

А.Н. СПАСКОВ, канд. филос. наук
Институт философии НАН Беларусь, Минск

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА И ГАРМОНИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе проводится философско-методологический анализ пространственно-временных закономерностей функционирования и развития сложных систем в рамках синергетической парадигмы. Определено понятие размерности внутреннего пространства сложных систем. Предложена методика анализа темпорологической структуры устойчивых динамических систем и их интегральной характеристики на основе модели транзитивно-фазового времени

Как известно, синергетика изучает сложные саморазвивающиеся системы. Понятие сложного предполагает некое сложение, а это понятие может пониматься в двух смыслах — как рядоположенность и как суперпозиция.

В первом случае мы можем говорить о пространстве, как о множестве рядоположенных элементов. Такое представление соответствует реляционной концепции пространства в духе Лейбница. Во втором же случае понятие пространства приобретает другой смысл, либо вообще теряет всякий смысл. Такая ситуация характерна как для элементарных частиц, так и для живых систем. В общем случае это представление наиболее адекватно выражает структуру внутреннего пространства сложных систем, в которых элементы и подсистемы взаимопроникают друг в друга. Я полагаю, что такое представление, наряду с реляционной концепцией Лейбница, вполне годится для адекватного описания синергетических систем. Если быть более точным, то представление о пространстве, как о множестве рядоположенных элементов, применимо для описания внешнего пространства, а представление в виде суперпозиции элементов, более соответствует понятию внутреннего пространства. Определение такого пространства и исследование его структуры, является перспективным направлением в исследовании синергетических систем.

Например, согласно критерию размерности, который был введен нами ранее, такие пространства будут многомерными и число их измерений определяется максимальным числом взаимооднозначных и эквивалентных связей элементов друг с другом [1].

Для анализа временной (динамической) структуры синергетических систем мы воспользуемся моделью транзитивно-фазового времени, концептуальное обоснование которой было выполнено нами ранее [2, 3].

Когда мы говорим о времени, то мы мыслим его либо как длительность, либо как последовательность событий. Этим представлениям соответствует геометрическая модель времени в виде прямой линии и арифметическая — в виде натурального ряда чисел. Не смотря на очевидность этих мыслеобразов, стоит нам задуматься над сущностью того, что они изображают, как мы останавливаемся в том же недоумении, как и Блаженный Августин 16 столетий назад.

Математизация знаний — это дух науки Нового времени. Эта традиция берет начало от Пифагора и пытается представить все многообразие мира в числовой и геометрической форме. Эффективность такого представления обусловлена парадоксальным сочетанием абстрактности математических понятий, что позволяет свободно оперировать ими, отвлекаясь от конкретного содержания и их наглядности, что позволяет в единой форме выразить многообразие отношений.

Но математические понятия и формы далеко не исчерпывают всего многообразия материального мира и идеальных сущностей, а задача обоснования математики — одна из труднейших философских задач.

Традиция изгнания времени из математики восходит еще к Платону, который считал недопустимым прибегать ко всяким построениям при доказательстве геометрических теорем на основании того, что математические сущности находятся в вечном мире идей. В этом представлении время противопоставляется вечности, что также прочно укоренилось в философской традиции.

Вечность — это метафизическая категория, которая выходит за пределы умопостижаемого в область трансцендентного. Если мы будем придерживаться идеалистической традиции

Платона, то непонятно, как соотносятся между собой идея числа и идея времени. Ведь если мы говорим об идее времени, то она находится в вечности, как и всякая другая идея. Но ведь время — это нечто противоположное вечности и эти два понятия исключают друг друга. Получается логический круг и в рамках чистой метафизики его невозможно разрешить.

Между тем, помимо метафизики идей Платон оставил нам в наследство непревзойденные образцы диалектики мышления, которая непосредственно связана с интуицией времени.

В диалоге «Тимей» Платон пишет, что Бог создал «для вечности, пребывающей в едином, вечный же образ, движущийся от числа к числу, который мы назвали временем» /Тим., 37 с—d/. При этом время — это характеристика всего сотворенного и рожденного, а «было» и «будет» — это «виды времени, подражающего вечности и бегущего по кругу согласно закону числа».

Платон понимал под движением по кругу движение Солнца, Луны и пяти планет, которые определяют числа времени. На первый взгляд — это наглядный образ, почерпнутый из простого наблюдения движения небесных светил. Но на самом деле круговое движение светил было далеко не очевидным фактом, а умозрительной истиной, основанной на представлении о круге — как о совершенной линии.

Гераклит ввел в научный оборот другой образ времени — вечно текущий поток реки, в которую нельзя войти дважды. Этот образ принял оконченное выражение в понятии Абсолютного истинного математического времени Ньютона, которое течет равномерно без всякого отношения к чему-либо внешнему и иначе называется длительностью.

Длительность — это некая непрерывная, нерасчлененная времененная протяженность. Введение этого понятия в науку было подготовлено предыдущим философским осмысливанием и потребностями механики. В общем-то, И. Ньютон завершил решение проблемы движения, которая была поставлена еще Парменидом и наиболее ярко выражена в знаменитых апориях Зенона. Основная проблема заключалась в том, чтобы выразить понятие движения математическим языком, не впадая в логические противоречия. Эту задачу удалось решить после выражения понятия скорости движения в виде пропорции или отношения бесконечно малых приращений, что и привело к изобретению дифференциального исчисления. При этом приращение любой величины определялось по отношению к приращению абсолютного времени, а это приращение сводилось к числовому параметру, который можно измерять с помощью часов.

Фейнман, например, утверждает: «Время — это часы». В этой лаконичной фразе ухвачена сама суть механической редукции. Здесь время заменяется его физической моделью — часами.

Часы являются моделью времени, и в них выражается идея Аристотеля о том, что время определяется посредством движений, также как и движение определяется посредством времени. При этом течение времени представлялось как абсолютное движение.

Однако вопрос об абсолютном движении не так прост, как кажется на первый взгляд. Из представления о совершенном движении, как о круговом, следовала геоцентрическая модель Космоса, состоящего из семи сфер. Вполне естественно, что в философии и в обыденном сознании древней Греции доминировали представления о циклическом времени.

Представление о линейном времени сформировалось и стало доминировать в христианскую эпоху. После коперниковской революции, разрушившей геоцентрическую модель Мира, в науке сформировались представления о бесконечном космосе и о прямолинейном движении по инерции, как о наиболее совершенном движении. Именно это и способствовало геометрическому представлению времени в виде прямой линии.

Такая модель времени очень удобна в математическом плане, но дело в том, что равномерное прямолинейное движение — это физическая идеализация и абстрактная модель, которая нигде в мире не реализуется в полной мере. Поэтому в качестве практически реализуемой модели времени используются равномерные и периодические процессы. В общем-то, такая модель соединяет оба представления — линейного и циклического течения времени. Но оба эти движения еще не являются необратимыми и поэтому не могут выражать в полной мере идею времени.

Первичной интуицией времени, выраженной в понятиях, является становление. Уже в первой связке Гегеля «ничто — становление — бытие» неявно выражена идея времени в единстве прошлого, настоящего и будущего. В общем-то, любое определение и любая мысль основана

на логических операциях отрицания и утверждения, которые являются элементарными моментами субъективного времени. Последовательность этих моментов и составляет первичную форму «цепи мыслей».

Из этих философских соображений следует, что время — более абстрактная категория, чем число. Л. Брауэр основывал свое построение натуральных чисел на концептуальной множественности интервалов времени, которое он рассматривал как первичную интуицию человеческого ума. Кант утверждал, что «арифметика производит свои числовые понятия через последовательное прибавление единиц во времени».

Ньютоновское представление времени является абсолютным эталоном простейших движений, но в самих этих движениях нет понятия становления. Поэтому сейчас, когда наука изучает развивающиеся системы, необходимо разработать математическую модель необратимого времени. Именно такая модель и предлагается в концепции транзитивно-фазового времени.

Напомним вначале основные моменты этой концепции. Сама по себе модель транзитивно-фазового или, в другой формулировке, линейно-циклического времени основывается на представлении о том, что темпорологическая реальность имеет две составляющие — транзитивную и фазовую. Поясним подробнее, что это означает.

Дело в том, что мы можем говорить о линейном времени только тогда, когда существуют необратимые процессы. Даже если этих процессов нет в наблюдаемой природе, они должны существовать в нашей голове. На самом деле, в механическом мире, в котором все процессы обратимы, говорить о времени без наблюдателя не имеет смысла. Поэтому И. Ньютон и ввел абсолютное математическое время, как атрибут и чувствище Бога. Это время не зависит от материального мира и поэтому его невозможно наблюдать и измерять. Но весь материальный мир зависит от его течения, т.к. он зависит от Бога, который является абсолютным наблюдателем и руководителем всех мировых процессов. Таким образом, абсолютное время необратимо. Оно течет независимо от материальных процессов и один Бог знает, откуда и куда.

