

# РАЗДЕЛ I. ОНТОЛОГИЯ И ТЕОРИЯ ПОЗНАНИЯ

---

УДК 115

DOI: 10.18384/2310-7227-2016-1-6-13

## ВРЕМЯ И ХАОС

***Афанасьева В.В., Пилипенко Е.А.***

*Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского  
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, Российская Федерация*

**Аннотация.** Целью работы является изучение соотношения времени и хаоса. Показано, что гносеологическая связь времени и хаоса в научном познании соотносится с неопределённостью и непредсказуемостью будущих состояний. Эта связь отсутствует в классической динамике, поскольку будущее полностью определено уравнениями движения; в статистической физике и нелинейной динамике поддерживается существованием статистического и детерминированного хаоса соответственно, а в теории относительности следует из неоднозначности прошлого и будущего. Предполагается, что необратимость времени может являться не онтологическим, а гносеологическим свойством последнего, связанным с особенностями человеческого познания и отражающим необратимость термодинамических и неустойчивость нелинейных процессов. Вводится представление о «нелинейной стреле времени».

**Ключевые слова:** время, стрела времени, статистический хаос, детерминированный хаос.

## TIME AND CHAOS

***V. Afanasyeva, Ye. Pilipenko***

*Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky  
83Astrakhan Street, Saratov, Saratov Region, 410026, Russian Federation*

**Abstract.** The paper considers a ratio between chaos and time. It is shown that the epistemological relation of time and chaos in scientific cognition is connected with uncertainty and unpredictability of future states. This link does not exist in classical dynamics, because the future is fully determined by the equations of motion. It is supported by the existence of static and deterministic chaos in statistical physics and nonlinear dynamics, and in the theory of relativity it is resulted from ambiguity of the past and the future. It is assumed that the

irreversibility of time should be not an ontological, but epistemological feature of time connected with the features of human cognition and reflecting the irreversibility of thermodynamic and the instability of nonlinear processes. The idea of 'nonlinear arrow of time' is introduced.

**Key words:** time, arrow of time, the statistical chaos, deterministic chaos.

Осмысление природы времени остаётся актуальным на протяжении всего развития человеческой мысли. Сложность времени как природного и социального феномена обуславливает существование множества разнообразных философских и естественно-научных его концепций, ни одна из которых сегодня не может претендовать на полноту описания, а успехи позитивных наук постоянно ставят перед исследователями времени всё новые проблемы. Одной из них представляется проблема соотношения времени и хаоса, ставшая особо острой после открытия во второй половине двадцатого века детерминированного хаоса.

Соотношение времени и хаоса, на наш взгляд, следует рассматривать с двух основных ракурсов: гносеологического и онтологического. Конечно, связь времени и хаоса может иметь глубочайшие онтологические или даже метафизические основания. Но наиболее очевидной, «прозрачной» является гносеологическая связь времени и хаоса, с неё мы и начнём. Парадоксальным в контексте заявленной темы является следующее утверждение: в научном познании время традиционно связано с порядком, а не с хаосом. В самом деле, именно время задаёт порядки существования вещей, событий, процессов как длящихся относительно друг друга и тем самым обозначает одну из основных стратегий познания: обнаруживать во всём существующем временные изменения, рассматривать объекты мира как разворачивающиеся

от прошлого к будущему, как процессуальные, как динамические – и практически всё научное знание ориентировано этой стратегией. Конечно, в горизонте повседневности, в обыденном сознании будущее мыслится как скрытое временем, непредсказуемое, но многие науки ставят своей важнейшей задачей именно предсказание будущего. Максимально, с наибольшей достоверностью, предсказание будущего реализуется в классической физике: строгие законы механики и электродинамики, сформулированные как временные зависимости, позволяют однозначно и точно определять будущие состояния систем, если известны начальные условия.

Сказанное обозначает возможное отношение времени и хаоса в познании как гносеологически нежелательную ситуацию, нивелирующую усилия наук по определению будущего. Вот почему в классическом естествознании появление временного хаоса никогда не связывалось с существованием закономерности, он всегда объявлялся следствием нарушения некоторого заданного законом развития порядка, результатом действия неучтённой случайности, «исключением из правил». Рассмотрение хаотического как случайно возникающего и незаконномерного обусловило и отказ классической физики от целенаправленного изучения хаоса, и представление о том, что хаоса можно избежать, улучшая эпистемологические модели и принимая в расчёт случайности. Таким об-

разом, классическая наука вывела хаос из рассмотрения и обозначила время как нечто, однозначно связанное с порядками сосуществования и (или) изменения объектов познания.

