

## **О сущности времени**

### **/Статья первая. Формирование ньютоновской концепции времени/**

#### 1. Введение

Открытия последних 10-15 лет отчетливо показали, что живые организмы, начиная с микробов и кончая человеком, имеют в своей основе гораздо больше общего, чем можно было предполагать. Так, оказалось, что все живые организмы пользуются одним и тем же генетическим кодом для передачи наследственной информации<sup>1</sup>, всеобщими оказались основные реакции клеточного обмена<sup>2</sup>, а также многие детали внутриклеточной структуры<sup>3</sup>. Подобного рода факты приводят многих исследователей к выводу, что наблюдаемое многообразие форм жизни является в значительной мере внешним, что в основу фантастического многообразия живых организмов Природой положено поразительно мало принципов<sup>4</sup>. Выявление этих принципов и создание на их основе теоретической биологии, способной количественно описывать как отдельные биологические процессы, так и поведение биологической системы в целом, многими исследователями признается как одна из наиболее актуальных проблем современной науки<sup>5</sup>.

Если же говорить более конкретно, а именно о математической теории живой клетки и внутриклеточных процессов, то придется констатировать, что «в настоящее время нет сколько-нибудь реальной возможности создания математической модели клетки»<sup>6</sup>. Несмотря на огромные успехи целого ряда наук, занятых изучением клетки, современная теоретическая цитология (если только считать, что таковая уже существует), по-видимому, еще далека от того, чтобы описывать клетку как «...материализованное выражение некоего комплекса принципов механики, обладающее уникальной молекулярной архитектурой и организацией»<sup>7</sup>.

При анализе причин, затрудняющих математическое описание биологических систем и процессов, иногда высказывается мысль о том, что адекватное описание живого с помощью современного математического аппарата невозможно в силу того, что существующая математика складывалась на основе количественного описания объектов неживой природы и поэтому современный математический аппарат не соответствует объективной сложности живой материи. Отсюда делается вывод, что для биологии нужна своя, «биологическая» математика.

<sup>1</sup> См., например: Дж. Уотсон. Молекулярная биология гена. - М.: Мир, 1967, с. 374-375; С.Е. Бреслер. Проблемы биофизики //УФН, 1969, 98 /4/, с. 670.

<sup>2</sup> См., например: В.А. Энгельгардт. Специфичность биологического обмена веществ //О сущности жизни. - М.: Наука, 1964, с. 35-47.

<sup>3</sup> См., например: Э. Де Робертис и др. Биология клетки. - М.: Мир, 1967; Д. Грин, Р. Гольдбергер. Молекулярные аспекты жизни. - М.: Мир, 1968.

<sup>4</sup> Д. Грин, Р. Гольдбергер. Молекулярные аспекты жизни, с. 15.

<sup>5</sup> Эта задача была поставлена еще в 30-е годы замечательным советским биофизиком Э.С. Бауэром, который писал: «...Если мы живой организованной материи приписываем особые, свойственные только ей законы движения, т.е. говорим об особой науке - биологии - и в то же время хотим оставаться на почве материализма, то мы должны не только дать утвердительный ответ на наш вопрос, возможно ли найти такие общие законы, которые лежат в основе всех законов движения в отдельных, специальных областях биологии, ... но мы также должны сказать, что найти эти законы, произвести эти обобщения и применить их результаты в качестве ведущей теории в исследовании является насущной очередной задачей теоретической биологии» /Э.С. Бауэр. Теоретическая биология. - М.-Л., 1935, с. 9/.

<sup>6</sup> А.М. Молчанов. Термодинамика и эволюция //Колебательные процессы в биологических и химических системах. - М.: Наука, 1967, с. 308.

<sup>7</sup> Д. Грин, Р. Гольдбергер. Молекулярные аспекты жизни, с. 17.

Несомненно, успешное развитие математической биологии приведет к дальнейшему развитию самой математики, однако мы не можем согласиться с тем, что имеющийся в настоящее время математический аппарат недостаточно универсален (или недостаточно сложен) и поэтому не пригоден для описания биологических процессов. На наш взгляд, неудачи математического описания таких биологических систем, как живая клетка, обусловлены прежде всего неудовлетворительностью понятийного аппарата современной биологии, который в значительной степени состоит из понятий, механически перенесенных в биологию из наук о неживой природе и не отражающих специфики живой материи. В силу этого одним из необходимых условий преодоления препятствий, вставших перед современной теоретической, и особенно математической, биологией является, на наш взгляд, критический анализ понятий и представлений, заимствованных биологией из других наук, и разработка такого специфически биологического понятийного аппарата, который, во-первых, адекватно отражал бы особенности живой материи, а во-вторых, был бы достаточно операционален и мог бы лечь в основу математических теорий биологических систем и процессов. Начать критический анализ понятийного аппарата современной биологии было бы разумно с какого-либо наиболее фундаментального понятия, призванного играть важную роль в будущих теориях математической биологии. Таким понятием, на наш взгляд, может служить понятие времени.

По-видимому, нет необходимости доказывать, что господствующие в современной биологии представления о времени заимствованы из физики. Причем, общепринятая практика измерения времени в единицах, кратных либо периоду оборота Земли вокруг оси, либо периоду ее обращения вокруг Солнца, приводит к тому, что время оказывается чем-то внешним по отношению к биологическим системам и процессам, неким абсолютно равномерным «поток», течение которого ни в коей мере не зависит от свойств живой материи<sup>8</sup>. Иными словами, распространенное в современной биологии представление о времени является не чем иным, как ньютоновской концепцией абсолютного времени<sup>9</sup>.

Однако уже с тридцатых годов высказывается мысль о том, что живые организмы имеют особый временной ритм, существенно отличающийся от временного ритма физического мира, и что поэтому для описания биологических процессов необходимо ввести представление об особом, «биологическом», или «физиологическом», времени<sup>10</sup>. Эта идея, на наш взгляд, заслуживает самого серьезного внимания, поскольку многочисленные факты позволяют предполагать, что в живой природе гораздо больше «абсолютного», чем это кажется на первый взгляд<sup>11</sup>, и что при описании биологических процессов в единицах

<sup>8</sup> Правомерность подобного способа измерения времени при описании биологических систем и процессов, видимо, не вызывает каких либо сомнений у большинства современных биологов. Весьма характерны в этом отношении рассуждения Б. Стрелера, который в книге «Время, клетка и старение» (М.: Мир, 1964), указывая, что по отношению ко времени у нас возникает обычно три вопроса, а именно, как измеряют время, каким образом устанавливают последовательность событий, протекающих во времени, и как определяют направление течения времени, пишет: «На первый из поставленных вопросов ответить легче всего. Измерение времени в основном сводится к сопоставлению отношений, т.е. к подсчету числа естественных периодов, приходящихся на некий временной эталон в течение неизвестного интервала времени, который надо измерить. Например, первичным эталоном времени служит время обращения Земли вокруг своей оси... Приборы, дающие вторичные эталоны времени (маятники, часы, осцилляторы с фиксированной частотой и т.п.) калибруются по этому первичному эталону» /Стр. 14-15/.

<sup>9</sup> «...Точка зрения, до сих пор преобладающая в большинстве наук, называется концепцией абсолютного пространства и времени» /М. Бунге. Пространство и время в современной науке //Вопросы философии, 1970, 7, с. 84.

<sup>10</sup> См.: L. Du Nouy. Biological Time. - London, 1936; **Backman G.** Wachstum und organische Zeit. - Leipzig, 1943.

<sup>11</sup> «Зрелого физика, - пишет М. Дельбрюк, - впервые сталкивающегося с проблемами биологии, ставит в тупик то обстоятельство, что в биологии нет "абсолютных явлений". Каждое явление представляется иным в разных местах и в разное время» (Цит. по: / Э. Майер. Причина и следствие в биологии //На пути к теоретической биологии. I. Прологомены. - М.: Мир, 1970, с. 48/).

Этой особенностью биологических явлений можно объяснить широкое распространение попыток описать клетку и внутриклеточные процессы при помощи статистических и вероятностных методов. (См., например:

неравномерного по отношению к вращению Земли специфически биологического (например, «внутриклеточного») времени должна выявиться «внутренняя» структура временной организации биологических процессов, ускользающая от исследователей при описании живых организмов в обычном «равномерном» физическом времени.

При этом вполне естественно ожидать, что введение в биологию представления о «биологическом времени» (единицы измерения которого, будучи конгруэнтны между собой, - что, как мы увидим ниже, является общим свойством любого типа времени - неконгруэнтны единицам обычного «физического времени») должно весьма существенным образом повлиять на используемую в биологии систему мер и явиться основой для пересмотра всего понятийного аппарата современной биологии.

Но прежде чем рассматривать вопрос о способах введения «биологического времени» в экспериментальную и теоретическую биологию, необходимо проанализировать некоторые философские проблемы, касающиеся сущности времени, что и является задачей настоящей работы. Но поскольку «физическое время» является пока единственным известным нам типом времени и к тому же, как совершенно справедливо отмечает В.П. Казарян, философское представление о времени как о всеобщей форме бытия материи часто отождествляется с временной переменной физики<sup>12</sup>, то для выяснения сущности времени и для решения таких вопросов, как вопрос о характере взаимосвязи времени и различных форм движения материи, необходимо прежде всего установить природу «той величины, которая под видом времени играет весьма существенную роль в классической физике»<sup>13</sup>.

## 2. Время и движение

Как известно, отстаивая ньютоновские представления о пространстве и времени от нападок субъективных идеалистов, В.И. Ленин доказывал, что эти представления содержат элемент абсолютной истины и не могут рассматриваться как совершенно неверные, ложные воззрения. Подчеркивая слова Э. Маха о том, что взгляд Ньютона на пространство и время, несмотря на его ложность, был на практике безвреден для развития физики, В.И. Ленин пишет: «...Признавая “безвредность” оспариваемых им материалистических взглядов, Мах, в сущности, признает тем самым их правильность. Ибо как могла бы неправильность оказаться в течение веков безвредной»<sup>14</sup>.

Однако было бы неверно представлять защиту В.И. Лениным ньютоновских представлений о пространстве и времени от Маха и махистов как попытку доказать абсолютную истинность этих представлений. В.И. Ленин отмечает, что «человеческие представления о пространстве и времени относительны»<sup>15</sup> и что в борьбе материалистов против идеалистов в вопросе о пространстве и времени речь идет не об абсолютизации каких-либо определенных представлений, а о том, «чтобы мы последовательно решали гносеологический вопрос об источнике и значении всякого человеческого знания вообще»<sup>16</sup>.

В.И. Ленин доказывает, что в основе ньютоновских представлений о пространстве и времени лежит материалистическое решение основного вопроса философии и что, выдержав

---

Б. Гудвин. Временная организация клетки. - М.: Мир, 1966; Колебательные процессы в биологических и химических системах. - М.: Наука, 1967). Однако, как совершенно справедливо замечает А.М. Молчанов, при все грубости и жесткости уподобления клетки механизму эта крайняя точка зрения «неизмеримо ближе к истине», чем представление о клетке как о газе, поскольку она «исходит из главного - высокой степени эволюционной зрелости такого замечательного и сложно организованного объекта, как клетка» /А.М. Молчанов. Термодинамика и эволюция //Колебательные процессы в биологических и химических системах, с. 308/.

<sup>12</sup> См.: В.П. Казарян. Относительно представления об обратном течении времени// Вопросы философии, 1970, 3, с. 101.

<sup>13</sup> А. Эддингтон. Относительность и кванты. - М.-Л., 1933, с. 46.

<sup>14</sup> В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, с. 183.

<sup>15</sup> Там же, с. 181.

<sup>16</sup> Там же, с. 182.

многовековую проверку практикой, эти представления доказали свою относительную истинность и поэтому дальнейшее движение к истине предполагает не нигилистическое отрицание ньютоновских представлений, а дальнейшее их развитие, поскольку «эти относительные представления, развиваясь, идут по линии абсолютной истины, приближаются к ней»<sup>17</sup>.

Из ленинской оценки ньютоновских представлений о пространстве и времени, на наш взгляд, вытекают следующие выводы, имеющие важное методологическое значение, которые мы и положим в основу нашего анализа идеи абсолютного времени.

1. При критическом анализе ньютоновских представлений о пространстве и времени нельзя ограничиваться только их недостатками и доказательством их метафизической ограниченности. Надо учитывать, что понятия абсолютного пространства и времени были «совершенно необходимы Ньютону для построения механики, для выражения ее законов»<sup>18</sup>, и поэтому при анализе этих понятий следует уделить должное внимание выявлению того положительного их содержания, которое обеспечило справедливость «принципов механики и их следствий, выраженных при помощи этих понятий»<sup>19</sup>.

2. Ньютоновские представления о времени, будучи ступенью в приближении к абсолютной истине, сами, в свою очередь, являются результатом многовекового и весьма сложного развития более ранних представлений о времени. Поэтому для выяснения положительного содержания концепции абсолютного времени, т.е. для выявления тех объективных свойств (сторон, закономерностей) материальной действительности, которые адекватно отразились в этом понятии, необходимо подойти к анализу идеи абсолютного времени исторически и попытаться определить те элементы более ранних представлений о времени, развитие которых привело к возникновению понятия абсолютного времени и обеспечило успешное использование его в классической физике.

### 3. Время как мера движения

В нашей философской литературе отмечалась историческая преемственность между ньютоновскими представлениями о пространстве и времени и основными идеями о пространстве и времени древних атомистов и особенно Демокрита<sup>20</sup>. При этом иногда противопоставлялись друг другу две линии развития представлений о пространстве и времени, а именно: линии, идущие от Демокрита к Ньютону и от Аристотеля к Лейбницу. Эта мысль была поддержана и нами в статье «Две концепции пространства и времени»<sup>21</sup>.

Однако, говоря о преемственности взглядов древних атомистов и Ньютона на время, необходимо учитывать, что сходство и даже тождественное совпадение взглядов и теорий мыслителей разных эпох и народов не всегда свидетельствует о прямом заимствовании более поздним мыслителем взглядов своего «исторического предшественника». «Историческая преемственность» взглядов этих мыслителей может быть обусловлена и тем, что в их представлениях и теориях нашла отражение одна и та же объективная истина, хотя путь к этой истине у них мог быть и разным. Одним из примеров такого рода преемственности, на наш взгляд, является преемственность между концепциями «абсолютного времени» ньютоновской физики и представлением древних мыслителей о вечно и самостоятельно существующем времени.

Вопреки существующему мнению о том, что понятие абсолютного времени было впервые сформулировано Ньютоном<sup>22</sup>, анализ истории формирования этого понятия говорит

<sup>17</sup> Там же, с. 181.

<sup>18</sup> С.И. Вавилов. Исаак Ньютон. - М.: АН СССР, 1961, с. 117.

<sup>19</sup> Там же.

<sup>20</sup> См., например: В. И. Свидерский. Философское значение пространственно-временных представлений в физике. - Л.: изд. ЛГУ, 1956, с. 52.

<sup>21</sup> См.: Вопросы философии, 1966, 2, с. 60.

<sup>22</sup> «Понятие абсолютного времени впервые было четко сформулировано Ньютоном. Сравнительно поздняя разработка этого понятия объясняется тем, что в философской картине мира древних время играло

о том, что оно начало формироваться еще в средние века в результате развития аристотелевских представлений о времени. То обстоятельство, что в окончательном варианте понятие абсолютного времени оказалось стоящим ближе к доаристотелевским взглядам не является результатом «попятного» движения философии и естественнонаучной мысли, а есть повторение определенных черт предшествующих представлений в ходе поступательного развития взглядов на время. Однако прежде чем перейти к анализу развития аристотелевских представлений о времени необходимо сделать следующее замечание о влиянии аристотелевских представлений на формирование и развитие философских и естественнонаучных идей Нового времени.

Было бы неверно считать средневековье периодом полного застоя философской и естественнонаучной мысли, «печальным пробелом в истории европейской науки». Как отмечает В.Ф. Асмус, подобное неверное представление о развитии научного и философского знания сложилось в силу крайней медленности темпов исторического развития феодального общества<sup>23</sup>.

Нигилистическое отношение к средневековому периоду развития философских и естественнонаучных представлений и понятий, по-видимому, в определенной степени объясняется также и тем, что «буржуазия, сменившая феодальное дворянство, в своей борьбе с остатками средневекового быта в общественных отношениях всячески старалась очернить средневековье, раздуть его теневые стороны и представить как пустой перерыв в ходе времени, причиненный тысячелетним всеобщим варварством»<sup>24</sup>. На эту особенность буржуазной истории указывал и Ф. Энгельс. «Никто не обращал внимания, - писал Ф. Энгельс, - на большие успехи, сделанные в течение средних веков: расширение культурной области Европы, образование там в соседстве друг с другом великих жизнеспособных наций, наконец, огромные технические успехи XIV и XV столетий. А тем самым становился невозможным правильный взгляд на великую историческую связь...»<sup>25</sup>.

Поэтому даже учитывая, что научное и философское мышление в средневековье было очень сильно ограничено богословием, мы все же не можем согласиться с мыслью М. Бунге о том, что после античности идея времени «не исследовалась в рамках научного мышления вплоть до эпохи Возрождения»<sup>26</sup>. М. Бунге пишет: «Идеям греков, вернее, идеям Аристотеля и Лукреция, о времени не посчастливилось. Новая наука восприняла почти архаическую идею времени, а именно абсолютное время Ньютона, которое само по себе “протекает” равномерно. Только немногие, в частности Спиноза и Лейбниц, придерживались реляционной (т.е. аристотелевской. - И.Х.) точки зрения на время, согласно которой без изменения не существует никакого времени. Но это обратное движение философии компенсировалось прогрессом науки...»<sup>27</sup>.

Однако известно, что аристотелевская философия в феодальную эпоху на протяжении нескольких веков была единственной философской системой, официально признанной католической церковью. Философия Аристотеля изучалась в университетах, причем всякое отступление от учения “Философа” рассматривалось как ересь и каралось церковью и государством. Господство аристотелевских представлений во взглядах философов и естествоиспытателей поддерживалось не только в средние века, но и в эпоху Возрождения и даже позже. Известно, что прямое выступление против аристотелевских представлений было небезопасно даже в XVII веке<sup>28</sup>. В этих условиях было бы весьма странным, если бы взгляды

---

гораздо менее существенную роль, чем пространство. Наука о природе с ее точными количественными закономерностями, выражающими зависимости физических величин от времени, находилась в зачаточном состоянии. В центре внимания были проблемы статики, для которых понятие времени несущественно. Только после создания динамики появилась потребность в более глубоком анализе понятия времени» / Штейнман Р.Я. Пространство и время. - М.: Физматгиз, 1962, с. 15/.

<sup>23</sup> См.: Краткий очерк истории философии. - М.: Мысль, 1969, с. 103.

<sup>24</sup> Г.А. Гурев. Коперниковская ересь. - М., 1937, с. 36.

<sup>25</sup> К. Маркс, Ф. Энгельс. Сочинения, изд. 2-е. т. 21, с. 287-288.

<sup>26</sup> Марио Бунге. Пространство и время в современной науке//ВФ, 1970, 7, с. 83.

<sup>27</sup> Там же.

<sup>28</sup> Так, например, «в 1624 г. парижский парламент издает декрет, грозящий изгнанием всем, кто

Аристотеля и, в частности, его представления о времени, не оказали сколь-либо заметного влияния на мировоззрение естествоиспытателей эпохи Возрождения. о том, что подобного рода влияния испытывали даже такие гениальные мыслители эпохи Возрождения, как Николай Коперник (1473-1543), свидетельствует, например, следующее место из его книги «О вращениях небесных сфер».

Приступая к рассмотрению суточного вращения Земли, Н. Коперник пишет: «...Мы начнем с самого известного всем суточного вращения... Это движение мы считаем наиболее и непосредственно присуще земному шару, ибо от него, как числа от единицы возникают месяцы, годы и другие промежутки времени, известные под многими именами»<sup>29</sup>. В рукописи книги Н. Коперника после этих слов стоят зачеркнутые затем слова: «и время является мерой движения», которые в примечаниях редактор справедливо характеризует как «известное определение времени у Аристотеля»<sup>30</sup>. Таким образом, аристотелевские представления о времени не были абсолютно чужды Н. Копернику.

Говоря о влиянии Аристотеля на развитие представлений о времени, необходимо также иметь в виду, что взгляды самого Аристотеля, если взять их в целом, весьма сложны, и поэтому преимущественное развитие тех или иных элементов аристотелевских представлений могло привести к различным, подчас диаметрально противоположным концепциям времени. Так, например, аристотелевское учение о «форме» мира как некотором активном начале по отношению к «материи» мира в сочетании с представлением о неразрывной связи времени и движения явилось, видимо, основой для той ветви развития представлений о времени, которая привела в итоге к лейбницевскому учению о времени как об активной («субстанциальной») «форме», а поставленный Аристотелем вопрос о существовании времени как «числа движений» безотносительно к «считающей душе», т.е. к человеческому сознанию<sup>31</sup>, в сочетании с апелляцией Аристотеля к одновременности восприятия времени и какого-либо движения при доказательстве того, что время не существует без движения<sup>32</sup>, мог дать толчок развитию субъективно-идеалистических представлений о времени.

Наш анализ касается лишь одного из нескольких направлений развития аристотелевских представлений о времени, однако выбранное нами направление эволюции аристотелевских взглядов, будучи наиболее тесно связанным с развитием астрономических знаний и практики измерения и использования времени как в повседневной жизни, так и в научных, и прежде всего в астрономических исследованиях, оказало наибольшее влияние на формирование понятия абсолютного времени классической физики.

х х х

Аристотель, как известно, исходил из представления о неразрывной связи времени и движения. Он считал, что «время не есть движение, но и не существует без движения»<sup>33</sup>, время есть «нечто связанное с движением»<sup>34</sup>.

При этом, согласно Аристотелю, одним из основных и самоочевидных свойств времени является его равномерность. Так, именно на равномерность указывает Аристотель, когда доказывает, что «время не есть движение». Он пишет: «Изменение и движение каждого тела находятся только в нем самом или там, где случится быть самому изменяющемуся и движущемуся, время же равномерно везде и при всем. Далее, изменение может идти скорее и медленнее, время же не может...»<sup>35</sup> (Подчеркнуто нами. - И.Х.).

---

публично выступит с каким-нибудь тезисом против Аристотеля, а пять лет спустя тот же парламент по настоянию богословов Сорбонны постановил, что противоречие принципам Аристотеля равносильно противоречию предписаниям церкви» /Г.А. Гурев, цит. соч., с. 45/.

<sup>29</sup> Николай Коперник. О вращениях небесных сфер. - М.: Наука, 1964, с. 72.

<sup>30</sup> Там же, примечание 3.

<sup>31</sup> См.: Аристотель. Физика. М., 1937, с. 103.

<sup>32</sup> Там же, с. 93-94.

<sup>33</sup> Там же, с. 94.

<sup>34</sup> Там же.

<sup>35</sup> Там же, с. 93

Что же такое время? На этот вопрос Аристотель отвечает, что «время есть не что иное, как число движения по отношению к предыдущему и последующему... Время не есть движение, а является им постольку, поскольку движение имеет число. Доказательством служит то, что большее и меньшее мы оцениваем числом, движение же большее и меньшее временем, следовательно, время есть известное число»<sup>36</sup>. Но время не существует без движения, и поэтому не только движение измеряется временем, но и время - движением, т.е. «временем отмеренного движения измеряется количество и движения, и времени»<sup>37</sup>. Поскольку же время равномерно, то для измерения времени годятся не любые движения, а лишь равномерные, причем среди последних лишь наиболее известные и общедоступные для наблюдения.

Согласно же физическим и космологическим представлениям Аристотеля, все земные движения, возникающие в результате перемешивания и взаимного увлечения четырех земных элементов при их стремлении к своим «естественным» местам, т.е. тяжелых элементов («земли» и «воды») - вниз, а легких элементов («огня» и «воздуха») - вверх, являются конечными и равномерными быть не могут. Как пишет Аристотель: «Ни качественное изменение, ни рост, ни возникновение не равномерны, а только перемещение»<sup>38</sup>. Но и прямолинейное движение земных элементов и тем более состоящих из этих элементов земных тел не годится для измерения времени, поскольку это движение также не может быть непрерывным и равномерным. Комментируя учение Аристотеля о движении, В.Ф. Асмус пишет: «По Аристотелю, мир имеет форму шара, радиус которого - величина конечная. Поэтому если бы основным движением в мире было движение прямолинейное, то такое движение, дойдя до предела мирового целого, необходимо должно было бы прекратиться»<sup>39</sup> И далее: «Для прямолинейного движения свойство это (т.е. равномерность. - И.Х.), согласно физике Аристотеля, невозможно: если движение предмета - прямолинейное, то, чем более приближается предмет к естественному месту своего движения, тем быстрее становится само его движение. При этом Аристотель ссылается на данные наблюдений, которые показывают, что всякое тело, брошенное кверху, падает на Землю, и притом сначала движение его падения медленное, но затем все убыстрится по мере приближения к Земле»<sup>40</sup>. Поэтому только движение по кругу, согласно Аристотелю, может быть вечным, непрерывным и равномерным, и отсюда если «первым движением является перемещение», то «в нем первым движением по кругу»<sup>41</sup>. Именно таковыми, по Аристотелю, должны быть движения вечных и неизменных небесных тел, состоящих из одного наиболее совершенного элемента - «эфира», названного позднее схоластами «квинтэссенцией», т.е. «пятой сущностью». Следовательно, наиболее пригодным для измерения времени движением является движение небесных тел.

Однако уже во времена Аристотеля была известна неравномерность перемещения по небесному своду Солнца, Луны и планет. Поэтому в своей космологической картине мира Аристотель для объяснения неравномерного видимого движения небесных тел был вынужден использовать идею Евдокса (405-356 гг. до н.э.) о возможности представить видимое неравномерное движение небесных тел как суммарный результат равномерных вращений нескольких связанных между собой концентрических сфер. Единственным движением, не требующим для своего объяснения сложной системы концентрических сфер, казалось суточное вращение последней («восьмой») небесной сферы, или «сферы неподвижных звезд». Поэтому Аристотель в качестве движения, наиболее пригодного для измерения времени, указывает на вращение «мировой сферы», т.е. «сферы неподвижных звезд». Это движение, считает Аристотель, наилучшим образом отвечает основным требованиям, какие можно предъявить ко времени как «мере движения», ибо оно

<sup>36</sup> Там же, с. 95.

<sup>37</sup> Там же, с. 104.

<sup>38</sup> Там же.

<sup>39</sup> В.Ф. Асмус. История античной философии. - М.: Высшая школа, 1965, с. 219.

<sup>40</sup> Там же, с. 220.

<sup>41</sup> Аристотель. Физика, с. 104.

равномерно, общедоступно и имеет наибольшую скорость. Удовлетворение последнему требованию, казалось, обеспечивает наибольшую “простоту” движения<sup>42</sup>.

В средние века вместе со всей философией Аристотеля были возрождены и его представления о времени как мере движения. При этом, как отмечает В.П. Зубов, «к “абсолютным часам” в средние века в сущности продолжают предъявлять те же требования, которые предъявлял к ним Аристотель: равномерность движения и “доступность для познания”, а также “простота”, т.е. наибольшая быстрота движения»<sup>43</sup>. Однако средневековые философы и астрономы были вынуждены весьма существенно изменить аристотелевские представления как о способах измерения времени, так и о самом времени как мере всех движений.

Дело в том, что во II веке н.э. становится известной неравномерность вращения “сферы неподвижных звезд”. Для того чтобы сохранить идею равномерного кругового вращения небесных сфер и в то же время объяснить неравномерность видимого вращения “мировой сферы”, в общепринятой в средние века аристотелевско-птолемеевской системе мира за видимой “восьмой” небесной сферой помещалась невидимая, т.е. не несущая на себе никаких небесных тел, “девятая” сфера, которой и приписывалось равномерное суточное вращение. Предполагалось, что равномерное суточное движение “девятой” сферы передается всем нижележащим сферам, которые, однако, имеют и собственные равномерные движения. Так, например, считали, что “восьмая” сфера, на которой расположены звезды, помимо суточного вращения, обладает еще медленным собственным вращением со скоростью около одного градуса за 150 лет. 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, вполне реальное равномерное вращение “девятой” сферы.

Таким образом, “наиболее истинная” мера времени оказывается недоступной для большинства людей: ею пользуются только астрономы в своих вычислениях, причем определяют они это «время в наиболее собственном смысле», опираясь на «умственное рассуждение», а не на чувственное познание<sup>44</sup>. По мере выяснения все более тонких деталей движения небесной сферы для объяснения этого движения оказалось недостаточно и девяти сфер. Так, для объяснения прецессионного движения, разлагавшегося средневековыми астрономами на непрерывное медленное движение с периодом в 36 000 лет и колебательное движение, было введено представление о “десятой” сфере. При этом предполагалось, что “девятая” сфера совершает вращение с периодом в 36 000 лет, а “десятая” («первый двигатель») сообщает всем нижележащим сферам суточное вращение<sup>45</sup>. Во времена же Н. Коперника были попытки ввести в эту картину мира даже “одиннадцатую” сферу<sup>46</sup>. Если теперь учесть, что все эти дополнительные сферы не имели на себе каких-либо небесных тел и их вращение признавалось недоступным для наблюдения, а лишь мысленно представляемым, то станет понятно, почему используемое астрономами в качестве “меры всех движений” равномерно “первое движение” (т.е. суточное вращение небесной сферы)

<sup>42</sup> См.: Аристотель. Метафизика. X, I, 1053 а.

<sup>43</sup> В.П. Зубов. Пространство и время у парижских номиналистов XIV века (К истории понятия относительного движения) // Из истории французской науки. - М.: АН СССР, 1960 с. 36.

<sup>44</sup> В.П. Зубов приводит интересное свидетельство Ж. Буридана о том, что астрономы «при измерении движений прибегают в конечном итоге (finaliter) к первому движению, как к первой и наиболее собственной (maxime propria dictam) мере всех движений» /Зубов, цит. соч., с. 39-40/, и что «астрономы пользуются при всех своих расчетах указанным движением (т.е. первичным движением последней движущейся сферы. В. Зубов) как временем, основываясь не на чувственном познании (per potestiam sensitivam), а на умственном рассуждении (per ratiocinationem intellectualem), когда хотя тузгнать положение светил друг в отношении друга и в отношении нас» /Зубов, цит. соч., с. 40/.

<sup>45</sup> Подробнее см. в книге: Н. Коперник. О вращениях небесных сфер. - М.: Наука, 1964, с. 581.

<sup>46</sup> См. там же, с. 159.



становилось все более абстрактным, все более оторванным от материальных процессов, и постепенно начало осознаваться как некое абстрактное “математическое время”. С крушением птолемеевской картины мира этот процесс должен был завершиться полным отрывом используемого астрономами “равномерного времени” от каких бы то ни было материальных процессов, в результате чего это “равномерное время” должно было превратиться в некую универсальную астрономическую, а возможно, и вообще “математическую”, равномерную независимую переменную<sup>47</sup>, в некий абсолютно равномерный “поток” часов, суток, лет и т.д.

Но если посмотреть на этот процесс постепенного “абстрагирования” времени от материальных процессов с точки зрения физического смысла “девятой”, “десятой” и т.д. небесных сфер, “задающих” равномерное течение “времени в наиболее основном значении”, то мы увидим, что это, по сути дела, процесс выделения из всего сложного видимого движения небесной сферы той компоненты, которая является отражением вращения Земли вокруг оси. Именно на это, фактически, указывает Н. Коперник в приведенной выше цитате о том, что суточное вращение Земли «наиболее и непосредственно присуще земному шару, ибо от него, как числа от единицы, возникают месяцы, годы и другие промежутки времени, известные под многими именами»<sup>48</sup> (Подчеркнуто нами. - И.Х.).

Наряду с формированием представления об абстрактном “математическом времени”, употребляемом только астрономами, в средние века получает признание правомерность использования для измерения времени любых чувственно воспринимаемых человеком процессов, поскольку усложнение производственной и общественной деятельности человека требовало разработки и общедоступных методов измерения времени.

В качестве “часов” в повседневной жизни широко использовались достаточно хорошо известные человеку чувственно воспринимаемые материальные процессы. Так, Ж. Буридан отмечает, что «нередко люди ручного труда (operators mechanicі) пользуются своей работой как движением, позволяющим определять время»<sup>49</sup>, а Альберт Саксонский пишет, что для определения времени в “простонародье” чаще всего пользуются движением Солнца или, как у некоторых народов, движением Луны<sup>50</sup>. Подобного рода факты, разумеется, имели место и во времена Аристотеля, но “Философ” мог не обращать на них внимание, считая их явно ошибочными и проистекающими от необратимости и непонимания сущности времени. Однако в XIV веке игнорировать используемые в повседневной жизни методы измерения времени было уже невозможно, поскольку то движение, которому приписывались свойства “мировых часов”, т.е. равномерное вращение невидимых небесных сфер, было недоступно для большинства людей, а никакого иного, столь же равномерного и в то же время общедоступного материального процесса, на который можно было бы указать как на единственно правильные “часы”, найти не могли. Поэтому номиналисты XIV века оказались вынужденными признать правомерность использования для измерения времени любого движения, доступного для познания<sup>51</sup>.

<sup>47</sup> И действительно, “переменные величины” в математике первоначально, по всей видимости, трактовались как величины, зависящие от равномерно текущего времени. Так, Исаак Барроу (1630-1677), оказавший большое влияние на И. Ньютона, рассматривает время как “абсолютное количество”, а «геометрические кривые для Барроу - в сущности кинетические, так как изменения, выражаемые ими, трактуются как функция времени» /С.И. Вавилов. Исаак Ньютон, с. 150/.

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 замечает, что «время у него единственное независимое переменное. Течет время  $t$  и вместе с ним изменяется  $x$ . Всякая величина рассматривается как производная во времени» (См.: “Комментарии” в кн.: И. Ньютон. Математические работы. М.-Л., 1937, с. 301).

<sup>48</sup> Н. Коперник, цит. соч., с. 72.

<sup>49</sup> В.П. Зубов, цит. соч., с. 41.

<sup>50</sup> Там же.

<sup>51</sup> В.П. Зубов приводит интересное рассуждение распространителя идей парижского номинализма в немецких университетах Марсилия Ингена (конец XIV века). «"Сколько времени длилась лекция магистра логики?" На этот вопрос можно сказать: "время, потребное для того, чтобы пройти два лье". В таком случае

При этом перед философами встал вопрос о том, что собой представляют и как связаны друг с другом времена, измеряемые при помощи различных и, в том числе, лишь мысленно представляемых движений. Эта проблема, именовавшаяся проблемой “множественности времен” /*plurificatio temporum*/, видимо, достаточно оживленно дискутировалось в средние века. В ходе этих дискуссий формировалось представление о двух принципиально различных типах времени, а именно об абстрактном “математическом времени”, используемом астрономами при вычислениях, и “физическом времени”, измеряемом при помощи тех или иных конкретных материальных процессов.

Достаточно четкое разделение времени на такие два типа можно найти уже в Николая Бонета (ум., вероятно, в 1343 г.). «Исследование времени, - пишет Н. Бонет, - бывает двоякое: во-первых, физическое (*naturalis*) и, во-вторых, математическое. Вот почему иначе нужно говорить об одновременности и единстве времени с точки зрения природного бытия (*secundum esse nature*), иначе - с точки зрения бытия математического (*secundum esse mathematicum*)»<sup>52</sup>. При этом интересно отметить, что поскольку «математик рассматривает время, отвлекая его от самого мира и от самого себя»<sup>53</sup>, то “математическое время”, согласно Бонету, едино для всего мира, тогда как «время, взятое материально, в физическом бытии двух различных движений, - различно и не есть одно время, и оно не одно для всего временного, но вместе существуют многие времена»<sup>54</sup>.

Таким образом, работы средневековых последователей Аристотеля свидетельствуют о том, что уже в средние века идет процесс формирования понятия “математическое время”, которое, будучи связано первоначально с видимым вращением небесной сферы, постепенно отрывается от каких бы то ни было материальных процессов и начинает осознаваться как некоторая абстрактная абсолютно равномерная переменная величина, т.е. как чисто математическое понятие, а с другой стороны, возникает представление об относительном (“физическом”) времени, связанном с конкретными чувственно воспринимаемыми материальными процессами.

#### 4. Время как длительность

Несколько позже, чем представление о времени о как мере движения, возникло представление о времени как о длительности неизменного бытия, существования.

Родоначальником такого взгляда Ж. Сивадьян<sup>55</sup> считает Филона Александрийского (ок. 25 г. до н.э. - ок. 40 г. н.э.), одного из главных представителей иудейско-александрийской религиозно-мистической философии. Филон, стремившийся слить теологию с философскими взглядами Платона и Стои и прибегавший для этого к аллегорическому способу толкования религиозных догм, различая в них буквальный (или телесный) и символический (или духовный) смысл<sup>56</sup>, оказал значительное влияние на “отцов церкви”, которые «усмотрели в его учении путь к примирению греческой философии с принятием древнееврейского Священного писания»<sup>57</sup>.

В дальнейшем представление о длительности разрабатывается “отцами церкви”, которых особенно привлекают в этом понятии черты, отличающие его от времени как меры движения, а именно его безотносительность к движению, своего рода “неподвижность”

---

выражают время в категориях пространственного движения. “Время, потребное для того, чтобы испечь хлеб в печи”. В этом случае мерилом служит качественное изменение. Наконец, можно обозначить время посредством результатов движения: можно говорить: “время, нужное для прочтения ночной молитвы или для прочтения Отче наш» /Зубов, 1960, с. 42-43/. При этом В.П. Зубов отмечает, что “*pater noster*” (Отче наш) называлась лебедка, которой пользовались строительные рабочие и работа которой регулировалась чтением этой молитвы /Зубов, 1960, с. 43, примеч. 86/.

<sup>52</sup> Цит. по: В.П. Зубов, цит. соч., с. 48.

<sup>53</sup> Там же, с. 51.

<sup>54</sup> Там же.

<sup>55</sup> J. Sivadian. *Le Temps. L'étude philosophique, physiologique et psychologique.* - Paris, 1938.

<sup>56</sup> См.: История философии (в шести томах). Т. 1. - М.: АН СССР, 1957, с. 157.

<sup>57</sup> Б. Рассел. История западной философии. - М. “ИЛ”, 1969, с. 586.

длительности, возможность мыслить длительность как нечто не расчлененное на прошлое, настоящее и будущее. Эти свойства длительности позволяют “отцам церкви”, а позже средневековым схоластам, рассматривать длительность как атрибут вечной неизменной субстанции (сущности) мира, каковой, по их мнению, является только духовная субстанция, т.е. бог, и противопоставлять ее (длительность) времени, как свойству конечного материального мира. Как пишет Аврелий Августин (354-430): «Продолжительность времени не иначе составляется, как из преемственной последовательности различных мгновений, которые не могут проходить совместно; в вечности же, напротив, нет подобного прохождения, а все сосредоточено в настоящем как бы налицо, тогда как никакое время в целом его составе нельзя назвать настоящим»<sup>58</sup>. Поэтому вечность начинают рассматривать как “меру” длительности. «...Вечность, - пишет Фома Аквинский (1225-1274), - есть мера пребывания, а время - мера движения»<sup>59</sup>.

Однако рассмотренное нами отделение времени, как меры движения, от реально наблюдаемых материальных процессов приводит к формированию понятия “математическое время”, которое оказывается во многих отношениях подобно понятию “длительность”, о чем можно судить по тому, как характеризует “математическое время” Николай Бонет.

Указав на то, что «математик рассматривает время, отвлекаясь от самого мира и от самого себя», Н. Бонет пишет: «Это подобно тому, как если бы десять было отделено и существовало подвешенное в воздухе. Оно не счислялось бы при счислении и коней, и собак, однако посредством именно этой десятки можно счислять и коней, и собак, и людей, и их же измерить. Поскольку пребывающую и последовательную величину, находящуюся в вещи, математик рассматривает как если бы она была отделена и подвешена в воздухе, а потому не принимает ничего, что имеется в той самой вещи, в которой эта величина существует, поскольку с очевидностью явствует, что подобная величина, рассматриваемая подобным математическим образом, не будет становиться множественной сообразно множеству носителей - субъектов и не будет двигаться, и не будет уничтожаться или в чем-либо изменяться в результате изменения носителей - субъектов, но будет пребывать неподвижно в математическом созерцании»<sup>60</sup> (Подчеркнуто нами. - И.Х.).

Иными словами, если вечность (т.е. “мера длительности”) «в каждом своем мгновении целокупна, а времени же это не присуще» /Фома Аквинский/, то подобной “целокупностью”, правда, еще только в “математическом созерцании” ученых, обладает и “математическое время”. Однако в дальнейшем, по мере возрастания роли “математического времени” при описании материальных процессов (например, в результате открытия И. Кеплером законов движения планет, Г. Галилеем законов падения тел), “математическое время”, отождествляемое с “длительностью”, начинает осознаваться как объективное свойство самой материальной действительности. В результате на время, а следовательно и на материальный мир, переносятся свойства “длительности” и прежде всего вечность (Дж. Бруно - 1548-1600; Г. Галилей - 1564-1642), а первоначально нерасчлененная и, фактически, безмерная (если не считать мерой “вечность”) длительность приобретает количественную меру. Наиболее наглядно последнее можно видеть у Р. Декарта (1596-1650).

Декарт еще продолжает различать “длительность” (la duree) как атрибут субстанции и “время” (temps) как меру (число) движения. Но в отличие от схоластов средневековья длительность уже не рассматривается им как нечто абсолютно противоположное времени. По Декарту, во-первых, длительность есть атрибут любой субстанции, в том числе и материальной<sup>61</sup>, а не только духовной, нематериальной субстанции, т.е. бога, как у схоластов средневековья. Во-вторых, Декарт подчеркивает, что он не предполагает «в вещах движущихся иного рода длительности, чем в неподвижных»<sup>62</sup>. Последнее предположение

<sup>58</sup> Антология мировой философии. Т. 1. - М.: Мысль, 1969, с.ю 586.

<sup>59</sup> Там же, с. 833.

<sup>60</sup> Цит. по: В.П. Зубов, цит. соч., с. 51-52.

<sup>61</sup> Декарт пишет, что «если любая субстанция перестанет длиться, она перестанет существовать, так как длительность отлична от субстанции лишь в уме...» /Р. Декарт. Избр. произв. - М., 1950, с. 454/.

<sup>62</sup> Там же, с. 451.

дает возможность Декарту рассматривать время, определяемое им как мера движения, одновременно и как меру длительности движущейся вещи, а следовательно, и как меру длительности любой “длящейся”, т.е. существующей, вещи. «...Чтобы объять длительность всякой вещи одной мерой, - пишет Декарт, - мы обычно пользуемся длительностью известных равномерных движений, каковы дни и годы, и эту длительность, сравнив ее таким образом, мы называем временем, хотя в действительности то, что мы так называем, есть не что иное, как способ мыслить истинную длительность вещей»<sup>63</sup>.

Таким образом, согласно Декарту, существует некий всеобщий единый атрибут любых субстанций - истинная длительность, которая одинакова для любых существующих вещей. Время же представляет собой лишь способ измерения этой истинной длительности, или, точнее, время - это как бы “измеренная длительность”, т.е. длительность, расчлененная на равные части, поскольку «само деление на множество равных частей, будь оно реальным или только мысленным, есть собственно измерение...»<sup>64</sup>. Отсюда ясно, почему без особого обоснования Декарт ссылается в качестве меры длительности на равномерное движение, которое легче других движений удастся разделить на “равные части”.

Следовательно, по самому смыслу измерения, время, как мера истинной длительности, должно быть равномерным, а отсюда нетрудно прийти и к выводу о том, что истинная длительность и сама по себе равномерна<sup>65</sup>. Если из рассуждений Декарта сделать подобные выводы, то мы увидим, что “истинная длительность” - это, фактически, абсолютно равномерное время («...длительность... равномерных движений... называем временем...») (см. приведенную выше цитату), а время есть не что иное, как ньютоновское “относительное время”.

Однако сам Декарт не делает таких выводов, и у него сохраняется, по крайней мере, внешне, влияние схоластического противопоставления “длительности” (“истинной длительности”), как атрибута субстанции, и “времени”, как меры движения<sup>66</sup>. Поэтому для того, чтобы от декартовской “истинной длительности” перейти к идее “абсолютного времени” необходимо было преодолеть это противопоставление длительности и времени друг другу и объявить “истинную длительность” единственным объективным временем, что и было сделано П. Гассенди (1592-1655), у которого идея “абсолютного времени” принимает уже вполне законченные очертания.

Критикуя Декарта за попытку противопоставить время как меру “истинной длительности” (“абстрактное время”) времени как мере длительности конкретной длящейся вещи, Гассенди пишет: «Я, по крайней мере, знаю одно-единственное время, которое, конеч-

<sup>63</sup> Там же.

<sup>64</sup> Там же, с. 151.

<sup>65</sup> Согласно Декарту, «вещи должны быть рассматриваемы по отношению к нашему интеллекту иначе, чем по отношению к их реальному существованию» /с. 126/. В частности, “истинная длительность” как атрибут субстанции неотрывна от последней («...длительность отлична от субстанции лишь в уме...»). В интеллекте же человека существует “идея длительности”. “Время” как “измеренная”, т.е. расчлененная на “равные части”, длительность и является такого рода “идеей длительности”, ибо время «...есть не что иное, как способ мыслить истинную длительность вещей» /с. 451/.

Отсюда можно было бы заключить, что “равномерность” - это свойство лишь “идеи длительности”, а не самой объективной (“истинной”) длительности. Но здесь надо учесть, что, во-первых, Декарт причисляет идею длительности к разряду ясных и отчетливых идей, которые не могут быть ложными /с. 128/, а во-вторых, деление предмета на равные части, т.е. “измерение”, согласно Декарту, не всегда является только мысленным делением, ибо измерение может опираться и на объективную расчлененность предмета на равные части /с. 151/. Кроме того, идея “неравномерной длительности”, видимо, с самого начала должна быть противоречивой, т.е., по Декарту, ложной, поскольку не отвечает смыслу измерения как деления на равные части.

Поэтому ввод о равномерности самой объективной (“истинной”) длительности не является бессмысленным, и если Декарт не делает подобного вывода, то это, по-видимому, объясняется тем, что вопрос о реальной основе измерения, как считает Декарт, относится к компетенции физики и выходит за рамки его исследования /с. 151/.

<sup>66</sup> Так, определяя понятие времени, Декарт пишет: «...Время, которое мы отличаем от длительности, взятой вообще, и называем числом движения, есть лишь известный способ, каким мы эту длительность мыслим...» /с. 451/.

но (я этого не отрицаю), может называться или считаться абстрактным, поскольку оно не зависит от вещей, так как существуют вещи или нет, движутся они или находятся в состоянии покоя, оно всегда течет равномерно, не подвергаясь никаким изменениям. Существует ли кроме этого времени какое-то другое, которое могло бы называться или считаться конкретным постольку, поскольку оно связано с вещами, т.е. поскольку вещи делятся в нем, я никоим образом не могу знать»<sup>67</sup>.

Если сопоставить характеристику этого “одного-единственного” времени Гассенди с ньютоновским определением “абсолютного времени”, то можно будет считать вполне достоверным свидетельство Вольтера о том, что «Ньютон неоднократно говорил некоторым французам..., что он считает Гассенди мыслителем весьма точным и мудрым... и что он, Ньютон, вменяет себе в славу то, что он придерживается мнения Гассенди» «во всем относящемся к пространству и времени»<sup>68</sup>.

Но говоря о влиянии Гассенди, а через него и древних атомистов, на представления Ньютона о времени, необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Во-первых, Ньютон, как математик и механик, опирающийся в своих исследованиях на достижения астрономии, механики и математики прошлого, неизбежно должен был воспринять и идею абстрактного “математического времени”. И действительно, как мы уже отмечали, в работе “Метод флюксий...” Ньютон рассматривает любую величину как производную во времени. При этом Ньютон отмечает, что поскольку «сравнивать друг с другом можно только величины одного рода, а также скорости, с которыми они возрастают», то он будет предполагать, что «одна из предложенных величин, однородная с другими, возрастает благодаря равномерному течению, а все остальные отнесены к ней как ко времени», и что поэтому «повсюду, где встречается слово время, ... под ним нужно понимать не время в его формальном значении, а только ту отличную от времени величину, посредством равномерного роста или течения которой выражается и измеряется время»<sup>69</sup> (Подчеркнуто нами. - И.Х.).

Таким образом, время здесь оказывается, фактически, единственной переменной<sup>70</sup>, однако это еще не объективное реальное, так сказать, «время в собственном смысле слова», а лишь время «в его формальном значении», или, говоря иначе, это абстрактное равномерное “математическое время”.

Во-вторых, взгляды самого Гассенди на время не вполне совпадают со взглядами древних атомистов, а, скорее, представляют собой истолкование в духе философии Демокрита и Эпикура результатов многовекового развития, с одной стороны, аристотелевского понятия времени как меры движения, а с другой - идеи “длительности”. Это достаточно отчетливо можно видеть, например, в том, как Гассенди характеризует «время как длительность»<sup>71</sup>.

Поэтому мы вправе утверждать, что во взглядах Ньютона, как в фокусе, сошлись различные направления развития идеи времени и в результате окончательного слияния достаточно уже сблизившихся, но еще многим казавшихся вполне самостоятельными,

<sup>67</sup> П. Гассенди Сочинения в 2-х томах. Т. 2. - М.: Мысль, 1968, с. 641.

<sup>68</sup> Цит. по: Н.И. Идельсон. Вольтер и Ньютон//Вольтер. - М.: АН СССР, 1948, с. 228.

<sup>69</sup> И. Ньютон. Математические работы. - М.-Л., 1937, с. 45.

<sup>70</sup> См. там же «Комментарии», с. 301.

<sup>71</sup> Гассенди пишет: «...Я... воспринимаю время или длительность, как некое течение, которое никогда не начиналось, которое продолжает существовать в настоящем и никогда не прекратится; которому нельзя помешать и которое нельзя ни замедлить, ни ускорить. Рассматриваемое во всем объеме и постольку, поскольку оно не имеет ни начала, ни конца, оно может быть названо вечностью, или длительностью бога... Рассматриваемое же с точки зрения его частей, оно оказывается длительностью вещей, подверженных возникновению и гибели: таков весь мир, таковы же и все части мира... Наконец, так как время поступательно, люди нашли его меру, а именно само поступательное движение, и прежде всего движение небосвода. Однако будет ли это движение быстрее или медленнее, течение времени от этого не ускорится и не замедлится; время течет равномерно, движется ли что-нибудь или нет; более того, возникает ли мир или рушится, существует что-нибудь или совершенно ничего не существует, оно неизменно длится» /П. Гассенди., цит. соч., с. 640-641).

понятий времени возникло ньютоновское “абсолютное, истинное математическое время”, которое «само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и называется длительностью»<sup>72</sup>

## О сущности времени

### /Статья вторая. Время как равномерная длительность/

#### 5. Возникновение представления о равномерности времени

Аристотель рассматривал равномерность как одно из основных и самоочевидных свойств времени, и это свойство им, фактически, не обсуждается. Единственное, чем озабочен Аристотель, - это как найти такое равномерное движение, при помощи которого можно было бы измерять время. В качестве такого движения, как мы видели, Аристотель указывает на суточное вращение небесной сферы, одновременно предостерегая от отождествления этого вращения с самим временем, поскольку время хотя и не существует без движения, но не есть движение.

Но было бы неправильно думать, что представление о равномерности времени изначально присуще человеческим взглядам на время. Идея «равномерного времени» вряд ли могла иметь широкое распространение (если только она вообще могла существовать) в те времена, когда «некоторые из цивилизованных народов делили время от восхода до заката, а также ночь на 12 равных частей. Сообразно с этим дневной час летом был длиннее, чем зимой, и длина часа менялась в течение года. В Вавилоне, например, где существовало такое обыкновение, длина дневного часа в середине лета была почти наполовину длиннее, чем зимой, а на широте Лондона тот же промежуток оказался бы вдвое длиннее зимнего...»<sup>73</sup>.

Вполне естественно, что для измерения такого неравномерного времени было бы непригодно равномерное движение, для этого необходимо иметь такое движение, которое меняло бы свою скорость в течение суток и в течение года так, как меняется в течение этих периодов ход измеряемого времени. И действительно, рассматривая эволюцию единиц измерения времени – «часов» - и отмечая, что первоначально и не было в употреблении других часов, кроме таких, число которых от рассвета до ночи всегда считалось равным двенадцати, Н. Коперник свидетельствует, что «в связи с этим были даже изобретены клепсидры, которые при помощи увеличения или убавления сочащейся воды позволяли приспособлять показания к различиям дней, чтобы определение времени было возможным и в пасмурную погоду»<sup>74</sup>.

Как замечает А. Берри: «Греки внесли... значительное усовершенствование, разделив, в сравнительно более позднее время, сутки на 24 равных часа»<sup>75</sup>. Рассуждения Аристотеля о необходимости измерять время при помощи равномерного движения говорят о том, что идея «равномерного времени» при Аристотеле уже достаточно глубоко вошла в сознание греков. Однако это не означает, что представление о неравномерном времени и о не равных друг другу единицах его измерения при Аристотеле уже было забыто. Как пишет Н. Коперник: «Употребление таких (т.е. не равных друг другу. – И.Х.) часов по молчаливому соглашению всех народов продолжалось долгое время... Позднее, когда стали общепринятыми часы равной продолжительности и одинаковые для дня и ночи, поскольку они гораздо удобнее при наблюдениях, эти “сезонные” часы настолько устарели, что если ты спросишь кого-нибудь из простого народа, что такое первый час дня, третий, шестой, девятый или одиннадцатый, то он или ничего не найдет сказать, или ответит что-нибудь не

<sup>72</sup> И. Ньютон. Математические начала натуральной философии// Собрания трудов акад. А.Н. Крылова. Т. VII. - 1936, с. 30.

<sup>73</sup> А. Берри. Краткая история астрономии. – М.-Л., 1946, с. 31.

<sup>74</sup> Н. Коперник. О вращениях небесных сфер. – М.: Наука, 1964, с. 94.

<sup>75</sup> А. Берри, цит. соч., с. 31.

относящееся к делу»<sup>76</sup>. Следовательно, даже во времена Н. Коперника представление о неравных друг другу часах и, соответственно, о неравномерно текущем времени, по-видимому, не исчезло абсолютно из сознания людей. По крайней мере, образованным людям (т.е. людям не из «простого народа») идея неравномерного времени была известна и, возможно, как-то уживалась в их сознании с более прогрессивной идеей равномерного времени.

Таким образом, представление о равномерности времени, очевидно, имеет свою длинную, но, к сожалению, еще не изученную историю.

Средневековые последователи Аристотеля продолжают рассматривать равномерность как одно из самых важных свойств времени и при определении движения, пригодного для измерения «времени в наиболее собственном смысле», средневековые номиналисты ради равномерности, фактически, даже жертвуют таким аристотелевским требованием к «мировым часам», как общедоступность для наблюдения («наибольшая известность») и признают в качестве движения, пригодного для измерения времени, невидимое вращение гипотетической «девятой» сферы. Именно в погоне за равной мерой времени происходит постепенное отделение равномерного времени от чувственно воспринимаемых движений, и таким образом формируется идея абстрактного «математического времени», которое в отличие от всех других «времен», измеряемых при помощи чувственно воспринимаемых движений, протекает равномерно.

Однако средневековые последователи Аристотеля, хотя и оказались вынужденными обсуждать вопрос о множественности времен, тем не менее так же, как и Аристотель, не раскрыли природу равномерности «времени в наиболее собственном смысле» (т.е. времени «первого движения») и не смогли обосновать правомерность использования равномерного времени, отсчитываемого при помощи невидимой «девятой» сферы, для измерения неравномерных земных движений. Как пишет В.П. Зубов: «Позднейшее объяснение арабских мыслителей (Аверроэса), введившее новое произвольное допущение космологического порядка, а именно указание на причинную обусловленность всех “подлунных движений” движением “мировой сферы”, также не было ответом на поставленный вопрос. Единственное, что, быть может, заслуживает внимания, это более четкое различие двух видов мер: время обращения мировой сферы есть “внутренняя” мера движения этой сферы, для всех же других движений время ее обращения есть “внешняя”, или непосредственно не связанная с ними мера»<sup>77</sup>. Нерешенным остался также вопрос о том, что именно гарантирует равномерность вращения небесной сферы.

#### 6. Проблема равномерного движения в классической физике

Безотносительная к каким бы то ни было чувственно воспринимаемым процессам равномерность используемого в астрономии «математического времени» приобретает особо важное значение в классической механике. Но И. Ньютон так же, как и более ранние мыслители, не анализирует равномерность времени. Он, по сути дела, просто постулирует равномерность абсолютного времени<sup>78</sup> и ограничивается лишь следующим разъяснением:

<sup>76</sup> Н. Коперник, цит. соч., с. 94.

<sup>77</sup> В.П. Зубов. Пространство и время у парижских номиналистов XIV в. В сб.: «Из истории французской науки», с. 35.

<sup>78</sup> И. Ньютон следующим образом вводит понятия абсолютного и относительного времени: «Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные. Однако необходимо заметить, что эти понятия обыкновенно относятся к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят некоторые неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведенные понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные.

*Абсолютное, истинное математическое время* само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью.

*Относительное, кажущееся или обыденное время* 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» /

«Абсолютное время различается в астрономии от обыденного солнечного времени уравнением времени. Ибо естественные солнечные сутки, принимаемые при обыденном измерении времени за равные, на самом деле между собой не равны. Это неравенство и исправляется астрономами, чтобы при измерениях движения небесных светил применять более правильное время. Возможно, что не существует (в природе) такого равномерного движения, которым время могло бы измеряться с совершенной точностью. Все движения могут ускоряться или замедляться, течение же абсолютного времени изменяться не может. Длительность или продолжительность существования вещей одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли, или их совсем нет, поэтому она надлежащим образом и отличается от своей доступной чувствам меры, будучи из нее выводимой при помощи астрономического уравнения. Необходимость этого уравнения обнаруживается как опытами с часами, снабженными маятниками, так и по затмениям спутников Юпитера»<sup>79</sup>.

Таким образом, согласно Ньютону, достаточным (по крайней мере для астрономических целей) приближением к абсолютному времени является обыденное солнечное время, выправленное при помощи уравнения времени. Неравномерность же обыденного солнечного времени, как известно, проистекает из-за наложения друг на друга трех движений Земли, а именно: вращения Земли вокруг оси, вращения Земли в системе «Земля-Луна» вокруг центра масс этой системы и движения Земли вокруг Солнца по эллиптической орбите<sup>80</sup>. Уравнение времени, о котором пишет Ньютон, позволяет, по сути дела, выделить «в чистом виде» вращение Земли вокруг оси и пользоваться им как эталонным равномерным движением для измерения «более правильного» или, иными словами, более равномерного времени.

Итак, как в средневековье «математическое время», «отмеряемое» мысленно по равномерному суточному вращению невидимых и чувственно не воспринимаемых поэтому небесных сфер, так и ньютоновское «абсолютное время» задается (или определяется) одним и тем же механическим движением, а именно вращением Земли вокруг оси. «Абстрактность» полученного таким образом представления о времени, кажущаяся безотносительность времени к каким бы то ни было материальным процессам обусловлена тем, что лежащий в его основе материальный процесс (вращение Земли вокруг оси) недоступен в чистом виде непосредственному чувственному восприятию и его приходится выделять как некоторую «мысленную» компоненту видимого движения отдельных небесных тел или звездного неба в целом<sup>81</sup>.

#### 7. Критерии равномерности Ж. Даламбера

Более подробно, чем И. Ньютон, проблему измерения «абсолютно равномерного времени» обсуждает Ж. Даламбер (1717-1783).

Даламбер, как и Ньютон, предполагает, что «время по своей природе течет равномерно» и отмечает, что «механика исходит из этой равномерности»<sup>82</sup>. Но поскольку мы не можем непосредственно воспринимать время, то вынуждены для измерения времени прибегать к чувственно воспринимаемым движениям. При этом Даламбер считает, что для измерения времени в принципе пригодны любые, в том числе и неравномерные движения,

---

Ньютон И. Математические начала натуральной философии. В «Собраниях трудов акад. А.Н. Крылова». Т. VII. 1936, с. 30/.

<sup>79</sup> Там же, с. .

<sup>80</sup> Здесь мы пренебрегаем такими вызывающими неравномерность вращательных движений Земли факторами, как изменение ее массы в результате выпадения на Землю космической пыли и достаточно крупных кусков материи, сезонные перемещения масс на Земле и др.

<sup>81</sup> Более подробную информацию о том, как рассчитывается «абсолютно равномерное» время и от какого рода движений и «нерегулярностей» приходится при этом освобождать вращение Земли вокруг оси, можно найти в работе П.Н. Бакулина и Н.С. Блинова «Служба времени» (М.: Наука, 1968, § 15).

<sup>82</sup> Ж. Даламбер. Динамика. – М.-Л., 1950, с. 19.



однако «при помощи неравномерного движения невозможно было бы измерять время, не зная откуда-нибудь заранее, какая связь между отношениями времени и отношениями пройденных путей соответствует данному движению»<sup>83</sup>. Иными словами, для того чтобы иметь возможность использовать неравномерное движение для измерения времени, необходимо знать уравнение этого движения, которое можно рассматривать как уравнение, выражающее «не соотношение между пространством и временем, а, если можно так выразиться, соотношение между отношением частей времени к единице времени и отношением частей пройденного пространства к единице пространства»<sup>84</sup>. Однако, как совершенно справедливо подчеркивает Даламбер, уравнение движения мы можем знать только из опыта, который предполагает, «что уже имеется вполне определенная мера времени»<sup>85</sup>.

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»<sup>86</sup>, а поскольку Даламбер молчаливо предполагает, что не может быть двух или несколько «абсолютных времен», то он считает, что этот частный вид движения должен быть единственным движением, обладающим указанным выше свойством<sup>87</sup>. «Обоим этим условиям, - считает Даламбер, - удовлетворяет только равномерное движение»<sup>88</sup>.

«В самом деле, - рассуждает Даламбер, - 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 замедленного движения, так сказать, произволен и зависит от внешних обстоятельств. Неравномерное движение не может быть, поэтому, естественной мерой времени»<sup>89</sup>.

Но «каким образом можно убедиться в том, что данное движение является в точности равномерным?»<sup>90</sup>. Вслед за Ньютоном, который предполагал, что, может быть, и «не существует (в природе) такого равномерного движения, которым время могло бы измеряться с совершенною точностью»<sup>91</sup>, Даламбер не отрицает возможность неразрешимости приведенного выше вопроса. «Но отсюда (т.е. из неразрешимости рассматриваемого вопроса. - И.Х.) вовсе не следует, - пишет Даламбер, - что равномерное движение не является по своей природе, единственной 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»<sup>92</sup>. Что же касается определения приближенной равномерности, то для этого, как считает Даламбер, имеется три способа.

Таким образом, «равномерность» рассматривается Даламбером как «абсолютное» свойство некоторого класса движений, в силу чего все доступные наблюдению движения можно вполне однозначно разбить на «равномерные» (по крайней мере, «приблизженно равномерные») и «неравномерные». Поэтому, анализируя предлагаемые Даламбером

---

<sup>83</sup> Там же, с. 46.

<sup>84</sup> Там же, с. 19.

<sup>85</sup> Там же, с. 46.

<sup>86</sup> Там же, с. 45.

<sup>87</sup> Там же.

<sup>88</sup> Там же.

<sup>89</sup> Там же, с. 46.

<sup>90</sup> Там же.

<sup>91</sup> И. Ньютон. Математические начала..., с. 32.

<sup>92</sup> Ж. Даламбер, цит. соч., с. 46.

способы определения равномерности, мы вправе ожидать, что эти способы, помимо разделения всех движений на «равномерные» и «неравномерные», должны также обеспечить однозначность подобного разбиения всех материальных процессов на «приблизительно равномерные» и «заведомо неравномерные».

Ниже мы рассмотрим именно с этой точки зрения даламберовские критерии равномерности, но поскольку эти критерии, как мы увидим, так или иначе предполагают сравнение двух или нескольких движений (процессов) между собой, мы должны предварительно заметить, что эта особенность предлагаемых Даламбером способов определения равномерности отнюдь не случайна. Действительно, если нам дан лишь один единственный процесс (движение), то, опираясь на наблюдения только этого единственного процесса, мы ничего не сможем сказать о его равномерности или неравномерности, поскольку для решения этого вопроса мы должны сравнивать между собой периоды времени, в течение которых наблюдаемая нами материальная система изменяется одинаковым образом. Но эти периоды времени мы не можем сравнивать между собой непосредственно, поскольку они отделены друг от друга во времени, и поэтому для решения нашей задачи мы должны иметь некоторый «хранитель длительности» (т.е. некоторые «часы»), при помощи которого мы могли бы сравнивать различные периоды нашего исследуемого процесса. Но этот «хранитель длительности» сам должен быть некоторым процессом, что противоречит нашему исходному условию. Поэтому вопрос о равномерности или неравномерности тех или иных процессов будет правомерен лишь в том случае, когда мы имеем возможность сравнивать исследуемый процесс с другими материальными процессами.

Предположим теперь, что мы имеем возможность сравнивать различные одновременно протекающие процессы (движения) между собой.

В этом случае мы можем воспользоваться одним из трех предлагаемых Даламбером критериев равномерности, согласно которому: «...Движение можно считать приблизительно 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 приблизительно) в одном и том же отношении друг к другу, то считают движения этих тел равномерными или по меньшей мере весьма близкими к равномерному»<sup>93</sup>. И далее Даламбер поясняет этот критерий следующим образом.

Пусть мы имеем равномерно движущееся тело А, которое за произвольно взятый промежуток времени Т проходит путь Е, а другое тело В, которое также движется равномерно, за тот же промежуток времени проходит расстояние е. «Тогда, - пишет Даламбер, - независимо от того, одновременно ли начали двигаться эти два тела или нет, отношение Е к е будет всегда одним и тем же. И этим свойством обладает лишь равномерное движение»<sup>94</sup>.

Однако легко видеть, что данный критерий останется справедливым и в том случае, когда все сравниваемые движения одновременно (независимо от того, когда началось то или иное движение) ускоряются или замедляются по одному и тому же закону, поскольку в этом случае и числитель, и знаменатель отношения Е/е будут умножаться на одну и ту же (постоянную или переменную) величину и отношение останется неизменным<sup>95</sup>. Поэтому рассуждения Даламбера будут справедливыми лишь в том случае, если между сравниваемыми движениями нет внутренних связей и они не могут одновременно и совершенно одинаковым образом изменять свои скорости. Если же предположить, что подобные связи между наблюдаемыми процессами могут иметь место (скажем, через какие-то фундаментальные законы той формы движения материи, к которым относятся

<sup>93</sup> Там же, с. 47.

<sup>94</sup> Там же.

<sup>95</sup> Разумеется, при вполне естественном предположении, что рассматриваемый коэффициент ускорения (или замедления) не обращается в нуль.

сравниваемые процессы, или в силу принадлежности сравниваемых процессов некоторой единой целостной системе, либо в силу каких-то других причин), то мы должны прийти к выводу, что рассмотренный нами критерий равномерности не дает возможности выделить из всего многообразия материальных процессов «действительно» («абсолютно» или «истинно») равномерные процессы, а указывает лишь 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 изменяют свои скорости одинаковым образом.

Введенное нами понятие «соравномерные движения» можно пояснить при помощи следующей наглядной модели.

Пусть мы имеем плоскую ленту, на которой нанесена декартова система координат с осью абсцисс, направленной вдоль, и осью ординат – поперек ленты. Будем считать, что равномерная шкала оси абсцисс (назовем ее  $\tau$ -шкалой) представляет собой шкалу времени, а деления оси ординат суть шкалы некоторых изменяющихся во времени величин, графики которых нанесены на ленту. Предположим, что графики А, В, С, ... суть изображения равномерных, графики F, G, H ...- периодических и графики M, N, P, ...- более сложных функций аргумента  $\tau$ .

Пусть наша лента изготовлена из идеально эластичной пленки, которая, не образуя складок и не разрываясь, может неограниченно сжиматься и растягиваться вдоль оси абсцисс, оставаясь совершенно неизменной вдоль оси ординат. Иными словами, мы будем считать, что при деформациях пленки прямые параллельные оси ординат смещаются вдоль оси абсцисс параллельно самим себе. Предположим далее, что наша лента со всеми нанесенными на нее графиками оказалась деформированной вдоль оси абсцисс, причем коэффициент деформации представляет собой сложную, в общем случае стохастическую функцию  $K(\tau)$ .

Допустим далее, что на ось абсцисс этой деформированной ленты мы заново нанесли равномерную шкалу времени (назовем ее  $s$ -шкалой) и начертили графики некоторых равномерных (графики a, b, c, ...), периодических (графики f, g, h, ...) и более сложных (графики m, n, p, ...) функций времени  $s$ . Затем пленка снова подверглась деформации с переменным коэффициентом деформации  $L(s)$ .

Допустим, что пленка множество раз деформировалась с разными коэффициентами деформации и каждый раз после очередной деформации на пленку наносились графики равномерных, строго периодических и более сложных функций. В результате на нашей ленте оказалось великое множество многократно деформированных графиков явно стохастических функций. Предположим, что с оси абсцисс исчезли все шкалы, но если использовать рассмотренный выше критерий равномерности Даламбера, то мы можем восстановить все равномерные шкалы оси абсцисс. Для этого необходимо на ряде произвольно выбранных отрезках оси абсцисс найти приросты всех монотонных функций и найти их попарно взятые отношения. При этом отношения приростов равномерных функций, невзирая ни на какие деформации пленки, должны остаться постоянными величинами на всех отрезках оси абсцисс. При этом на пленке выделится столько групп равномерных процессов, сколько их было нанесено на ленту. Поскольку мы изначально на пленке имели графики группы равномерных процессов, а затем после каждой деформации наносили графики очередной группы равномерных процессов (функций), то их количество будет на единицу больше, чем количество деформаций пленки. Таким образом, мы можем выделить на пленке разные группы по всем признакам явно стохастических монотонных функций, которые, однако, оказываются равномерными процессами, если отрезки оси абсцисс, на которых каждая из этих функций изменяется одинаковым образом, считать конгруэнтными («равными») единицами равномерной шкалы.

< ... >