По определению И. Ньютона абсолютное, истинное, математическое время иначе называется длительностью. Длительность — это некая непрерывная, нерасчлененная временная протяженность. Введение этого понятия в науку было подготовлено предыдущим философским осмыслением и потребностями механики. В общем-то, И. Ньютон завершил решение проблемы движения, которая была поставлена еще Парменидом и наиболее ярко выражена в знаменитых апориях Зенона. Основная проблема заключалась в том, чтобы выразить понятие движения математическим языком, не впадая в логические противоречия. Эту задачу удалось решить после выражения понятия скорости движения в виде пропорции или отношения бесконечно малых приращений, что и привело к изобретению дифференциального исчисления. При этом приращение любой величины определялось по отношению к приращению абсолютного времени, а это приращение сводилось к числовому параметру, который можно измерять с помощью часов.

Часы являются моделью времени и в них выражается идея Аристотеля о том, что время определяется посредством движений, также как и движение определяется посредством времени. При этом течение времени представлялось как абсолютное движение.

Вопрос об абсолютном движении не так прост, как кажется на первый взгляд. Платон, например, определял время как число, бегущее по кругу. Это следовало из представления о совершенном движении, как о круговом. Из этих же представлений следовала геоцентрическая модель Космоса, состоящего из семи сфер. Вполне естественно, что в философии и в обыденном сознании древней Греции доминировали представления о циклическом времени.

Представление о линейном времени сформировалось и стало доминировать в христианскую эпоху. После коперниковской революции, разрушившей геоцентрическую модель Мира, в науке сформировались представления о бесконечном космосе и о прямолинейном движении по инерции, как о наиболее совершенном движении. Именно это и способствовало геометрическому представлению времени в виде прямой линии.

Такая модель времени очень удобна в математическом плане, но дело в том, что равномерное прямолинейное движение — это физическая идеализация и абстрактная модель, которая нигде в мире не реализуется в полной мере. Поэтому в качестве практически реализуемой модели врем-

мени используются равномерные и периодические процессы. В общем-то, такая модель соединяет оба представления — линейного и циклического течения времени. Но оба эти движения еще не являются необратимыми и поэтому не могут выражать в полной мере идею времени.

Ньютоновское представление времени является абсолютным эталоном простейших движений, но в самих этих движениях нет понятия становления. Поэтому сейчас, когда наука изучает развивающиеся системы, необходимо разработать математическую модель необратимого времени. Именно такая модель и предлагается в концепции транзитивно-фазового времени.

Суть этой модели такова. Любой внутренний процесс в изолированной от внешних воздействий системе происходит в циклическом времени, моделью которого служит равномерное движение по кругу, а для определения текущего момента вводится понятие фазового времени. Но пока система изолирована, мы не можем определить этот фазовый момент, т.к. определение означает наблюдение или измерение, при котором происходит взаимодействие наблюдателя с системой. То есть, при любом наблюдении, система утрачивает свою изолированность и включается в более широкую систему, связывающую ее с наблюдателем. Другими словами, происходит событие, а событие — это совместное бытие, т.е. взаимодействие субъект—объект.

Таким образом, до взаимодействия с внешней системой внутреннее состояние системы неопределенно, а внутренние процессы имеют простейший, периодически повторяющийся характер, т.к. в них нет качественного изменения или становления. Для описания такого движения как раз и подходит модель циклического времени [4].

Понятие линейного времени мы можем ввести только тогда, когда у нас есть незамкнутый, необратимый процесс, который можно связать лишь с качественным изменением в системе, что эквивалентно появлению новой информации. Согласно нашей концепции, новая информация образуется при взаимодействии с внешней системой, когда возникает новая связь, что эквивалентно изменению структуры и развитию системы. Вот это изменение мы и связываем с линейным сдвигом во времени, которое, в отличие от фазового, будем называть транзитивным временем.

Таким образом, цикличность времени является свойством внутренней организации динамических процессов, а свойство транзитивности времени проявляется при внешнем наблюдении. В этом случае структура времени представляет собой единство внутреннего циклического и внешнего транзитивного времени.

Эта модель соответствует геометрическому представлению времени в виде спирали. Но в отличие от пространственной линии спираль времени имеет другой смысл. Транзитивное линейное время и фазовое циклическое время имеют разную природу, а спираль времени нельзя понимать как траекторию, прореквизитом которой является настоящим моментом в некотором однородном трехмерном статическом времени. Здесь, скорее, эти два представления являются взаимодополняющими способами описания темпорологической реальности, а изображение времени в виде спирали является наиболее адекватной геометрической моделью времени.

Рассмотрим, насколько соответствует данная модель времени темпорологическим представлениям в диалектике и синергетике.

В гегелевской схеме развития спираль используется как логическая конструкция, выражающая развертывание внутреннего содержания идеи по закону отрицания отрицания.

С одной стороны, двойное отрицание означает формальный возврат в исходное состояние и задает инвариантную структуру, которая периодически воспроизводится от цикла к циклу. Такому типу простого воспроизведения соответствует циклическая форма времени. Это время можно назвать внутренним временем системы, и оно имеет, по крайней мере, четыре фазы. А именно — 1-я фаза отрицания (или рождения), 2-я фаза роста, 3-я фаза отрицания и 4-я фаза угасания (или гибели), после чего цикл повторяется.

С другой стороны, если мы учтем закон взаимного перехода количественных изменений в качественные, то каждому формальному витку в циклическом времени будет соответствовать содержательный сдвиг в линейном времени, который означает скачкообразное изменение качества и определяет необратимый характер времени.

Двойственную природу времени можно наблюдать и в знаменитой гегелевской триаде, выражающей логическое развитие идеи. При этом образование нового понятия происходит в

результате развертывания по циклу «в—себе—бытие» — «для—другого—бытие» — «для—себя—бытие», а по завершении цикла происходит диалектическое снятие и логический сдвиг в сторону восхождения от абстрактного к конкретному.

Динамика синергетических процессов имеет также нетривиальную темпорологическую структуру. С одной стороны, детерминированные процессы вблизи равновесия адекватно описываются в модели циклического времени. Но с другой стороны, особые точки бифуркации, в которых время приобретает многовариантный характер, задают линейный сдвиг во времени и определяют его необратимый порядок.

Таким образом, можно сделать вывод, что модель линейно-циклического времени наиболее естественно выражает логическую и динамическую структуру времени как в диалектике, так и в синергетике. Это еще раз подтверждает универсальный характер концепции транзитивно-фазового времени, ее эвристический потенциал и перспективность разработки в философии, естественных и гуманитарных науках.

Применим теперь нашу концепцию для анализа динамических систем. Будем считать, что если система не изменяется, то она находится в состоянии динамического равновесия. Это означает, что она постоянно воспроизводится, т.е. ее внутреннее движение или процесс представляет собой последовательность циклов, тождественных друг другу. При этом без внешнего наблюдения, при котором фиксируется эта последовательность, говорить о каком-то линейном времени нет никаких оснований. Любая такая система описывается в циклическом времени, имеющим характерный для нее период.

Теперь рассмотрим взаимодействие таких систем, имеющих характерные циклические периоды T_1 и T_2 . Пусть $T_1 < T_2$. Тогда за меру вероятности взаимодействия этих систем вполне естественно взять отношение меньшего периода к большему.

Это можно обосновать следующим образом. Взаимодействие любой системы происходит за время не меньшее, чем ее циклический период. При этом будем считать, что за большее время T_2 обязательно произойдет одно взаимодействие, а т.к. мы не знаем, в какой из периодов T_1 оно произойдет, то мы и вводим понятие вероятности взаимодействия $P_1 = T_1/T_2$. Это соотношение означает, что длительность взаимодействия равна T_1 , но оно происходит в течение периода T_2 , поэтому вероятность того, что оно произойдет в конкретно данный период, определяется отношением $P_1 = T_1/T_2$. В результате взаимодействия происходит образование новой структурной связи, что эквивалентно целостному эффекту усложнения системы.

Рассмотрим теперь систему с периодом T_1 , которая в качестве подсистемы входит в систему с большим периодом T_2 . А эта система, в свою очередь, входит в структуру системы с большим периодом T_3 и т.д. Таким образом, мы можем ввести меры вероятности $P_2 = T_2/T_3$, $P_3 = T_3/T_4$ и т.д.

Пусть у нас имеется n систем с периодами $T_1 < T_2 < \dots < T_n$, которые взаимодействуют друг с другом и образуют целостную систему. Период такой системы равен максимальному периоду T_n . Для характеристики этой системы как целостного формирования, мы используем формулу Шеннона для информационной энтропии H и избыточности $R=1-H$:

$$H = -\frac{1}{\log n} \sum_{i=1}^n p_i \log p_i;$$

$$R = \frac{1}{\log n} (\log n + \sum_{i=1}^n p_i \log p_i).$$

В заключение можно сделать вывод о том, что данная методика применима для анализа устойчивых динамических систем и их интегральной характеристики. При этом под устойчивыми динамическими системами мы понимаем системы, в которых реализуются циклически замкнутые и воспроизводимые процессы.

Первым этапом такого анализа является выявление всех динамических подсистем, входящих в данную систему, и определение характерного для них циклического периода. Далее, нужно определить все взаимодействующие системы и определить для них меру вероятности взаимодействия. Используя далее эти значения и формулу Шеннона, мы найдем значение информационной энтропии динамической системы.

Полученные таким образом значения можно использовать для оценки гармоничного функционирования и устойчивого развития любых динамических систем. При этом в качестве руководящего критерия такой оценки, мы полагаем разработанный ранее Сороко Э.М. синергетический критерий тонкой диагностики гармонии и дисгармонии, нормы и патологии организмов и ансамблей [5].

Особую значимость приобретает анализ взаимодействия систем человек—природа, человек—техника, техника—природа. Мы полагаем, что именно на границе этих систем происходят решающие взаимодействия, ведущие к перестройке внутренних связей и качественному изменению целостной системы человек—техника—природа. На основе анализа этих взаимодействий и определения, внутренне присущих каждой подсистеме циклов воспроизведения, можно делать дальнейшие заключения и диагностику гармонии, а также давать рекомендации по гармонизации этих процессов.

Конечно, пока еще рано говорить о какой-то практической значимости полученных результатов. Но уже сейчас можно сделать некоторые практические значимые предположения, которые можно использовать в качестве рабочей модели гармонизации сложных систем.

Одно из таких предположений качественного характера заключается в следующем. Не вызывает сомнений что основой стабильности всех природных систем являются циклически замкнутые процессы. Это — дневные, месячные, годовые и т.п. циклы, круговорот веществ и энергии в природе и другие естественные циклические процессы, которые буквально пронизывают всю нашу жизнь. Но технологические процессы далеко не всегда удовлетворяют этим требованиям. Хотя экономика, как доказал еще К. Маркс и основана на простом или расширенном воспроизведении цикла товар— деньги—товар, но количество благ на выходе этого цикла намного меньше количества сырьевых и энергетических потерь, которые не возобновляются, не говоря уже о количестве вредоносных отходов и хлама, выброшенного из естественного кругооборота веществ в природе, и приближающего глобальную экологическую катастрофу.

Поэтому, вывод напрашивается сам по себе. Для того чтобы выйти на уровень динамического равновесия и устойчивого развития всей социоприродной системы, нужно, по крайней мере, радикально реорганизовать техногенную составляющую этой системы на принципах циклической замкнутости внутренних процессов и процессов взаимодействия с другими системами. Вторым направлением этой работы должен быть поиск принципов и методов гармонизации этих процессов.

Список литературы

1. Спаксов, А.Н. Концепция многомерности и критерий размерности пространственно-временных многообразий / А.Н. Спаксов, А.П. Трофименко, А.В. Баранов // Философия математики: актуальные проблемы: материалы Междунар. науч. конф. 15–16 июня 2007. — М: Изд. Савин С.А., 2007. — С. 347–349.
2. Спаксов, А.Н. Концепция Хью Эверетта и идея многомерного времени / А.Н. Спаксов, А.П. Трофименко, А.В. Баранов // Время и история с точки зрения эвереттистики (К 50-летию выхода статьи Хью Эверетта «Формулировка квантовой механики через соотнесенные состояния»): материалы заседания Рос. междисциплинарного семинара по темпорологии 29 мая 2007 г. — Москва, 2007. — С. 17–20.
3. Спаксов, А.Н. Транзитивно-фазовая концепция времени: две составляющие темпорологической реальности / А.Н. Спаксов, А.В. Баранов // Пространство и время: физическое, психологическое, мифологическое. VII Международная конференция 30–31 мая 2008. — Москва, 2008. — С. 47–49.
4. Артеменко, О.Л. Гипотеза многомерного времени в контексте проблем современной физики. Ч. II: Многомерное время в микромире / О.Л. Артеменко, А.Н. Спаксов // Философия науки. — 2009. — № 3 (42). — С. 100–114.
5. Сороко, Э.М. Структурная гармония систем / Э.М. Сороко. — Минск, 1984.