

О ПОНИМАНИИ СТРУКТУРНОСТИ И СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ, СТРУКТУРНОЙ БЕСКОНЕЧНОСТИ, А ТАКЖЕ ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ, ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ВРЕМЕННОЙ БЕСКОНЕЧНОСТИ МАТЕРИИ В СОВРЕМЕННОМ ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Цюпка В. П.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

1. Структурность и системная организация материи, структурная бесконечность

«Материя не существует в бесформенном состоянии.»¹ Благодаря естественным образом возникающим связям и взаимодействиям при определенных условиях материальные объекты объединяются в целостные образования, проявляющие себя как нечто единое по отношению к другим материальным объектам. Такие целостные образования материальных объектов называют материальными системами, а материальные объекты, образующие материальную систему, – ее элементами. Материальные системы характеризуются составом и структурой. Состав материальной системы определяется по множеству образующих ее элементов. А структура материальной системы определяется по связям и взаимодействиям, существующим между ее элементами (часто с включением и самих элементов).

Таким образом, материальная «система – это внутренне ... упорядоченное множество взаимосвязанных (в том числе взаимодействующих) элементов»², образующих целостность по отношению к другим материальным объектам или внешним условиям. Внутренняя упорядоченность материальной системы проявляется в виде законов ее структурной организации, предусматривающих наличие закономерных отношений между ее элементами. «Внутренняя упорядоченность имеется у всех природных систем, возникающих в результате взаимодействия тел»³ или частиц в ходе естественного саморазвития материи. Между элементами материальных систем «обязательно существует взаимосвязь и взаимная обусловленность, которая ... проявляется в виде взаимодействия элементов путем обмена»⁴ материей и ее движением. Во всех материальных системах «связь между элементами является более устой-

1 Карпенков С. Х. Основные концепции естествознания. М. Академический Проект. 2002. С. 60.

2 Философские проблемы естествознания. М. Высшая школа. 1985. С. 185.

3 Там же.

4 Там же.

чивой, упорядоченной и внутренне необходимой, чем связь каждого из элементов с окружающей средой»⁵.

Если мысленно разложить систему на структурные элементы, то у этих элементов уже не будет системных качеств сложных образований, хотя появятся специфические свойства, принадлежащие элементам. «При объединении элементов в системы некоторые свойства складываются аддитивно, другие же»¹ – интегративно. В случае аддитивности свойства целого объекта выводимы из свойств составляющих его частей. Например, аддитивность объема означает, что объем целого тела равен сумме объемов его частей. В случае проявления интегративности свойства целостной системы оказываются иными – системными, интегративными, эмерджентными, не являющимися простой суммой свойств отдельных элементов. Так, например, свойства атома не сводимы к свойствам образующих его ядра и электронов, свойства молекулы вещества не сводимы к свойствам образующих ее атомов, свойства организма не сводимы к свойствам образующих его органов, свойства галактики не сводимы к свойствам образующих ее звезд и т. д. «Это обусловлено нелинейностью процессов, превращением одних форм движения в другие, нетождественностью структур причин и структур вытекающих из них следствий, наличием внешних воздействий, всякого рода спонтанными процессами в структуре систем, вероятностной детерминацией изменения их состояний и рядом других процессов.»² Таким образом, изучение материальных систем нельзя ограничивать изучением ее исключительно как целостности, прибегая к холистическому подходу, или же только лишь сводить к изучению ее элементов, прибегая к редукционистскому подходу. