесса и отношение между ними всегда будет оставаться постоянным.

Учитывая это, мы впредь будем рассматривать строго периодические процессы как дискретные равномерные процессы, у которых равномерно нарастает число полных периодов. Поэтому строго периодические процессы условно можно было бы называть «равномерными периодическими процессами»²².

21 Р. Карнап. *Философские основы физики*. - М.: Прогресс, 1971, с. 133.

Для соблюдения строгости рассуждения Р. Карнап считает правомочным сравнивать только количество полных периодов процессов и с этой целью полагает возможным подбирать такие интервалы длительности, в которых укладывалось бы целое число периодов сравниваемых процессов.

22 Строго говоря, не все эквивалентные периодические процессы являются равномерными. Как отметил еще Г. Галилей, равномерным является лишь такое движение, «при котором расстояния, проходимые движущимся телом в любые равные промежутки времени, равны между собой» (Г. Галилей. *Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению*// *Избранные труды* в 2-х томах. Т. 2. - М.: Наука, 1964, с. 234). При этом Галилей подчеркивает слово "любые", замечая, что возможны такие движения, когда тело в некоторые определенные равные промежутки вре-

Общепринятый способ измерения времени Р. Карнап считает основным на том, что эмпирически выявлен большой класс эквивалентных периодических процессов, каждый из которых может быть использован для измерения времени. К этому классу относятся вращательные движения небесных тел, колебания маятников, движения балансирных колесиков часов и др. При этом Р. Карнап замечает, что, «насколько мы знаем, существует только **один** обширный класс такого рода» /с. 133/ (Выделено Р. Карнапом).

Если справедливы утверждения Ж.-Л. д'Аламбера и Р. Карнапа о том, что существует один единственный класс равномерных и строго периодических процессов, то должна существовать единственная метрика времени. Но вместе с тем, как мы видим, равномерность и строгая периодичность – это соотносительные свойства сравниваемых между собой монотонных и периодических процессов и в принципе возможно существование неограниченного множества классов соравномерных и строго периодических процессов. При этом можно показать, что с любым из этих классов может быть связано равномерное время.

С этой целью смоделируем абсолютно синхронное и пропорциональное изменение скорости сравниваемых между собой процессов.

Представим себе, что на плоской, достаточно широкой и неограниченно длинной ленте нанесена декартова система координат с осью абсцисс, направленной вдоль, и осью ординат - поперек ленты. Лента изготовлена из идеально эластичной пленки и может, не образуя складок и не разрываясь, неограниченно сжиматься и растягиваться вдоль оси абсцисс, оставаясь неизменной вдоль оси ординат, т.е. растяжения и сжатия пленки представляют собой непрерывное взаимнооднозначное (гомеоморфное) отображение, при котором на континууме числовой оси (оси абсцисс) не исчезают существующие и не возникают новые точки, а также не меняется порядок их следования вдоль оси. Пленка, из которой сделана лента, может находиться и в фиксированном, как бы "замороженном", состоянии, когда она полностью теряет свою эластичность и становится абсолютно жесткой, недеформируемой;

- Представим далее, что мы зафиксировали ("заморозили") ленту в некотором исходном состоянии, нанесли на ось абсцисс равномерную шкалу (назовем ее q -шкалой) и, используя ее как шкалу времени, нанесли на ленту множе-

мени будет проходить равные расстояния, тогда как в равные же, но меньшие части этих промежутков пройденные расстояния не будут равны /Там же/.

С этой точки зрения, вращение Земли вокруг оси - это действительно равномерный и вместе с тем ритмический процесс, тогда как качание физического маятника не является равномерным движением, поскольку маятник на протяжении каждого периода дважды останавливается, а между этими остановками движется с переменной скоростью. Поэтому, говоря об эквивалентных периодических процессах как о равномерных, мы не будем рассматривать их течение внутри отдельных периодов, а будем эти периоды считать далее неделимыми "квантами" данного периодического процесса. Именно в этом смысле все эквивалентные периодические процессы будут одновременно и "равномерными".

ство самых различных графиков, считая деления на оси ординат шкалами некоторых изменяющихся во времени величин. При этом пусть графики A_q, B_q, C_q, \dots представляют собой графики равномерных, F_q, G_q, H_q, \dots - периодических и графики M_q, N_q, \dots - более сложных и в том числе стохастических функций равномерного аргумента q ;

- Представим теперь, что лента "разморожена" и по всей длине оси абсцисс деформирована так, что в каждой точке этой оси коэффициент деформации является случайной величиной. После этого мы снова зафиксировали ("заморозили") ленту, на ось абсцисс нанесли новую равномерную шкалу (назовем ее r -шкалой) и, используя ее как шкалу равномерного времени, нанесли на ленту новое множество графиков, среди которых графики A_r, B_r, C_r, \dots представляют собой графики равномерных, F_r, G_r, H_r, \dots - графики периодических и M_r, N_r, \dots - графики более сложных функций равномерной переменной r ;

- Предположим, что мы большое число раз проделали описанные выше операции "замораживания" и "размораживания" пленки и каждый раз наносили на ленту новые множества графиков, среди которых были как равномерные, так и периодические и более сложные функции наносимых каждый раз на ось абсцисс равномерных переменных.

- И, наконец, представим себе, что все нанесенные на ось абсцисс шкалы исчезли или настолько перепутались, что мы ими воспользоваться не можем, что у нас нет никакой линейки, при помощи которой можно было бы установить равенство различных отрезков на оси абсцисс; что мы не знаем, в каком состоянии находится наша пленка, и нам неизвестно, подвергалась ли она каким-либо сжатиям и растяжениям после того, как были нанесены последняя равномерная шкала и последнее множество графиков.

Итак, мы имеем на ленте огромное количество различных графиков, которые после их нанесения на ленту многократно деформировались вместе с лентой. Хотя мы не можем априори установить, какие графики и когда были нанесены - в этом отношении графики для нас неразличимы, - тем не менее для удобства рассуждений сохраним их обозначения, пометив только штрихами в знак того, что исследуемые графики отличаются от исходных в силу тех деформаций, которые испытала пленка после нанесения на нее каждого очередного множества графиков. Для простоты дальнейших рассуждений мы рассмотрим только две первые группы графиков, т.е.

$$A_q^1, B_q^1, C_q^1, \dots, F_q^1, G_q^1, H_q^1, \dots, M_q^1, N_q^1, \dots$$

$$A_r^1, B_r^1, C_r^1, \dots, F_r^1, G_r^1, H_r^1, \dots, M_r^1, N_r^1, \dots$$

Покажем, что, используя первый критерий равномерности д'Аламбера, мы можем среди этого множества графиков выделить две группы равномерных (и строго периодических) процессов и с определенной степенью точности восстановить исходные равномерные q - и r -шкалы на оси абсцисс, если в качестве

конгруэнтной единицы деления возьмем период одного из строго периодических процессов первой группы (q-шкала) или второй группы (r-шкала).

Выделим из всего многообразия функций все монотонные функции, в число которых, помимо функций, обозначенных литерами A, B, C, ... , изначально равномерных функций, попадут и некоторые монотонные, но изначально неравномерные функции, обозначенные литерами M, N,

$$A_q^1, B_q^1, C_q^1, \dots, M_q^1, \dots$$

$$A_r^1, B_r^1, C_r^1, \dots, M_r^1, \dots$$

На произвольных отрезках оси абсцисс DL_i ($i = 1, 2, \dots$) определим приросты выделенных нами монотонных функций:

$$D_i A_q^1, D_i B_q^1, D_i C_q^1, \dots, D_i M_q^1, \dots$$

$$D_i A_r^1, D_i B_r^1, D_i C_r^1, \dots, D_i M_r^1, \dots$$

Если теперь найдем все попарные отношения этих величин и сравним их между собой, то обнаружим две группы функций, в каждой из которых отношения приростов функций на всех выделенных интервалах длительности оси абсцисс DL_i ($i = 1, 2, \dots$) остаются константами, т.е.:

$$\frac{D_1 B_q^1}{D_1 A_q^1} = \frac{D_2 B_q^1}{D_2 A_q^1} = \dots = \frac{D_i B_q^1}{D_i A_q^1} = \dots$$

$$\frac{D_1 C_q^1}{D_1 A_q^1} = \frac{D_2 C_q^1}{D_2 A_q^1} = \dots = \frac{D_i C_q^1}{D_i A_q^1} = \dots$$

.....

$$\frac{D_1 C_q^1}{D_1 B_q^1} = \frac{D_2 C_q^1}{D_2 B_q^1} = \dots = \frac{D_i C_q^1}{D_i B_q^1} = \dots$$

.....

и

$$\frac{D_1 B_r^1}{D_1 A_r^1} = \frac{D_2 B_r^1}{D_2 A_r^1} = \dots = \frac{D_i B_r^1}{D_i A_r^1} = \dots$$

$$\frac{D_1 C_r^1}{D_1 A_r^1} = \frac{D_2 C_r^1}{D_2 A_r^1} = \dots = \frac{D_i C_r^1}{D_i A_r^1} = \dots$$

.....

$$\frac{D_1 C_r^1}{D_1 B_r^1} = \frac{D_2 C_r^1}{D_2 B_r^1} = \dots = \frac{D_i C_r^1}{D_i B_r^1} = \dots$$

.....

Но отношения приростов функций, принадлежащих разным группам, т.е. такие, как:

$$\frac{D_i B_r^1}{D_i A_q^1}; \frac{D_i C_q^1}{D_i A_r^1}; \dots$$

на разных интервалах оси абсцисс DL_i ($i = 1, 2, \dots$) будут иметь разные значения.

Аналогичным образом можно рассмотреть группу повторяющихся (периодических) процессов:

$$F_q^1, G_q^1, H_q^1, \dots, N_q^1, \dots$$

$$F_r^1, G_r^1, H_r^1, \dots, N_r^1, \dots$$

но при этом в качестве приростов функций на интервалах DL_i ($i = 1, 2, \dots$) следует брать количество повторений на этих интервалах одних и тех же их значений (например, количество максимумов или минимумов).

Полученные результаты означают, что равномерную шкалу времени на оси абсцисс можно восстановить, выбрав в качестве строго периодического процесса один из эквивалентных процессов, выявленных либо среди периодических процессов F_q, G_q, H_q, \dots , либо - процессов F_r, G_r, H_r, \dots и т.д.

Если в качестве единицы измерения времени мы выберем периоды, скажем, функции F_q , то получим некоторую равномерную шкалу (назовем ее q -шкалой), состоящую из точек $\dots, q[-j], \dots, q[-1], q[0], q[1], \dots, q[i], \dots$, где расстояния между соседними точками равняются периодам функции F_q' (точнее, функции F_q'' , поскольку периоды функции F_q' мы считаем равными). При этом восстановится равенство периодов (с некоторой степенью точности) и всех эквивалентных F_q'' , но более долгопериодических функций. Однако восстановление равенства периодов процесса F_q' не обязательно должно вести к восстановлению равенства периодов более короткопериодических, чем F_q' , функций, поскольку внутри каждого периода процесса F_q'' лента осталась деформированной. Иными словами, период процесса F_q'' (обозначим DF_q'') оказывается своего рода "далее неделимым квантом" времени, а восстановленное таким образом q -время (точнее q' -время)²³ оказывается "точечным" "квантованным" временем. Мы можем "уплотнить" количество точек q' -времени, если в качестве единицы из-

²³ Поскольку мы не знаем первоначального масштаба q -шкалы и не можем его восстановить, то речь идет, разумеется, о восстановлении этой шкалы с точностью до некоторого масштабного коэффициента. Иными словами, q -шкала восстанавливается в том смысле, что восстанавливается равенство (конгруэнтность) периодов процесса F_q , а не абсолютная величина этих периодов в единицах первоначальной q -шкалы.

мерения возьмем период более короткопериодической, чем F'_q , эквивалентной периодической функции.

Можно показать, что с переходом к q' -времени также точно восстановится равномерность и всех тех равномерных функций, графики которых были начерчены на ленте до ее деформации.

Действительно, пусть до деформации ленты за время K периодов процесса F_q равномерные функции A_q, B_q, C_q, \dots имели приращения DA_q, DB_q, DC_q, \dots , а их попарные отношения $DB_q / DA_q, DC_q / DA_q, \dots, DC_q / DB_q, \dots$ оставались константами вдоль оси абсцисс. После деформации ленты и нанесения на ось абсцисс новой равномерной q' -шкалы графики A'_q, B'_q, C'_q, \dots стали в единицах q' -времени графиками стохастических функций. Но поскольку при деформации ленты точки вдоль оси ординат не смещались, то приращения функций A'_q, B'_q, C'_q, \dots за те же K "периодов" функции F'_q (ставшей теперь "слабой" периодической функцией, в терминологии Р. Карнапа) остались теми же, т.е. $DA'_q = DA_q, DB'_q = DB_q, DC'_q = DC_q, \dots$, и соответственно остались константами попарные отношения приращений этих функций за время произвольного числа K периодов функции F'_q . Не внесет изменений в приращения функций A'_q, B'_q, C'_q, \dots за те же K периодов функции F'_q и восстановление равенства периодов этой функции и переход таким образом к q' -времени.

И наконец, следует заметить, что квантованностью и точностью q' -времени можно будет пренебречь при описании процессов и явлений, совершающихся в достаточно больших временных масштабах, при которых Dq' , т.е. период эталонной функции F''_q , станет "бесконечно малой" величиной.

Что касается функций, графики которых были начерчены на ленте после ее деформации, то с переходом к q' -времени все эти функции станут стохастическими, поскольку восстановление равенства периодов процесса F'_q равносильно деформации пленки с коэффициентами, представляющими собой случайные величины, которые в точках $\dots, q'[-j], \dots, q'[-1], q'[0], q'[1], \dots, q'[i], \dots$ с точностью до постоянного множителя совпадают с коэффициентами первоначальной деформации пленки, но взятыми с обратными знаками.

Аналогичным образом можно было бы рассмотреть любые группы выявленных повторяющихся (квазипериодических) процессов с другими индексами и "восстановить" на оси абсцисс соответствующие равномерные шкалы.

Разные классы соравномерных процессов как классы разных эквивалентностей не пересекаются между собой²⁴, поэтому если бы мы начали при помощи процессов того или иного класса измерять время, то все остальные классы со-

24 Если бы два класса соравномерных процессов пересекались, то они совпадали бы и мы имели бы не два, а один класс соравномерных процессов (см. примечание № 20 на стр. 15).

равномерных процессов потеряли бы для нас свойство «равномерности» и предстали бы в виде групп стохастических процессов.

В реальной действительности классы соравномерных и эквивалентных периодических процессов могут возникать в силу различных причин. Во-первых, они могут состоять из процессов, подчиняющихся одним и тем же фундаментальным законам. Во-вторых, подобный класс могут образовать процессы, принадлежащие такой целостной высокоинтегрированной материальной системе, в которой все процессы настолько тесно взаимосвязаны и сопряжены, что ведут себя как единый целостный поток, синхронно и пропорционально ускоряясь и замедляясь под воздействием разных, влияющих на данную систему факторов. И, наконец, в единый класс могут входить процессы, индуцированные одним и тем же фундаментальным процессом и строго повторяющие его ритмику.

Итак, **равномерность** представляет собой *соотносительное свойство как минимум двух сопоставляемых между собой материальных процессов и в принципе возможно существование неограниченного множества классов соравномерных процессов*²⁵. При этом "критерии равномерности", которыми мы можем воспользоваться, не позволяют ни один из этих классов выделить как класс "истинной" или "абсолютной" равномерности. Что касается вопроса о реальном существовании качественно различных, не сводимых друг к другу классов соравномерных процессов, то современная наука, фактически, уже дала на него положительный ответ. Именно такими специфическими классами являются протекающие в живых организмах определенные совокупности биологических процессов, что позволяет, используя единицы биологического времени, описывать процессы жизнедеятельности и развития живых организмов не как стохас-

25 Введенное нами понятие «класс соравномерных процессов» эквивалентно понятию «класс конгруэнтности», используемому чаще применительно к пространственным расстояниям, чем к интервалам длительности (См.: А. Грюнбаум. Философские проблемы пространства и времени. - М.: Прогресс, 1969). В качестве примеров времен с несовместимыми классами конгруэнтности обычно указывают на введенные Милном τ - и t -времена, которые связаны между собой нелинейным отношением $\tau = t_0 \log(t/t_0) + t_0$ (См.: E.A. Milne. Kinematic Relativity. Oxford, 1948, p. 22). Такое положение дел можно объяснить тем, что в длительности как одномерном многообразии разные классы конгруэнтности не позволяют развить особые математические теории времени (своего рода «хронометрии») наподобие метрически разных геометрий трехмерного пространства. До сих пор разные классы конгруэнтности временных интервалов можно было вводить только при помощи тех или иных математических соотношений, связывающих новый класс конгруэнтности с конгруэнтностью интервалов длительности, устанавливаемых при помощи обычных часов. Эмпирическое же введение конгруэнтности временных интервалов казалось возможным только при помощи единственного в своем роде класса равномерных и строго периодических процессов.

тические, каковыми они выглядят при описании их в общепринятых единицах физического времени, а как динамические процессы²⁶.

2. Класс «инерциально-равномерных» движений – материальная основа физического времени

Анализ истории формирования идеи абсолютного времени классической физики, приводит к выводу, что ньютоновское «абсолютное, истинное математическое время» абстрагировано от суточного вращения Земли. Однако в силу ряда обстоятельств генетическая связь абсолютного времени с суточным вращением Земли вокруг оси оказалась основательно забытой и на протяжении более чем двух столетий после И. Ньютона в естествознании господствовало представление о времени как о некоторой равномерно текущей и ни от чего не зависящей субстанции.

С возникновением теории относительности физикам пришлось отказаться от идеи абсолютного времени. Общепринятое в современной физике опреде-

²⁶ О том, что в живых организмах существуют классы соравномерных процессов, синхронно и пропорционально ускоряющих и замедляющих свой ход под воздействием множества различных и, в том числе, случайным образом изменяющихся факторов, свидетельствуют результаты исследований, полученные в Лаборатории экспериментальной эмбриологии Института развития РАН под руководством доктора биологических наук профессора Т.А. Детлаф. Т.А. Детлаф и ее коллеги установили, что с изменением температуры среды длительности различных этапов эмбрионального развития пойкилотермных животных изменяются пропорционально и что эта закономерность имеет фундаментальный характер, охватывая процессы всех структурных уровней организации эмбриона. Как пишет Т.А. Детлаф, «... с изменением температуры пропорционально изменяется длительность процессов, имеющих самую разную природу и осуществляющихся на разных уровнях организации организма: внутриклеточном (молекулярном и ультраструктурном), клеточном (при делении клеток и их дифференцировке), на уровне морфогенетических движений, процессов индукции и органогенеза» (Т.А. Детлаф. Часы для изучения временных закономерностей развития животных // Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Ч. 1. Междисциплинарные исследования. - М.: МГУ, 1996, с. 140]. Иными словами, вся совокупность биологических процессов, из которых складывается развитие эмбриона, ведет себя как единый целостный поток, синхронно и пропорционально изменяя свою скорость в зависимости от изменений температуры среды. В этом едином потоке имеются как сравнительно медленные (например, протекающие на клеточном уровне процессы деления клеток и их дифференцировка), так и весьма быстрые, протекающие на внутриклеточном, молекулярном уровне, к которым относятся, например, ферментативные реакции внутриклеточного метаболизма. При этом достаточно очевидно, что если бы на каких-то структурных уровнях организации эмбриона нарушалась синхронность и пропорциональность изменения темпов биологических процессов, то это разрушило бы закономерное течение всего потока процессов формирования и развития живого организма. (Подробнее см.: И.А. Хасанов. Биологическое время. – М., 1999).

ление времени как измеряемого обычными часами физического параметра является сугубо феноменологичным. Онтологическая неопределенность понятия времени большинством естествоиспытателей, и в том числе физиков, преодолевается не всегда осознаваемыми квазиньютоновскими представлениями о времени как о некотором повсеместно происходящем в объективном мире равномерном движении. Но то обстоятельство, что это «равномерное течение», т.е. «время», непременно измеряется «секундами», представляющими собой одну из семи фундаментальных единиц общепринятой Международной системы единиц физических величин СИ, свидетельствует о том, что выявленная нами генетическая связь абсолютного времени классической физики с суточным вращением Земли остается справедливой и для общепринятых ныне представлений о времени²⁷.

Хронометрируя тот или иной процесс или теоретически описывая его «во времени», мы, по сути дела, как и во времена И. Ньютона, продолжаем сравнивать его с вращением Земли вокруг оси или обращением ее вокруг Солнца и анализировать характер отклонений от соравномерности с указанными механическими движениями. Именно такой способ измерения времени и временного описания исследуемых процессов лежит в основе познания многих закономерностей материального мира.

Чем же обусловлена столь великая роль вращения Земли вокруг оси и обращения ее вокруг Солнца – этих механических движений – в познании законов природы?

Вращение Земли вокруг оси и ее обращение вокруг Солнца входят в весьма обширный класс соравномерных процессов, к которому, помимо вращательных движений небесных тел и космических систем типа Солнечной, относятся прямолинейные инерциальные движения масс в инерциальных системах отсчета, колебательные движения физических маятников, кристаллических, молекулярных и атомных осцилляторов²⁸. Все эти движения являются

²⁷ Дело в том, что «секунда» до 1956 года определялась как 1/86 400 часть средних солнечных суток. Однако в 50-х годах с помощью кварцевых часов была выявлена неравномерность вращения Земли вокруг оси, происходящая из-за сезонных перераспределений водных и воздушных масс Земли и других причин. Поэтому было принято новое определение «секунды» через период обращения Земли вокруг Солнца как 1/31 556 925, 9747 часть определенного тропического года. Правда, в 1967 году XIII Международная конференция по мерам и весам связала единицу измерения времени с атомным стандартом и определила секунду как 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния цезия-133, но, как совершенно справедливо замечает А.Б. Щеголь, «единица осталась той же, но найден способ более точного и надежного воспроизведения» /А.Б. Щеголь. Эталоны основных единиц Международной системы СИ. - Ростов н/Д, 1988, стр. 14/.

²⁸ Говорить о соравномерности рассматриваемых движений позволяет то обстоятельство, что в каждом из них имеется, по крайней мере, один параметр, величина которого нарастает равномерно «во времени», если только «время» измеряется одним из входящих в этот же класс «равномерных» или «строго периодических» процессов. Так, при прямолинейном инерциальном

движениями закрытых консервативных динамических систем, т.е. таких систем, которые не обмениваются с окружающей средой массой и энергией и у которых в процессе движения сохраняется постоянной механическая энергия, или энергия движения²⁹. Именно сохранение неизменной величины механической энергии приводит к тому, что эти движения могут неограниченно долго длиться без каких-либо изменений характеристик, что и обуславливает их объединение в один класс соравномерных процессов. При этом говорить о соравномерности позволяет то обстоятельство, что в каждом из них имеется, по крайней мере, один параметр, величина которого нарастает равномерно «во времени», если только «время» измеряется одним из входящих в этот класс «равномерных» или «строго периодических» процессов. Так, при прямолинейном инерциальном движении масс в инерциальной системе отсчета равномерно нарастает длина пройденного пути; при свободном «твердотельном» вращении небесного тела аналогичным образом нарастает угол поворота, а также число полных оборотов тела вокруг оси; при обращении одного небесного тела вокруг другого в таких космических системах, как Солнечная система, равномерно нарастает, во-первых, величина площади, заметаемой радиусом-вектором орбиты данной планеты, а во-вторых, число полных оборотов планеты вокруг центрального тела; у физических маятников, как и у других колебательных систем, равномерно «во времени» нарастает число полных периодов колебаний.

Рассматриваемый класс соравномерных процессов мы будем условно именовать его классом «инерциально-равномерных» движений³⁰.

Таким образом, равномерность общеизвестного времени обусловлена тем, что оно измеряется при помощи таких закрытых динамических систем, у которых механическая энергия в процессе движения сохраняется постоянной. Более лаконично данный вывод можно сформулировать следующим образом: равномерность времени обусловлена законом сохранения (механической) энергии. Однако такой вывод находится в явном противоречии с широко распространенным представлением о том, что основные законы сохранения класси-

движении масс нарастает длина пройденного телом пути; при свободном «твердотельном» вращении небесного тела аналогичным образом нарастает угол поворота тела вокруг оси, а также число полных его оборотов; при обращении одного небесного тела вокруг другого в таких космических системах, как Солнечная, равномерно нарастает площадь, заметаемая радиусом-вектором орбиты данной планеты, и число полных оборотов планеты вокруг центрального тела, а у физических маятников, как и у других колебательных систем, равномерно «во времени» нарастает число полных периодов колебаний.

²⁹ См., например: Я.Л. Геронимус. Теоретическая механика (очерки об основных положениях). - М.: Наука, 1973, с. 211-213.

³⁰ Данным названием мы подчеркиваем, что речь идет о механических движениях физического мира. При этом будем помнить, что в этот класс, помимо собственно инерциально-равномерных движений масс в инерциальной системе отсчета, входит великое множество процессов, не являющихся в строгом смысле слова соравномерными инерциально-равномерным движениям (см. сноску № 22 на стр. 17). Имея в виду это обстоятельство, слова «инерциально-равномерные» в названии класса соравномерных процессов будем заключать в кавычки.

ческой физики, и в том числе закон сохранения энергии, являются следствиями свойств симметрии пространства и времени.

В современной физике такая точка зрения на характер соотношения однородности (или, иначе, равномерности) времени и закона сохранения энергии общепринята, не подвергается сомнению и, соответственно, в учебных пособиях по физике для вузов излагается как незыблемая истина. «Метрические свойства пространства и времени - однородность и изотропность, - пишут авторы одного из учебников для вузов³¹, - обуславливают фундаментальнейшие законы природы, имеющие решающее значение для всех разделов физики, а именно, следствием однородности пространства является закон сохранения импульса, изотропности - закон сохранения момента импульса, а следствием однородности времени - закон сохранения энергии». Аналогичная точка зрения содержится и в других учебных пособиях³².

Подобного мнения придерживаются и многие философы. Например, М.Д. Ахундов считает, что благодаря работам Ж. Лагранжа, С. Ли, Ф. Клейна и Э. Нетер в классической физике установлено, что симметрия пространства и времени определяет фундаментальные физические законы³³.

Справедливости ради следует отметить, что в ходе дискуссии по проблеме взаимосвязи и соотношения свойств симметрии пространства и времени и основных законов сохранения механики, состоявшейся среди отечественных философов в 60-70-е годы, отстаивались и иные точки зрения. Так, например, Н.Ф. Овчинников и Ю.Б. Румер обосновывали мнение, согласно которому не законы сохранения следуют из симметрии пространства и времени, а наоборот, законы сохранения обуславливают свойства симметрии пространства и времени³⁴. Ряд авторов, исходя из общепhilosophических соображений, доказывали, что поскольку пространство, время и движение суть основные однородные атрибуты материи, то «формы симметрии и соответствующие им законы сохранения в рамках существующей между ними связи» следует рассматривать «не в плане причинно-следственных отношений, а как однопорядковые, но различные сто-

31 И.И. Наркевич, Э.И. Волмянский, С.И. Лобко. Физика для вузов. Механика. Молекулярная физика: Учебное пособие. - Минск: "Высшая школа", 1992, с. 225.

32 См., например: Л. Ландау, Е. Лифшиц. Теоретическая физика. Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. - 4-е изд., испр. - М.: Наука, 1989, с. 45, 61, 109.

33 М.Д. Ахундов. Пространство и время в физическом познании. - М., 1982, с. 176.

34 Н.Ф. Овчинников. Законы сохранения в физике и причинная обусловленность явлений природы // Проблема причинности в современной физике. - М., 1960, с. 177; Ю.Б. Румер, Н.Ф. Овчинников. Пространство-время, энергия-импульс в структуре физической теории // Вопросы философии, 1968, 4, с. 82-92; Ю.Б. Румер. Принципы сохранения и свойства пространства и времени // Пространство, время, движение. - М.: Наука, 1971, с. 107-125.

роны единой закономерности материального мира»³⁵. Аналогичную точку зрения отстаивали В.С. Готт, А.Ф. Перетурин, А.Н. Шатохин и др.³⁶.

Распространенность представления о том, что закон сохранения энергии обусловлен однородностью времени, объясняется прежде всего идущей со времен становления классической физики традицией выводить законы сохранения из общих аксиом движения. Эта традиция, как отмечают Ю.Б. Румер и Н.Ф. Овчинников³⁷, была связана с тем, что основными понятиями классической механики первоначально были пространство, время и масса, а понятия импульс, момент импульса и энергия появились позднее и на протяжении длительного времени не воспринимались как фундаментальные понятия механики. Соответственно и математический аппарат классической механики строился таким образом, что закономерности движения выводились из фундаментальных свойств пространства и времени. Лишь постепенно, в ходе дискуссий о мере движения и о сохранении количества движения появляется введенное Г. Лейбницем понятие “энергия” как некоторая сохраняющаяся “живая сила”³⁸, в противовес ньютоновским и декартовским представлениям о мере движения и его сохранении³⁹.

35 К.К. Абасов. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени // Философские аспекты проблемы времени. Межвуз. сб. науч. тр. - Л.: Изд. ЛГПИ, 1980, с. 74.

36 В.С. Готт. Философские вопросы современной физики. - М.: Высшая школа, 1972; А.Ф. Перетурин, В.Г. Сидоров. Единство симметрии и асимметрии в группах преобразования Галилея и Лоренца // Материалы к симпозиуму "Философские проблемы теории относительности". - М., 1968; А.Н. Шатохин. Пространство, время и законы сохранения. - М.: Знание, 1968. - 32 с.

37 Ю.Б. Румер, Н.Ф. Овчинников. Пространство-время, энергия-импульс в структуре физической теории // Вопросы философии, 1968, 4, с. 82-92

38 Лейбниц Г.В. Избранные философские сочинения. - М., 1908, с. 145.

39 Как известно, Р. Декарт считал, что общее количество движения, с которым Бог создал мир, сохраняется неизменным при постоянном (каждое мгновение) воссоздании Богом созданного им, но неудержимо стремящегося в небытие мира. Поэтому если количество движения некоторого тела убывает, то настолько же прибывает движение другого тела. В качестве величины, характеризующей количество движения, Декарт рассматривал произведение массы на скорость (см.: / Р. Декарт. Соч. в 2 т.: Пер. с лат. и франц. Т. 2 - М.: Мысль, 1994, с. 587/). Ньютон же полагал, что само по себе количество движения убывает и для того, чтобы оно сохранялось постоянным, необходимы какие-то источники, в качестве которых он рассматривал, в частности, силы тяготения. Анализируя взгляды И. Ньютона и отметив, что у него не было ясности в истолковании закона сохранения, В.А. Фабрикант пишет: «Тем поразительнее отсутствие неточностей при изложении этих проблем в “Началах”. Мы видели, что там сказано мало, но все сказано верно» / В.А. Фабрикант. Исаак Ньютон, Иоганн Бернулли и закон сохранения количества движения // УФН, т. LXX, в. 3, 1960, с. 579/.

Отличие от Р. Декарта и И. Ньютона, Г.В. Лейбниц утверждал, что «в природе сохраняется одна и та же сумма производящей движение энергии, и она не уменьшается (ибо мы видим, что никакая сила не может быть потеряна каким-либо телом, иначе как перейдя к другому), не увеличивается (ибо никакая машина, а следовательно, и весь мир в целом не может по-

Определенную дань традиционному решению вопроса о характере взаимосвязи свойств симметрии пространства и времени и законов сохранения классической физики отдала Эмми Нетер⁴⁰, которая, доказав возможность математического вывода всех законов сохранения из свойств симметрии динамических систем⁴¹, казалось, окончательно подтвердила истинность традиционного решения рассматриваемой проблемы. Именно так были восприняты результаты исследований Э. Нетер большинством ученых в начале нашего столетия, и такая оценка ее знаменитой теоремы продолжает господствовать по настоящее время. Некоторым авторам⁴² кажется особенно сильным аргументом в пользу традиционных представлений то обстоятельство, что обратная теорема Нетер, как выяснилось⁴³, в общем случае несправедлива. Этим авторам дело представляется таким образом, будто прямая теорема Нетер устанавливает реально существующее в действительности следование законов сохранения из свойств симметрии пространства и времени. Поэтому для того, чтобы в реальной действительности свойства симметрии пространства и времени следовали из законов сохранения, считают они, должна быть справедлива обратная теорема Нетер, позволяющая из законов сохранения выводить свойства симметрии динамических систем. А поскольку обратная теорема Нетер в общем случае неверна, то отсюда, с их точки зрения, следует справедливость традиционных представлений о фундаментальности свойств симметрии пространства и времени по сравнению с соответствующими законами сохранения.

Однако теорема Нетер сама по себе не устанавливает никаких отношений субординации между свойствами симметрии динамических систем и законами сохранения физических величин, характеризующих движение этих систем, и тем более не указывает на существование каких-либо причинно-следственных связей между ними⁴⁴. В.С. Барашенков, обсуждая физический смысл прямой и

лучить приращение силы без нового внешнего импульса)...» / Г.В. Лейбниц. Соч. в 4 т. - Т. 1 - М.: Мысль, 1982, с. 118/.

40 См.: Э. Нетер. Инварианты любых дифференциальных выражений // Вариационные принципы механики. - М., 1959, с. 604-610; Э. Нетер. Инвариантные вариационные задачи // Там же, с. 611-630.

41 Подробный анализ теоремы Э. Нетер см. в работе: В.П. Визгин. Развитие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике. - М., 1972. - 240 с.

42 См., например: А.М. Мостепаненко, В.М. Мостепаненко. Обратная теорема Нетер и симметрия в физике // Эвристическая роль математики в физике и космологии. Сб. науч. тр. методологических семинаров ленинградских физико-математических институтов АН СССР. - Л.: Наука, 1975, с. 78-95.

43 См.: Н.Х. Ибрагимов. Инвариантные вариационные задачи и законы сохранения (Замечания к теореме Э. Нетер) // Теоретическая и математическая физика. Т. 1, № 3, 1969, с. 350-359.

44 На это обстоятельство, полемизируя с А.М. и В.М. Мостепаненко, указывали Р.А. Аронов и В.А. Угаров (см.: Р.А. Аронов, В.А. Угаров. Пространство, время и законы сохранения // Природа, 1978 а, 10, 99-104; Р.А. Аронов, В.А. Угаров. Теорема Нетер и связь законов сохране-

обратной теорем Нетер, приходит к выводу, что согласно этим теоремам «каждому типу симметрии соответствует свой закон сохранения и, наоборот, каждому закону сохранения может быть сопоставлена вполне определенная симметрия. В рамках современных физических теорий нельзя установить, что является более фундаментальным - симметрия или же неразрывно связанный с ней закон сохранения»⁴⁵. Здесь мы имеем чисто математическую теорему, устанавливающую только функциональные связи и дающую в руки исследователей математический аппарат, позволяющий из свойств симметрии выводить законы сохранения. Но ни функциональные связи, существующие между теми или иными свойствами исследуемых объектов, ни возможность математического вывода характеристик или параметров одних свойств из характеристик или параметров других - сами по себе не свидетельствуют о каких-либо причинно-следственных связях или отношениях субординации⁴⁶. Для того, чтобы иметь возможность существующие между свойствами реальной действительности функциональные связи толковать как причинно-следственные, необходимо обратиться к самой реальной действительности и выяснить характер зависимостей, существующих между соответствующими свойствами ее объектов.

Содержательный анализ взаимосвязи однородности (равномерности) времени и закона сохранения энергии требует выяснения сущности того независимого физического параметра t , который под названием «время» фигурирует в физических теориях. В самой физике, как мы видели, понятие «время», по сути дела, не определяется, а параметр t вводится операционально. Существующие же философские концепции времени также не могут служить достаточным основанием для содержательного анализа взаимосвязи свойства однородности (или, точнее, равномерности) времени и закона сохранения энергии. Действительно, согласно современным представлениям, «время» – это либо некоторая неопределенной природы равномерно текущая сущность, либо некоторое столь фундаментальное свойство движущейся материи, что о нем нельзя сказать ничего более определенного, кроме как указать на связь с движением материи; либо сам процесс «становления» материального мира; либо, наконец, вовсе нечто сугубо субъективное, имеющее место в человеческом или в некотором Мировом, надчеловеческом сознании. Ни в одном из этих вариантов определения времени мы не можем найти даже намека на возможность содержательного ана-

ния со свойствами симметрии пространства и времени // Философские проблемы современного естествознания (физика, математика, биология): Сб. тр. Вып. 5. - М.: Изд. МГПИ, 1978, с. 3-11).

⁴⁵ В.С. Барашенков. Законы симметрии в структуре физического знания // Физическая теория (философско-методологический анализ). - М.: Наука, 1980, с. 336.

⁴⁶ Как отмечает В.А. Марков, «теоремой Нетер поставлены во взаимнооднозначное соответствие свойства симметрии пространства и времени, с одной стороны, и законы сохранения, с другой. Такое соответствие означает, что каждая из сторон может рассматриваться как "следствие" другой» /В.А. Марков. Проблема сохранения в философии и естествознании // Проблема сохранения и принцип инерции: (Философский аспект). – Рига, 1970, с. 118/.

лиза, во-первых, свойства равномерности и, во-вторых, характера взаимосвязи между свойством однородности (равномерности) времени и законом сохранения энергии. В такой ситуации поневоле приходится придерживаться традиционно сложившихся представлений о характере взаимосвязи между свойствами симметрии пространства и времени и основными законами сохранения классической физики.

Физический смысл параметра t раскрывается в том случае, если учесть, что самоконгруэнтные единицы физического времени задаются теми или иными “равномерными” или “строго периодическими” процессами класса “инерциально-равномерных” движений. “Физическое время” (физический параметр t) при этом оказывается метризованной при помощи класса “инерциально-равномерных” движений длительностью бытия материальных процессов. Поскольку класс “инерциально-равномерных” движений состоит из движений закрытых консервативных динамических систем, то можно утверждать, что соравномерность монотонных и эквивалентность периодических процессов этого класса, а следовательно, и равномерность физического времени, обусловлены тем, что движения закрытых консервативных систем неограниченно долго остаются неизменными в силу подчинения их закону сохранения (механической) энергии.

3. Природа субъективного чувства (интуиции) времени

Веским аргументом в пользу представления о том, что время – это некий единый, вездесущий равномерный поток, является наша интуиция времени, которая проявляется в виде чувства равномерного дления и способности оценивать в общепринятых единицах различные интервалы длительности, не прибегая ни к каким материальным измерителям или индикаторам времени. Но можно показать, что присущее человеку чувство времени тесно связано с «биологическими часами», которые эквивалентны циклическим процессам класса “инерциально-равномерных” движений и поэтому сами как бы включаются в этот класс и связывают с ним нашу способность «воспринимать» равномерное течение физического времени.

Как известно, предпринятая еще в конце прошлого века попытка И.М. Сеченова (1829-1905) с позиций естественнонаучного материализма решить проблему восприятия человеком времени привела его к выводу о том, что объективное время человек воспринимает при помощи органов слуха, зрения и рецепторов мышечного ощущения. Он писал: «В самом деле, только звук и мышечное ощущение дают человеку представление о времени, притом не всем своим содержанием, а лишь одною стороною, тягучестью звука и тягучестью мышечного чувства. Перед моими глазами движется предмет; следя за ним, я двигаю постепенно или головой, или глазами, или обоими вместе; во всяком случае зрительное ощущение ассоциируется с тянущимся ощущением сокра-

шающихся мышц...»⁴⁷. При решении вопроса о механизмах восприятия времени отечественные философы и психологи продолжают опираться на выводы И.М. Сеченова. Так, например, Н.И. Моисеева, изложив приведенные выше представления И.М. Сеченова, пишет: «Для отсчета временных отношений важно мышечное чувство с его “тягучестью в сознании” не только само по себе и не столько статическое мышечное чувство, а те ощущения, которые сопутствуют двигательной активности, особенно ходьба, представляющая, по И.М. Сеченову, “шаблон”, на котором могли развиваться числа, линейная мера и мера времени, поскольку шаги представляют собой ряд повторных действий с постоянной продолжительностью и паузами. Сопровождающее их мышечное чувство может служить “измерителем или дробным анализатором пространства и времени»⁴⁸. Автор, разумеется, знает о существовании “биологических часов” и признает, что организм располагает собственным внутренним механизмом отсчета времени, но считает, что «подсчеты по этой системе наименее точны, что выявлено в многочисленных опытах с сенсорной депривацией, когда человек ориентировался во времени исключительно по собственному внутреннему чувству»⁴⁹.

Аналогичным образом решает вопрос о механизмах восприятия времени Н.Д. Багрова. «По современным представлениям, - пишет она, - у человека нет специального временного анализатора, равнозначного по физиологическому смыслу зрительному или слуховому... Вместе с тем каждый анализатор наряду со своей непосредственной функцией может при определенных условиях выполнять еще и функцию отсчета времени... Однако собран большой экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что слуховой анализатор точнее других определяет время»⁵⁰.

Выясняя механизмы чувства (интуиции) времени, следует особое внимание обратить на то, что способность “воспринимать и оценивать время” не является приобретением человека, а получена им по наследству от его животных предков⁵¹ и что в основе этой способности лежат механизмы так называемого

47 И.М. Сеченов. Избранные произведения. - Т. I. - М.: Изд. АН ССР, 1952, с. 77-78.

48 Н.И. Моисеева. Восприятие времени человеческим сознанием //Хронобиология и хрономедицина: Руководство. - М.: Медицина, 1989, с. 263.

49 Там же, с. 267.

50 Н.Д. Багрова. Фактор времени в восприятии человеком. - Л.: Наука, 1980, с. 18.

51 Исследование роли фактора времени в структуре рефлекторных механизмов поведения и деятельности животных было начато еще в начале нынешнего столетия с использованием введенного И.П. Павловым метода условных рефлексов (См.: Ю.П. Феофритова. Время как условный возбудитель слюнных желез. Дисс. – Спб., 1912; М.М. Стукова. Дальнейшие материалы к физиологии времени как условного возбудителя слюнных желез. Дисс. – СПб., 1914; Ф.Д. Василенко. К вопросу об условных рефлексах на время // «Труды физиологической лаборатории им. И.П. Павлова», т. IV, Л.-М., 1939; Э.Г. Вацуро. Рефлекс на время в системе условных раздражителей //Там же. – Л.-М. 1948).

“опережающего отражения”⁵². Разумеется, было бы совершенно неверно предполагать, что живые организмы эмоционально переживают и тем более осознают свое “восприятие” и “оценку” времени. Здесь мы имеем дело со своего рода “часовыми механизмами”, приспособляющими течение физиологических процессов живых организмов, а также их поведение и деятельность к течению физического времени. Такими “часовыми механизмами” и являются “биологические часы”, представляющие собой сложные иерархически организованные системы периодических (или колебательных) биологических процессов, периоды которых с определенной степенью точности и постоянства эквивалентны (в смысле Р. Карнапа) периодам суточных, месячных и сезонных (годовых) изменений условий их обитания.

В настоящее время имеются убедительные факты, свидетельствующие о том, что объективное физическое время человек воспринимает не непосредственно, как нечто объективно существующее во внешнем материальном мире и воздействующее на те или иные органы чувств, а опосредованно, через субъективное переживание своего собственного бытия. При этом периоды тех или иных ритмических процессов “биологических часов” собственного организма ощущаются и осознаются им как равные интервалы длительности.

Многочисленные эксперименты свидетельствуют о том, что, будучи изолированным от циклических изменений окружающих условий (например, находясь в сурдокамере или глубокой пещере), человек оказывается не в состоянии “воспринимать и оценивать” “равномерно текущее объективное время”. Более того, на протяжении всего эксперимента он остается уверенным, что его субъективные сутки, т.е. длительности периодов “сон-бодрствование”, не претерпевают сколь-либо существенных изменений и остаются равными приблизительно 24 часам, тогда как на самом деле продолжительность его субъективных суток оказывается подверженной случайным изменениям и имеет тенденцию растягиваться до 48 часов.

О том, что субъективное чувство равномерного дления связано не с восприятием извне равномерно текущего объективного времени, а с субъективным переживанием протекающего в организме самого человека потока биологических процессов, среди которых важную роль играют циклические процессы “биологических часов”, свидетельствуют и другие факты. Так, изменение общей ритмики биологических процессов организма (например, при резких нарушениях температуры тела) человек воспринимает и переживает как изменение ритмики объективного физического времени.

«Очень вероятно, - пишет по этому поводу Дж. Уитроу, - что постоянная температура человеческого тела является решающим фактором, связывающим индивидуальное время человека с универсальным физическим временем и пре-

52 П.К. Анохин. Опережающее отражение действительности // Вопросы философии, 1962, № 7. См. также в издании: П.К. Анохин. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. - М.: Наука, 1978, 7-26.

дохраняющим их взаимоотношение от излишней неустойчивости. Эта гипотеза была проверена Г. Хогландом⁵³, который в своем исследовании “химической основы нашего чувства времени” нашел, что эксперименты по оценке времени людьми с повышенной температурой подтверждают, что повышенная температура тела вынуждает химические часы идти быстрее и поэтому внешнее время кажется идущим медленнее»⁵⁴. Поэтому если бы человек был пойкилотермным (холоднокровным) живым существом и температура его тела весьма существенным образом зависела от температуры окружающей среды, то ему было бы весьма трудно представить себе, что окружающий физический мир существует в равномерном физическом времени, поскольку в этом случае человек воспринимал бы окружающую действительность так, как, по мнению Гудхардта, по-видимому, воспринимает мир ящерица, которой в жаркий солнечный день весь мир кажется живущим в замедленном ритме времени, а большая часть живых существ кажутся какими-то неуклюжими увальнями, тогда как в холодный пасмурный день материальные процессы внешнего мира начинают течь с повышенной скоростью, а большинство живых существ становятся чрезмерно подвижными и ловкими⁵⁵.

Отметим, что субъективное переживание человеком равномерного дления имеет два принципиально разных механизма, один из которых связан с рассматриваемыми нами “биологическими часами”, а другой, - с протекающими в мозгу и во всей нервной системе информационными процессами. В зависимости от обстоятельств чувство равномерного дления может быть связано с тем или другим механизмом субъективного чувства времени. Но и в том, и в другом случае изменение хода субъективного времени человеком переживается и осознается как изменение ритмики не субъективного, а объективного времени.

Укажем еще на один факт, свидетельствующий о том, что восприятие объективного времени зависит от ритмики протекающих в головном мозгу человека информационных процессов. Известно, что в стрессовых ситуациях у операторов сложных человеко-машинных систем иногда наблюдается резкое изменение ритмики информационных процессов и за очень короткий интервал физического времени они успевают проанализировать значительный объем информации и принять весьма ответственные решения⁵⁶. В нормальных условиях на всю эту работу потребовался бы значительно больший интервал физического времени. Однако субъективно человек переживает эту ситуацию не как ускорение каких-то процессов собственного организма, а как замедление или даже кратковременную остановку объективного физического времени. Поэтому не случайно в психологии подобная реакция операторов сложных человеко-

53 Н. Hoagland. Pacemakers in Relation to Aspects of Behavior. - New York, 1935, pp. 107-120.

54 Дж. Уитроу. Естественная философия времени. - М.: Прогресс, 1964, с. 88.

55 С.В. Goodhart. Biological time // Discovery, 1957, december, pp 519-521.

56 Г.Т. Береговой. Роль человеческого фактора в космических полетах // Психологические проблемы космических полетов. - М.: Наука, 1979, с. 17-24.

машинных систем на стрессовую ситуацию получила наименование феномена “замедления” времени⁵⁷.

И наконец, с механизмами “биологических часов” связана также способность человека интуитивно, не прибегая ни к каким внешним измерителям или индикаторам времени, оценивать в общепринятых единицах физического времени различные, в том числе небольшие, интервалы длительности.

Система “биологических часов” включает не только циркадные, месячные, сезонные и другие долгопериодические, но и большое количество короткопериодических колебательных (циклических) процессов, которые с определенной степенью точности и постоянства эквивалентны ритмическим изменениям внешних условий, что и делает их компонентами “биологических часов” физического времени, при помощи которых человек производит оценку длительности коротких интервалов времени. Но для этого периоды соответствующих колебательных процессов должны быть прокалиброваны в единицах физического времени. В современных условиях подобная калибровка короткопериодических компонент “биологических часов” происходит очень часто в процессе повседневного использования часов при оценке различных интервалов длительности. В результате у человека формируется способность достаточно точно оценивать длительности различных интервалов времени.

Таким образом, интуиция времени существует благодаря тому, что в организме человека имеется сложная система колебательных (циклических) процессов, эквивалентных таким периодическим процессам физического мира, как вращение Земли вокруг оси и ее обращение вокруг Солнца. Но это означает, что “биологические часы”, будучи эквивалентными указанным выше движениям класса “инерциально-равномерных”, сами как бы включаются в этот класс и таким образом “привязывают” и подчиняют протекающие в организме биологические процессы, а в конечном итоге поведение и жизнедеятельность, “равномерному течению” физического времени.

4. Многоуровневость физического времени

Общепринятое в современной физике операциональное определение времени характеризует его как некий локальный физический параметр, существующий там и только там, где находятся измеряющие время “обычные часы”. Вместе с тем то обстоятельство, что в физическом мире в любой точке пространства можно представить себе покоящиеся в данной инерциальной системе отсчета “обычные часы”, причем любые из них можно принять за стандартные, синхронизировать с ними все остальные и таким образом ввести единое время данной инерциальной системы отсчета, способствует сохранению в сознании людей широко распространенных интуитивных представлений о времени как о

чем-то вездесущем, едином и всеобщем, непрерывном и бесконечно делимом, "пронизывающем" все иерархические уровни организации материи.

Однако время, как метризованная длительность, неразрывно связано с классом тех соразмерных процессов, при помощи которых длительность метризована, и с той областью материальной действительности, которой принадлежит этот класс соразмерных процессов. Измеряемое общепринятыми единицами физическое время представляет собой длительность, метризованную "инерциально-равномерными" движениями макромира. Возникает вопрос: насколько правомерно экстраполировать это время в микро- и мегамир и использовать там общепринятые единицы измерения времени ("секунда" и "год"), которые изначально связаны с такими процессами макромира, как вращение Земли вокруг оси и ее обращение вокруг Солнца? Поскольку микро-, макро- и мегамир - это качественно разные уровни организации материального мира, объекты, процессы и события которых имеют свои диапазоны временного бытия, то можно предположить, что на этих уровнях организации материи существуют свои классы соразмерных процессов и, соответственно, свои специфические формы физического времени.

Для того чтобы выяснить, насколько правомерно подобное предположение, нам необходимо проанализировать характер соотношения временных свойств материальных процессов двух смежных, качественно различных уровней их иерархической организации в таких материальных объектах, в которых легко доступны для анализа как процессы обоих смежных уровней, так и механизмы интеграции процессов нижнего уровня в процессы иерархически более высокого уровня.

Именно такими материальными объектами в макромире, на наш взгляд, являются жидкие и газообразные среды. Здесь граница между иерархическими уровнями организации материи, которые можно рассматривать как микро- и макромиры, легко доступна для исследования, поскольку смежными уровнями являются, с одной стороны, уровень совершающих хаотическое броуновское движение атомов и молекул газа или жидкости ("микромир"), а с другой, - уровень аэро- и гидродинамических процессов макромира.

Как известно, поведение жидкой и газообразной среды в гидро- и аэродинамике описывается дифференциальными уравнениями, в которых дифференциал рассматривается как "бесконечно малая" величина соответствующего параметра среды⁵⁸. В частности, дифференциалы пространственных координат характеризуют некоторый "бесконечно малый" элементарный объем жидкой среды, через поведение которого описываются гидродинамические процессы. Но если по существу рассматривать реальный смысл дифференциальных уравнений гидродинамики, то мы должны будем отметить, что этот "бесконечно малый" объем жидкости не может быть сколь угодно малым. Так, он не может

58 Ниже мы будем вести речь только о жидкой среде, имея в виду, что все сказанное относится и к газообразной среде.

быть равен, например, объему отдельной молекулы, ибо гидродинамические уравнения не могут описывать хаотические тепловые движения отдельных молекул. Гидродинамическим законам макромира подчиняется движение не отдельных молекул, а усредненное движение их достаточно больших групп, которое возникает в результате большого числа соударений молекул друг с другом.

Аналогичным образом дифференциал dt “независимой переменной бытия”, т.е. “времени”, не может быть сколь угодно малым, поскольку для того, чтобы из хаотических движений отдельных молекул среды возникло усредненное движение его элементарных (т.е. “бесконечно малых”) объемов, необходим хотя и весьма малый, но отнюдь не сколь угодно малый интервал времени. Действительно, если мы будем рассматривать жидкую среду на протяжении интервала длительности, меньшего, чем так называемое среднее время свободного пробега молекул жидкости (обозначим Δt), то вместо жидкой среды, подчиняющейся законам гидродинамики, мы будем иметь среду, состоящую из хаотически летящих в разных направлениях молекул. Усредненное движение молекул среды - это их движение по траектории, которая возникает в результате достаточно большого количества соударений с другими молекулами. Общее направление траектории совпадает с направлением движения жидкости, но сама траектория представляет собой ломаную линию, отдельные сегменты которой, заключающиеся между двумя смежными соударениями с другими молекулами, могут иметь самые разные направления, включая и противоположные общему направлению траектории. В интервалах длительности, меньших, чем Δt , траектории полетов всех молекул будут представлены не усредненными траекториями, а теми их сегментами, по которым в данный момент движутся молекулы среды.

Таким образом, гидродинамические процессы макромира существуют в жидкой среде в интервалах длительности, не меньших, чем некоторые интервалы времени (обозначим ΔT), необходимые для предельно малого, но достаточного для возникновения усредненных движений молекул количества их соударений. Для жидкой среды макромира “нулевым” интервалом длительности, на протяжении которого “ничего не происходит”, оказывается любой интервал, меньший, чем ΔT , начиная с которого возникают усредненные движения молекул и появляются гидродинамические процессы. Именно к этому предельно малому интервалу длительности как к “абсолютному нулю” стремится “бесконечно малая” величина дифференциала времени в дифференциальных уравнениях гидродинамики. Но вместе с тем он выступает в роли “абсолютного нуля” только при рассмотрении гидродинамических процессов макромира. Если же мы «спустимся» в микромир, то увидим, что этот “равный нулю” предельно малый интервал длительности макромира представляет собой весьма значительный, а для некоторых объектов и процессов микромира даже “бесконечно большой”, интервал длительности. Это обстоятельство свидетельствует о том, что на подобных стыках двух смежных уровней организации материальных процессов мы имеем не просто разные масштабы одного и того же физического

времени, а различные формы физического времени соответствующих уровней организации материальных процессов.

Аналогичным образом можно было бы проанализировать соотношение временных свойств материальных процессов разных иерархических уровней организации и в других материальных средах макромира. Правда, в разных средах предельно малые интервалы длительности, на протяжении которых процессы иерархически более низких уровней организации материальных систем и процессов интегрируются в элементарные акты процессов более высокого уровня, могут очень сильно варьироваться. Поэтому физическое время макромира не имеет единого для всех материальных процессов нижнего предела.

Рассмотрим теперь соотношение временных характеристик процессов и событий макро- и мегамира.

Здесь важно иметь в виду, что мегамир по своим пространственно-временным масштабам отличается от привычного нам макромира примерно так же, как макромир отличается от микромира, если под микромиром понимать мир элементарных частиц. Мегамир - это не околоземной и даже не окологалактический космический мир, а тот мир, который описывается космологическими моделями и в научной литературе именуется "Вселенной в целом" или Метагалактикой. Некоторая, по всей видимости, весьма незначительная часть описываемой космологическими моделями "Вселенной в целом" доступна наблюдению при помощи современных астрономических инструментов. Эта область Метагалактики охватывает сферу радиусом в 12-15 млрд. световых лет.

Согласно современным представлениям, Метагалактика находится в состоянии расширения, начавшегося, примерно, 10-15 млрд. лет тому назад. В космологии, помимо всеобщего расширения Вселенной, исследуется множество других процессов, так или иначе влияющих на распределение в пространстве галактик и их скоплений и определяющих многие наблюдаемые свойства Метагалактики и заполняющего ее субстрата. Так, рассматриваются различного рода волновые процессы и вихревые движения в космологическом субстрате⁵⁹. При этом космологический субстрат математически описывается как некоторая непрерывная, своего рода "жидкая" среда, "атомами" или "молекулами" которой являются отдельные галактики и их скопления. Поскольку при этом предполагается, что время, в котором описываются процессы мегамира, - это то же самое, измеряемое при помощи "обычных часов" в общепринятых единицах время макромира, то у исследователей не возникает никакого вопроса о специфике временных свойств мегамира и, в частности, о существовании нижних временных границ описываемых в космологии процессов. Вместе с тем "бесконечно малые" элементы объемов и интервалов длительности дифференциальных уравнений космологических теорий не могут быть сколь угодно малы. Как

⁵⁹ См., например, доклады Г. Дакур, Х. Нариви, Л.М. Озерного и др. на Краковском симпозиуме, посвященном сопоставлению теорий и наблюдений в космологии: Космология: теории и наблюдения / Пер. с англ.. - М.: Мир, 1978.

известно, галактики в метagalacticком пространстве распределены далеко не равномерно, а образуют различного вида скопления, средние размеры которых равны примерно 2-3 Мпс⁶⁰. Имеются основания считать, что однородность распределения материи во Вселенной достигается только в больших масштабах, порядка 1000 Мпс⁶¹. Но даже если признать, что "бесконечно малый" элемент объема космологического субстрата в космологических теориях не может быть меньше средних размеров отдельных скоплений галактик, а под "элементарным событием" понимать элементарное изменение состояния "бесконечно малого" объема космологического субстрата, возникающее в результате какого-либо воздействия на него со стороны окружающей среды, то "бесконечно малый" интервал длительности "элементарного события" в мегамире (или, иначе, длительность "космологического мгновения") оказывается равным миллионам лет.

Действительно, для того чтобы произошло элементарное изменение состояния "бесконечно малого" объема космологического субстрата, необходимо, чтобы, во-первых, воздействие распространилось на весь этот объем и, во-вторых, все вызванные воздействием изменения интегрировались бы в единое целостное изменение всего «бесконечно малого» объема и проявились вовне в виде изменения его "состояния", т.е. в виде конкретных значений характеризующих его физических величин. Но если учесть, что средний диаметр скопления галактик равен 2-3 Мпс, то для того, чтобы воздействие со скоростью света распространилось на весь "бесконечно малый" объем космологического субстрата, необходимо, примерно, 6-10 млн. лет. Таково "космологическое мгновение", т.е. тот предельно малый интервал длительности, к которому как к абсолютному нулю стремится "бесконечно малая" величина дифференциала времени в тех математических уравнениях, которые описывают поведение "Вселенной в целом" в космологических моделях, а также, по-видимому, в тех уравнениях, которые описывают такие космологические процессы, как протекающие в космологическом субстрате ударные и звуковые волны, вихревые движения и т.п. Правда, в случаях описания в дифференциальных уравнениях различного рода локальных космологических процессов, особенно легко дифференциалам приписать буквальный смысл стремящихся к абсолютному нулю "бесконечно малых" величин, которые могут быть меньше любого сколь угодно малого значения соответствующего физического параметра описываемых процессов и явлений, включая и такую переменную, как "время".

При этом ясно, что предельно малые объемы космологической среды и «бездлительные» «космологические мгновения», к которым как к нулевым объ-

⁶⁰ Используемая в астрономии единица расстояния "парсек" представляет собой расстояние, с которого диаметр орбиты Земли виден под углом в 1 секунду, и равен 3.263 световым годам или $3.086 \cdot 10^{16}$ м. Таким образом, линейные размеры скоплений галактик равны примерно 6.6 - 9.9 млн. световых лет..

⁶¹ Космология: теории и наблюдения / Пер. с англ. – М.: Мир, 1978, с. 6.

емам пространства и интервалам длительности стремятся «бесконечно малые» величины dV и dt , эквивалентны нулевым объемам и интервалам длительности только при описании процессов мегамира. Если же перейти к объектам, процессам и событиям окружающего нас макромира, эти нулевые объемы пространства и интервалы длительности мегамира могут оказаться эквивалентными бесконечным объемам пространства и бесконечным длительностям времени.

Обобщая изложенное, можно сделать вывод, что *в микро-, макро- и мегамире существуют свои специфические формы физического времени*. При этом, поскольку эквивалентные нулю "бесконечно малые" интервалы каждой из этих форм времени оказываются "бесконечно большими" по отношению к процессам и явлениям, протекающим во временных масштабах более "низкого", или более "фундаментального", уровня организации материального мира, мы можем утверждать, что эти формы времени *не являются ни разными масштабами одного единого физического времени, ни разномасштабными продолжениями одна другой*. Каждая из них представляет собой метризованную при помощи соответствующих классов соразмерных процессов равномерную длительность. То обстоятельство, что эти времена поддаются измерению при помощи одних и тех же единиц ("секунда", "год") физического времени макромира, обусловлено, на наш взгляд, тем, что классы соразмерных процессов микро-, макро- и мегамира состоят из механических (в микромире - квантово-механических) движений закрытых консервативных динамических систем, в которых действует закон сохранения энергии движения, или, иначе, механической энергии. В микро- и макромире реальное существование подобных классов материальных процессов установлено эмпирически. Что касается мегамира, то временные масштабы метагалактических процессов столь велики, что нет никакой возможности эмпирически выявить соответствующий класс соразмерных процессов и использовать его для измерения времени⁶². Но нет никаких оснований и для того, чтобы отрицать существование в мегамире закрытых консервативных динамических систем, движения которых составляют материальную основу космологической формы физического времени.

Развиваемое нами представление о временной организации физического мира требует осторожного использования таких понятий, как "момент", "мгновение", "точка" на шкале временной оси, поскольку на разных уровнях эти понятия, сохраняя идентичный смысл, обретают совершенно разное содержание. В рамках же общепринятых представлений о времени как о чем-то едином, "сплошном", насквозь пронизывающем все иерархические уровни структурной организации материального мира, указанным выше понятиям соответствует временной интервал, по длительности сколь угодно близкий к абсолютному нулю. Подобное представление о смысле этих понятий нередко приводит к серьезным недоразумениям.

⁶² Если бы человек жил не сто, а хотя бы порядка миллиона лет, то в качестве космической единицы измерения времени он мог бы использовать, скажем, галактический год, т.е. период обращения Галактики вокруг своего центра, который на уровне Солнечной системы равен примерно 250 млн. лет.

Так, например, при изложении содержания и выводов теории относительности понятие "событие" обычно определяется чисто формально, как «реальное или воображаемое происшествие, занимающее так мало места в пространстве и настолько короткое по длительности, что его можно считать занимающим всего лишь одну точку в пространстве и один момент во времени»⁶³. При этом терминам "точка пространства" и "момент времени" обычно придается буквальный смысл, т.е. предполагается, что их значения близки к абсолютному нулю, и поэтому под "событием" можно понимать любое событие не только мегамира, но и макро- и даже микромира. Такое излишне буквальное понимание равенства нулю пространственных и временных характеристик "события" позволяет некоторым философам ставить под сомнение правомерность использования в физике понятия времени. Так, например, Н.Н. Трубников, ссылаясь на приведенное выше определение Л. Мардером понятия "событие", пишет: «Настоящее время, а через него прошедшее и будущее превращаются здесь в отвлеченную математическую величину, в точку, размеры которой неудержимо стремятся к нулю. И эта призрачная, стремящаяся к нулю точка уничтожает реальные размеры настоящего. И она тем ближе располагается к нулю (эта величина настоящего), чем отвлеченнее уровень наших абстракций времени, с одной стороны, и чем выше уровень наших инструментальных его измерений - с другой»⁶⁴.

Подобная абстрактность физических теорий как раз и не позволяет придавать столь буквальное значение математическим понятиям и считать, что если некоторая величина стремится к нулю (или к бесконечности), то она действительно может сколь угодно мало отличаться от "абсолютного нуля" (или при стремлении к бесконечности становиться больше любой сколь угодно большой величины). В действительности понятие "точка" четырехмерного пространственно-временного континуума обретает разный смысл в зависимости от того, что мы рассматриваем в качестве "мира событий": "Вселенную в целом" или совокупность событий окружающего нас макромира, или, наконец, мир событий микромира.

5. Континуальность и дискретность времени

В предыдущем параграфе мы пришли к выводу о том, что время на каждом иерархическом уровне организации материи, во-первых, "квантованно", ибо существуют такие "бесконечно малые" интервалы длительности, меньше которых на данном уровне организации материального мира "не бывает", и, во-вторых, непрерывно и бесконечно делимо, поскольку "кванты" времени эквивалентны интервалам нулевой длительности, ибо в их пределах "ничего не происходит". Такой вывод позволяет по-новому подойти к решению проблемы прерывности (квантованности) и непрерывности (континуальности) времени⁶⁵.

⁶³ Л. Мардер. Парадокс часов. - М., 1977, с. 53.

⁶⁴ Н.Н. Трубников. Время человеческого бытия. - М.: Наука, 1987, с. 168.

⁶⁵ Проблема континуальности и дискретности времени обсуждалась на протяжении всей истории философии, начиная, по крайней мере, с Зенона Элейского. С историей проблемы можно познакомиться, например, по работам: М.Д. Ахундов. Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. - М.: Наука, 1974. - 255 с.; А.Н. Вяльцев. Дискретное пространство-время. - М.: Наука, 1965. - 369 с.; В.П. Зубов. Развитие атомистических представлений до нача-

Важной особенностью традиционного подхода к этой проблеме является установка на ее однозначное решение. Это связано с тем, что время (или длительность) обычно рассматривалось и рассматривается как нечто единое, универсальное, всеобщее и поэтому не способное быть одновременно и дискретным, и непрерывным.

В процессе становления естествознания проблема континуальности и дискретности времени оказалась тесно связанной с вопросом существования «естественной» меры времени и обычно рассматривалась и решалась параллельно с проблемой дискретности или непрерывности пространства и существования «естественной» меры пространственного расстояния.

Этот вопрос обсуждается уже философами средневековой Оксфордской школы натурфилософов, начиная с трудов францисканца Роберта Гроссетесте (ок. 1168-1253), которые считали, что несоизмеримость диагонали и стороны квадрата свидетельствует против идеи квантованности пространства и поскольку континуум делим до бесконечности, то в континууме по самой его природе нет никакой первичной и единственной меры, поэтому для измерения пространственных интервалов необходимо вводить условные единицы измерения⁶⁶.

А. Грюнбаум рассматривает позицию философов Оксфордской школы как позицию философских предшественников Б. Римана (1826-1866). При этом он считает, что если бы пространство и время были квантованны и «обладали внутренней мерой или “внутренне присущей метрикой”, отношения *конгруэнтности* (равно как и неконгруэнтности) получались бы для непересекающихся пространственных интервалов» и отстоящих друг от друга во времени интервалов длительности «именно в силу присущей им метрики»⁶⁷. Но поскольку «интервалы математически непрерывного физического пространства и времени лишены внутренней метрики», то «основа для измерения протяженности физического пространства или времени должна быть обеспечена с помощью сравнения интервала с телом или процессом, который сопоставляется с ними извне и является тем самым “внешним” по отношению к интервалу» /Там же/. *Самоконгруэнтность* же перемещаемого в пространстве или во времени *метрического стандарта*, полагает А. Грюнбаум, *устанавливается конвенцией*. Таким образом, согласно А. Грюнбауму, в континуальном множестве «любой стандарт конгруэнтности является внешним, а самоконгруэнтность любого из них, как и всех их вместе, при перемещении является конвенциональной» /Там же, с. 22/.

А. Грюнбаум считает, что его понимание конгруэнтности представляет собой «более ясное изложение того, что было довольно туманно изложено Риманом» в его “Инаугурационной лекции” относительно пространства и времени

ла века. – М., 1965; С.Я. Лурье. Теория бесконечно малых у древних атомистов. – М.-Л.: АН СССР, 1935. – 197 с.

⁶⁶ Дж. Уитроу. Естественная философия времени. - М.: Прогресс, 1964, с. 219.

⁶⁷ А. Грюнбаум. Философские проблемы пространства и времени. - М.: Прогресс, 1969, с.20.

/Там же, 23/. Для того, чтобы выяснить, насколько это так, рассмотрим точку зрения Б. Римана более подробно.

Б. Риман рассматривает n -кратно протяженные многообразия, среди которых, как частный случай, присутствует трехмерное физическое пространство («трижды протяженное многообразие»), и хотя Б. Риман не упоминает время, тем не менее все его рассуждения можно отнести и ко времени как к однократно протяженному многообразию. При этом из всех возможных n -кратно протяженных многообразий (или, говоря современным языком, n -мерных пространств) Б. Риман рассматривает такие многообразия, в которых линейный элемент ds выражается формулой $ds = \sqrt{\sum_i (dx_i)^2}$, и показывает, что этот линейный элемент характеризуется мерой кривизны пространства.

В этой весьма содержательной работе Б. Римана нас особо интересует заключительная часть, в которой он рассматривает приложение полученных им выводов к реальному физическому пространству и задается вопросом о внутренней причине возникновения метрических отношений в пространстве при рассмотрении его в бесконечно малом. «Этот вопрос, - пишет Б. Риман, - конечно, также относится к области учения о пространстве, и при рассмотрении его следует принять во внимание сделанное выше замечание о том, что в случае дискретного многообразия принцип метрических отношений содержится уже в самом понятии этого многообразия, тогда как в случае непрерывного многообразия его следует искать где-то в другом месте. Отсюда следует, что или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним - силами связи, действующими на это реальное»⁶⁸.

Таким образом, если объективное физическое пространство (т.е. «то, что создает идею пространства») есть непрерывное многообразие, то возникновение метрических отношений следует объяснять чем-то внешним, а именно - силами связи, действующими на это реальное многообразие. Поэтому решение этой проблемы, считает Риман, надо искать в физике, и, завершая свою работу, он пишет: «Здесь мы стоим на пороге области, принадлежащей другой науке - физике, и переступить его не дает нам повода сегодняшний день» /Там же, с. 33/. Следовательно, даже в том случае, когда создающее идею пространства объективное пространство непрерывно, метрические отношения определяются внешними силами связи и установление метрики пространства оказывается не предметом конвенции, а проблемой физических исследований. Аналогичный вывод справедлив и по отношению ко времени. Причем сегодня мы можем сказать, что при решении вопроса о метрике времени (а также, видимо, и пространства) мы стоим не на пороге физики, а на пороге естествознания, поскольку этот вопрос по-разному решается, по крайней мере, в физике и биологии. Так, если в физическом мире эквивалентные бездлительным мгновениям кванты физиче-

⁶⁸ Б. Риман. О гипотезах, лежащих в основании геометрии // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. Сб. ст. - М.: Мир, 1979, с. 32-33.

ского времени, представляя собой открытые интервалы, не имеют точных и однозначных для всего физического мира значений и не могут служить естественной мерой времени, то в живом организме кванты биологического времени не только могут служить естественными его единицами, но, по всей вероятности, и служат таковыми для генетического аппарата живого организма⁶⁹.

Таким образом, указанная выше установка на однозначное решение проблемы дискретности или непрерывности времени оказывается несостоятельной.

Действительно, разные формы времени по-разному сочетают в себе дискретность и непрерывность. Так, если биологическое время на самом фундаментальном уровне дискретно, причем «кванты» биологического времени могут служить естественными единицами измерения времени⁷⁰, то физическое время на каждом уровне иерархической организации материального мира ограничено снизу некоторыми предельно малыми (для данного уровня) интервалами длительности, которые, однако, не могут служить естественными единицами физического времени. Обусловлено это тем, что эти предельно малые интервалы, во-первых, не имеют четких и одинаковых для разных материальных сред и процессов данного уровня организации материи величин, а во-вторых, в дифференциальных уравнениях физических теорий процессов и явлений эти предельно малые открытые интервалы длительности выступают в роли «бездлительных мгновений» или «точек» на координатной оси времени, к которым неограниченно стремятся, но которых никогда не могут достичь дифференциалы времени dt . Таким образом, физическое время сочетает в себе дискретность и непрерывность, тогда как биологическое время явно дискретно.

Проблема соотношения дискретности и непрерывности времени (и пространства) еще в древние времена вызывала острые дискуссии, поскольку уже эллатами была выявлена противоречивость признания как дискретности, так и непрерывности пространства и времени.

Особенно ярко это было показано Зеноном Элейским в его знаменитых апориях. Истинные причины неразрешимости апорий, на наш взгляд, заключаются в том, что в эпоху Зенона, да и много позже, не осознавалась иерархическая многоуровневость строения материального мира и протекающих в нем процессов, в силу чего время и пространство рассматривались как некие «сплошные», уходящие неограниченно в микромир без каких-либо качественных изменений сущности, а дискретность и непрерывность осознавались как абсолютные противоположности, которые не могут быть одновременно присущи пространству и времени. Соответственно предполагалось, что и пространственное перемещение тел может быть или непрерывным, или дискретным и, в случае непрерывности, это перемещение сохраняет свою природу на сколь угодно малых интервалах времени и расстояния. Действительно, если исходить из таких предположений, то апории Зенона оказываются неразрешимыми.

Для того, чтобы показать это, напомним кратко содержание наиболее известных четырех апорий Зенона, в которых он вскрывает противоречивость представлений как о непрерывно-

⁶⁹ Подробнее см.: И.А. Хасанов. Феномен времени. Часть 1. Объективное время. – М., 1998, гл. 5, «Биологическое время».

⁷⁰ См. там же.

сти и бесконечной делимости (Дихотомия» и «Ахилл и черепаха»), так и о дискретности времени и пространства («Стрела» и «Стадий»).

Апория "Дихотомия" обосновывает невозможность начала движения на том основании, что, прежде чем пройти весь путь, необходимо пройти его половину, но чтобы пройти половину пути, необходимо, в свою очередь, пройти ее половину, и так далее до бесконечности. При неограниченной делимости пространства и времени оказывается, что для прохождения любого сколь угодно малого расстояния необходимо пройти бесконечное множество вложенных друг в друга половинок пути. Иными словами, любые две сколь угодно близкие точки пути разделены непреодолимой пропастью бесконечности.

В апории "Ахилл и черепаха" доказываем, что самый быстрый бегун не сможет догнать черепаху, поскольку за время, пока Ахиллес пройдет расстояние, отделяющее его от черепахи, последняя успеет продвинуться еще на какое-то расстояние, и снова Ахиллу необходимо пройти путь, отделяющий его от черепахи, и так далее до бесконечности. Таким образом, здесь так же, как и в апории "Дихотомия", препятствием является непреодолимая пропасть бесконечности.

Если апории "Дихотомия" и "Ахилл и черепаха" доказывают невозможность движения в случае непрерывности и бесконечной делимости пространства и времени, то "Стрела" и "Стадий" показывают невозможность движения в случае дискретности времени и пространства.

В апории "Стрела" речь идет о том, что если пространство и время состоят из некоторых далее неделимых "точек" и "мгновений", то в каждой точке пространства (и в каждое мгновение времени) стрела покоится неподвижно. В таком случае движение стрелы складывается из последовательности неподвижных состояний. Но движение не может складываться из состояний покоя, следовательно, движение невозможно.

В апории "Стадий" рассматривается взаимное движение трех параллельных и равных друг другу отрезков прямых, один из которых покоится, а два других движутся вдоль покоящегося отрезка в разных направлениях. Поскольку в случае дискретности пространства и времени тело за неделимый далее интервал времени ("мгновение") может пройти только один неделимый интервал расстояния (в противном случае неделимое "мгновение" оказалось бы делимым), то движущиеся навстречу друг другу отрезки прямых за одно мгновение проходят один неделимый отрезок длины покоящегося отрезка и по два неделимых отрезка относительно друг друга. Отсюда следует, что движущееся тело за одно мгновение может проходить одновременно и один, и два неделимых интервала расстояния. Но это означает, согласно Зенону, что половина равна целому, а это невозможно, следовательно, невозможно и движение, приводящее к таким противоречивым результатам.

Апории "Дихотомия" и "Ахилл и черепаха" основаны, по сути дела, на неправомерном предположении, что процессы макромира можно рассматривать в сколь угодно малых интервалах длительности, тогда как на самом деле при неограниченном уменьшении интервалов времени мы оказываемся на качественно ином уровне организации материального мира, где вместо пространственного движения Ахилла и черепахи мы будем иметь биохимические, биофизические и физиологические процессы. Если еще дальше уменьшать интервалы длительности, то исчезнут биологические и останутся только квантово-механические процессы, протекающие на уровне молекул, атомов, их ядер и электронных оболочек.

Поэтому, рассматривая погоню Ахилла за черепахой, мы должны учитывать, что, во-первых, при неограниченном делении интервалов времени, к "бездлительному мгновению" мы приходим через конечное число шагов; во-вторых, "бездлительность" этого "мгновения" означает только то, что на более мелких интервалах длительности процессы макромира (в том числе, пространственные перемещения Ахилла и черепахи) «распадаются» на процессы и события более фундаментальных уровней организации материи и перестают существовать как целостные процессы; в-третьих, в этих предельно малых "квантах" времени перемещения Ахилла и черепахи будут также представлять собой далее неразложимые "кванты" перемещения, являющиеся одновременно их "мгновенными скоростями". Вполне естественно, что "кванты перемещения" ("мгновенные скорости") Ахилла и черепахи таковы, что Ахилл несомненно перегонит черепаху.

Аналогичным образом в апории "Дихотомия" при неограниченном делении пути, которое необходимо пройти в самом начале движения, мы рано или поздно дойдем до такого предельно малого расстояния, которому соответствует "предельно малый", далее неделимый "квант" времени, после чего дальнейшее деление предстоящего пути теряет какой-либо рациональный смысл и превращается в чисто формальную математическую процедуру, не имеющую какого-либо физического содержания.

В апории «Стрела» противоречие возникает в силу того, что дискретность пространства и времени рассматривается как их абсолютное свойство, тогда как в данном случае «кванты» времени и предельно малые расстояния эквивалентны не абсолютному, а математическому нулю, к которому стремятся дифференциалы расстояния и времени в определении мгновенной скорости движения стрелы в макромире. неделимость квантов времени и пространства при рассмотрении такого макропроцесса, как полет стрелы, означает только то, что при дальнейшем делении «квантов» времени и пространства мы покидаем процессы макромира и оказываемся среди процессов микромира. Таким образом, «кванты» времени и пространства макромира – это не статические, а динамические характеристики макропроцессов и, в частности, стрела не покоится ни в одной точке пространства, а движется с вполне определенной («мгновенной») скоростью.

Противоречие в апории «Стадий» возникает в силу того, что предельно малые интервалы длительности и пространственных расстояний макромира рассматриваются как обладающие фиксированными значениями далее неделимые «кванты», тогда как в действительности их количественные величины различны для разных материальных процессов. В частности, при разных относительных скоростях движения тел в макромире одному и тому же предельно малому значению интервалов длительности соответствуют разные значения предельно малых интервалов расстояний. Поэтому «квант» расстояния, проходимый телом относительно неподвижного тела, будет иметь одну величину, а относительно движущегося навстречу – другую.

С абсолютизацией непрерывности и бесконечной делимости времени связано существующее на всем протяжении истории философии парадоксальное представление о бездлительности временного бытия материального мира, вытекающее из следующих рассуждений: при непрерывности и бесконечной делимости времени любой интервал длительности, который мы именуем «настоящим временем», можно разделить на более мелкие интервалы, из которых только один можно будет называть «настоящим временем», тогда как все ос-

тальные будут либо в будущем, либо в прошлом, либо частью в прошлом, а частью в будущем. Продолжая таким образом до бесконечности «уточнять» непосредственно текущее настоящее время, мы будем вынуждены именовать настоящим временем «бездлительное мгновение». В результате бытие существующего во времени чувственно воспринимаемого материального мира обретает иллюзорные черты, поскольку само время оказывается состоящим из несуществующих прошлого и будущего и бездлительного «мгновения» настоящего времени.

Такое представление не учитывает того, что на любом уровне организации материального мира имеются объекты, процессы и события, существующие в разных временных масштабах. Это обстоятельство требует иного подхода к определению «настоящего времени», поскольку эквивалентные «бездлительным мгновениям» интервалы длительности, на протяжении которых «ничего не происходит», оказываются разными, во-первых, для объектов разных уровней, а во-вторых, для одних и тех же объектов, но с позиции разных качественных характеристик этих объектов⁷¹. В силу многоуровневости физического времени наше временное бытие в макромире протекает во вложенных друг в друга все более масштабных «бездлительных мгновениях» более высоких иерархических уровней организации материального мира. Если мы мысленно представим себе мироздание в целом, то можем сказать, что наше временное бытие протекает в лоне вечности, т.е. вечного бытия материального мира.

Вечность, таким образом, не является результатом неограниченного нагромождения миллионов и миллионов лет. Подобная «дурная бесконечность» не выводит нас за пределы макромира, поскольку меры длительности иерархически более высоких уровней организации материи качественно иные, несоизмеримые с «годом», как мерой длительности объектов, процессов и событий макромира.

71 Под «настоящим временем» того или иного материального тела, процесса или события целесообразно понимать такие интервалы длительности, на протяжении которых материальные объекты, процессы и события по каким-то наиболее важным своим характеристикам остаются неизменными, самождественными. В зависимости от того, какие объекты, процессы и события мы рассматриваем и какие их характеристики выступают при этом как наиболее важные, «настоящее время» может охватывать и доли секунды, и многие сотни, тысячи и миллионы лет. Предельной величиной «настоящего времени» для каждого материального объекта, процесса и события оказывается в этом случае время их существования, которое для человека в среднем составляет порядка ста лет, для человеческого общества - возможно, сотни тысяч или миллионы лет, а для Земли как небесного тела - миллиарды лет. Такой подход к определению понятия «настоящее время» можно найти у многих авторов (см, например: Косыгин Ю.А. Земля и время. - Хабаровск, 1990; Молчанов Ю.Б. Проблема времени в современной науке. - М.: Наука, 1990).

Выводы

1. Начиная с Аристотеля, равномерность рассматривается как одно из важнейших свойств времени. Именно в погоне за равномерными движениями как измерителями истинного времени в конце средневековья формируется идея математического времени, связанного с абсолютно равномерным суточным вращением «девятой», невидимой небесной сферы. С крушением аристотелевско-птолемеевской картины мира используемое математиками и астрономами математическое время начинает осознаваться как не связанное ни с какими движениями абсолютно равномерное течение. Именно в таком виде идея «абсолютного, истинного математического времени» была зафиксирована И. Ньютоном в его «Математических началах натуральной философии». При этом от И. Ньютона и последующих исследователей остался скрытым тот факт, что явившееся прототипом абсолютного времени классической механики «истинное», «математическое» время средневековых астрономов и математиков фактически было абстрагировано от суточного вращения Земли вокруг оси.

2. Для измерения времени наилучшим образом подходят равномерные движения. Но если априори неизвестно никакого способа измерения времени, то ни об одном отдельно взятом монотонном движении невозможно сказать, равномерно оно или неравномерно. Равномерные движения можно выделить при помощи критериев равномерности д'Аламбера, которые, однако, позволяют выявлять не абсолютно равномерные, а лишь соравномерные движения.

3. В материальном мире может существовать неограниченное множество классов соравномерных процессов, каждый из которых в соответствующей области материальной действительности может служить датчиком пригодных для измерения времени равномерных процессов. Классы соравномерных процессов могут формироваться под действием различных причин, каковыми могут быть: подчиненность процессов данного класса тем или иным фундаментальным законам; принадлежность их единой, целостной, высокоинтегрированной материальной системе; наличие ведущего процесса, задающего ритмику всех процессов данного класса.

4. Вращения Земли, колебания физических маятников, балансилов часов и другие движения, используемые для измерения физического времени, представляют собой движения закрытых консервативных динамических систем, которые не обмениваются со средой веществом и энергией и в которых сохраняется постоянной механическая энергия. Именно принадлежность этих движений закрытым консервативным динамическим системам обуславливает неизменность параметров движения и объединяет их в один класс соравномерных процессов, условно названный автором классом «инерциально-равномерных» движений. Равномерность (однородность) физического времени обеспечивается подчиненностью закрытых консервативных динамических систем закону сохранения энергии.

5. Присущее человеку чувство (интуиция) времени тесно связано с «биологическими часами», которые эквивалентны циклическим процессам класса «инерциально-равномерных» движений и поэтому сами как бы включаются в этот класс соравномерных процессов и связывают с ним способность «воспринимать» равномерное течение физического времени и оценивать в общепринятых единицах различные интервалы длительности.

6. В микро-, макро- и мегамире существуют свои специфические формы физического времени. Поскольку эквивалентные нулю "бесконечно малые" интервалы каждой из этих форм времени оказываются "бесконечно большими" по отношению к процессам и явлениям, протекающим во временных масштабах более "низкого", или более "фундаментального", уровня организации материального мира, мы можем утверждать, что эти формы времени *не являются ни разными масштабами одного единого физического времени, ни разномасштабными продолжениями одна другой*. Каждая из них представляет собой метризованную при помощи соответствующих классов соравномерных процессов равномерную длительность.

7. Традиционная установка на однозначное решение проблемы дискретности и континуальности времени несостоятельна. Время на каждом иерархическом уровне организации материи, во-первых, "квантованно", ибо существуют такие "бесконечно малые" интервалы длительности, меньше которых на данном уровне организации материального мира "не бывает", и, во-вторых, непрерывно и бесконечно делимо, поскольку "кванты" времени эквивалентны интервалам нулевой длительности, ибо в их пределах на данном уровне организации материи "ничего не происходит". Физическое время и непрерывно (континуально), и дискретно.

Оглавление

Введение.....	3
1. Физический смысл абсолютного времени классической физики.....	8
2. Класс «инерциально-равномерных» движений – материальная основа физического времени	23
3. Природа субъективного чувства (интуиции) времени.....	30
4. Многоуровневость физического времени	34
5. Континуальность и дискретность времени.....	40
Выводы	47

Ильгиз Абдуллович Хасанов

Физическое время

Лицензия № 040853 от 31 октября 1997 г.

Редактор

к. ю. н., доцент **Н.М. Смирнова.**

Компьютерная верстка – **Р.И. Хасанов.**

Сдано в набор 29.10.99. Подписано к печати 19.11.99. Объем 3.1 п.л.
Тираж 200 экз.

Институт повышения квалификации государственных служащих.

113035, Москва, ул. Садовническая, 77, корп. 2, стр. 1.

E-mail: secr@ipkgos.msk.ru

www.glas.apc.org/~vipkgos

Отпечатано в «Типографии на Люсиновской».

113093, Москва, ул. Люсиновская, 29.