Однако уже с середины девятнадцатого столетия стало очевидно, что существует множество физических процессов, которые невозможно описать как упорядоченные. Речь идёт о динамике ансамблей, или статистических систем, – систем с большим числом элементов, не описывающихся в рамках классической механики. Исследование таких систем привело к появлению статистической физики, а несколько позже представления последней были распространены на биологические и социальные системы. Статистическая физика ввела в естествознание представление о средних значениях, вероятностных распределениях и временной неопределённости, примирила науку с хаосом, хотя и «умалила» последний определением «статистический» и тезисом о предсказуемости «в среднем» (статистической предсказуемости), а также введением понятий «статистический детерминизм» и «вероятностный детерминизм». Несмотря на это, стало ясно, что будущее многих физических систем точно не определено, а время может задавать не только взаимные порядки вещей и процессов, но и их относительный беспорядок, то есть хаос. В начале двадцатого века эти представления были поддержаны квантовой механикой, возведшей временную неопределённость процессов в микромире в ранг принципа, после чего стало ясно, что время и хаос имеют сущностную гносеологическую связь.

Во второй половине двадцатого века был открыт детерминированный,

или динамический, хаос, что сделало очевидным возможность хаотических процессов не только в статистических, но и в нелинейных динамических системах, и рассмотрение этих процессов как закономерных и типичных, а не как случайных и редких. Возникший после этого исследовательский «бум» поставил науку перед следующим фактом: большинство реальных физических, биологических, социальных систем являются нелинейными и могут вести себя хаотически в широкой области своих параметров. Хаос был осмыслен как одна из возможных закономерностей развития и категориально связан с понятием «закон», а представления об обязательной предсказуемости будущих состояний динамических систем были нивелированы [1, с. 97]. Стало очевидным, что возможность точного научного предсказания является лишь частным, далеко не всегда реализуемым случаем. Будущему стало сопоставляться хаотическое, что и обозначило сущностную гносеологическую связь времени и хаоса. Особо отметим важное, на наш взгляд, обстоятельство. Непредсказуемость будущего, его «сокрытость» определяется сложностью происходящих процессов, невозможностью точно определить последующие состояния термодинамических или нелинейных динамических систем, и в случае подобных сложных процессов прошлое скрыто не менее, чем будущее, если только наблюдатель непосредственно не присутствовал при уже происшедшем. Напротив, будущее полностью предсказуемо, если развивающиеся во времени процессы подчиняются строгому закону, как это нередко происходит с механическими системами: всегда можно вычислить,

куда упадёт брошенный мяч. Таким образом, неопределённость будущего – это всего лишь гносеологическая проблема, проблема наблюдения, связанная не со свойствами самого времени, а с особенностями познания.

Итак, время в процессах познания связано с установлением временных беспорядков (установлением хаотического характера развития) не менее, чем с обнаружением временных порядков – время и хаос связаны гносеологически. Но существует ли онтологическая связь времени и хаоса, определяющая существенные характеристики самого времени? Есть ли существенные свойства времени, которые связаны с хаотичностью состояний, движений, процессов? Важнейшим онтологическим свойством времени, делающим его особенным, несимметричным, не похожим ни на что другое, на сегодняшний день представляется его необратимость, так называемая «стрела времени». Стрела времени – это гипотетический временной луч, направленный из прошлого, от «начала времен», в неопределённое будущее; модель, позволяющая рассматривать время как равномерно текущее, прямолинейное, одномерное, с заданным направлением. Каждая точка временной оси соответствует определённому моменту времени. Эта модель возникла в классической механике как следствие представлений о прямолинейном трёхмерном пространстве и независимо от него протекающем времени. Она удобна для обыденных и научных представлений о времени и отражает то его свойство, которое с лёгкостью интуитивно постигается – его безусловную направленность из прошлого

в будущее, неспособность обратиться назад.

Однако даже в самой классической динамике представления о необратимости времени не подкреплены никаким формализмом. Хорошо известно, что основные законы механики симметричны относительно инверсии времени: смена знака времени никак не меняет их уравнений. Это значит, что фундаментальные законы «не замечают» стрелы времени и сформулированы таким образом, как если бы её не существовало. Для стороннего наблюдателя динамических процессов прошлое и будущее оказываются равноценными.

А в теории относительности представление о единой оси времени и вовсе отсутствует, поскольку измерение времени является относительным; нарушается классическое упорядочение точек пространства по времени; помимо прошлых и будущих событий существуют и неопределённые события, которые невозможно описать в терминах «прошлое-будущее». При этом для каждого тела вводится некоторый эквивалент оси времени – мировая линия, на которой определено только «собственное время». В общей теории относительности описаны нарушения временных порядков и даже самопересечения мировой линии, соответствующие путешествиям во времени, допустимы и возвраты в прошлое. Необратимость времени во всех этих случаях выступает гносеологической, а не онтологической проблемой, оказывается проблемой наблюдения, а прошлое и будущее могут оказаться равноправными.

Ситуация, однако, существенно меняется в термодинамике. При

термодинамическом описании существование стрелы времени, неравноправность прошлого и будущего обуславливается тем фактом, что термодинамические процессы в закрытых системах согласно второму началу термодинамики всегда разворачиваются от более упорядоченного состояния к менее упорядоченному, а энтропия системы, мера её беспорядка не может уменьшаться. Но тогда получается, что существование стрелы времени, его необратимость есть следствие хаотизации процессов, необратимость времени существенно связана с хаосом. Необратимость времени и отличает термодинамическое описание всякого изменения от любого другого физического, хотя и представляется всего лишь статистическим эффектом. Только статистическая физика, впусившая в естествознание хаос, требует и необратимости времени. Таким образом, самое значительное для человеческого восприятия, «экзистенциальное» свойство времени, его необратимость, оказывается связанным с неопределённостью будущего, с хаосом.

Помимо термодинамической стрелы времени можно говорить и о психологической стреле времени – человеческом ощущении, «чувствовании» того, что время разворачивается только от прошлого к будущему. Непременная смерть всякого живого, следующие за жизнью прах, тлен, разложение, гибель любого социального, разрушение всего неорганического – всё это видимое, доступное человеческому опыту перманентное природное и социальное разупорядочивание обуславливает совпадение направлений психологической стрелы времени и

термодинамической стрелы. Кроме термодинамической и психологической стрел времени современная наука вводит представление и о космологической, существование которой связано с тем, что в момент своего возникновения Вселенная существовала в очень упорядоченном состоянии «космологической сингулярности», а в процессах своей эволюции постоянно переходит ко всё большему беспорядку. Космологическая стрела времени направлена в сторону расширения нашей Вселенной и не всегда совпадает с термодинамической [4, с. 15]. Однако, согласно С. Хокингу, только на этапах эволюции Вселенной, на которых космологическая стрела совпадает с термодинамической, возможно появление разумной жизни.

На факт связи существования стрелы времени и термодинамического (статистического) хаоса уже достаточно давно обратил внимание И. Пригожин, объяснивший асимметрию «прошлое-будущее» именно термодинамическими эффектами [3, с. 217]. Однако можно обнаружить и другой механизм того, что называется «необратимостью времени». На это раз речь пойдёт не о статистическом, а о детерминированном хаосе. Известно, что детерминированный хаос возникает в нелинейных системах и связан с появлением в них неустойчивости, определение которой впервые дал знаменитый русский математик А. Ляпунов [2, с. 83]. Движение системы (процесс) называется устойчивым, если при малых отклонениях от начальных условий оно незначительно отличается от исходного, в противном случае оно называется неустойчивым. В случаях, когда в системе существует

неустойчивость, даже незначительное изменение начального состояния может привести к сколь угодно большому изменению конечного. Хорошим примером действия неустойчивости является рост цунами, когда из малого отклонения, первоначальной крохотной флуктуации, вырастает гигантская волна. Другим примером является детерминированный хаос, который представляет собой сложно организованную совокупность неустойчивых движений, каждое из которых длится короткое время и является частью, небольшим «кусочком» всего хаотического процесса. Как развитие некоторых неустойчивостей сегодня принято описывать значимые биологические и социальные процессы: рождения и смерти, появление инноваций, социальные и экономические кризисы и многое другое. Именно неустойчивость и делает нелинейные процессы непредсказуемыми: отклонение конечного состояния от начального может быть таким значительным, что иногда невозможно даже предположить, как будет вести себя система через некоторое время. Эту связь непредсказуемости поведения нелинейных систем с их неустойчивостью Э. Лоренц, открывший детерминированный хаос, назвал «баттерфляй-эффектом» [5, с. 139]. Неустойчивое «убегает» от первоначального состояния, сильно меняется, как правило, не возвращается к нему, и в определённом смысле является необратимым. Сегодня известно, что практически все реальные макросистемы (физические, биологические, социальные) являются нелинейными, обладают неустойчивостями и демонстрируют детерминированный хаос, так что будущее непредсказуемо для

всех них. Но тогда можно говорить о ещё одном «механизме» необратимости времени, определяемом не термодинамическими или статистическими свойствами эволюционирующих систем, а их нелинейными свойствами, – о механизме неустойчивости. Он позволяет объяснить, почему время оказывается необратимым не только для статистических ансамблей, но и для динамических систем: именно потому, что необратимость времени может быть связана с нелинейностью и неустойчивостью происходящих процессов. Типичность нелинейности как свойства и огромное множество природных и социальных нелинейных систем, на наш взгляд, даже позволяют говорить о четвёртой стреле времени – нелинейной. Нелинейная стрела времени направлена в сторону роста неустойчивости нелинейных систем, а значит – усложнения и возможной хаотизации их динамики; гипотетически она может совпадать или не совпадать с термодинамической стрелой времени, но изучение их связи мы оставим для перспективных исследований.

Здесь уместен следующий вопрос: действительно ли необратимость времени, фиксируемая тремя (а может, и четырьмя) его «стрелами» и так остро ощущаемая людьми, существует, или мы принимаем за необратимость времени что-то ещё, например, свойства самих физических процессов? Действительно, человеческое старение, смерть живого, разрушение органического и неорганического, социальные катаклизмы и резкие повороты судьбы – всё то, что интуитивно постигается как необратимость времени, является не следствием непосредственного влияния времени на организмы и вещи



(а именно так и принято считать!), а результатом происходящих термодинамических и нелинейных процессов. И тогда возможен следующий ответ на поставленный вопрос: необратимо не время, а термодинамические и нелинейные процессы, разворачивающиеся в нём. А время всего лишь фиксирует эту необратимость, позволяет за ней наблюдать. И если этих необратимых процессов не существовало бы, если все процессы в мире были бы обратимыми, то время, которое всегда постигается только опосредованно, через изменения объектов мира, тоже воспринималось бы как обратимое.

Сказанное означает, что знамени-

тая стрела времени может оказаться лишь значимой для научного и обычного сознания эпистемой; удобным способом описания процессов и цепочек событий; представлением, которое приписывает времени отсутствующие у него онтологические свойства: способность непосредственно изменять объекты мира (а не всего-навсего фиксировать эти изменения) и необратимость. К сожалению, современная физика, множая концепции времени и не способная на сегодняшний день точно определить его истинные онтологические свойства, не может ни опровергнуть, ни подтвердить этот тезис.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева В.В. Детерминированный хаос: феноменологическо-онтологический анализ. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2002. 216 с.
2. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. М. Л.: ГИТТЛ. 1950. 471 с.
3. Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. М. : Комкнига, 2006. 296 с.
4. Хокинг С. Краткая история времени: от Большого взрыва до черных дыр. Пер. с англ. Н. Я. Смородинской. СПб.: Амфора, 2001. 266 с.
5. Lorenz E.N. Deterministic Non-Periodic Flow // J. Atmos.Sci. 1963. Vol. 20. PP. 130–141.

#### REFERENCES

1. Afanas'eva V.V. Determinirovannyi khaos: fenomenologicheskoo-ontologicheskii analiz [Deterministic chaos: a phenomenological-ontological analysis]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 2002. 216 p.
2. Lyapunov A.M. Obshchaya zadacha ob ustoichivosti dvizheniya [A General problem of stability of motion]. L., GITTL, 1950. 471 p.
3. Prigozhin I. Ot sushchestvuyushchego k vznikayushchemu. Vremya i slozhnost' v fizicheskikh naukakh. M [From existing to emerging. Time and complexity in physical Sciences]. M. : Komkniga, 2006. 296 p.
4. Khoking S. Kratkaya istoriya vremeni: ot Bol'shogo vzryva do chernykh dyr / Per. s angl [A brief history of time: from the Big Bang to black holes] / Transl. by N. Ya. Smorodinskaya. SPb., Amfora, 2001. 266 p.
5. Lorenz E.N. Deterministic Non-Periodic Flow // J. Atmos.Sci. 1963. Vol. 20. pp. 130-141.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

*Афанасьева Вера Владимировна* – доктор философских наук, профессор, профессор кафедры философии и методологии науки Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

*Пилипенко Елена Александровна* – кандидат физико-математических наук, доцент, докторант кафедры философии и методологии науки Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, e-mail: e.pilipenko@bk.ru

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*Vera Vladimirovna Afanasyeva* - Doctor of Philosophy, Professor, the Department of Philosophy and Methodology of Science, Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky; e-mail: eap08@bk.ru

*Yelena Aleksandrovna Pilipenko* - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Doctoral Student at the Department of Philosophy and Methodology of Science, Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky; e-mail: eap08@bk.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

*Афанасьева В.В., Пилипенко Е.А.* Время и хаос // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2016. № 1. С. 6-13.

DOI: 10.18384/2310-7227-2016-1-6-13

**BIBLIOGRAPHIC REFERENCE**

*V. Afanasyeva, Ye. Pilipenko.* TIME AND CHAOS // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Philosophy. 2016. № 1. pp. 6-13.

DOI: 10.18384/2310-7227-2016-1-6-13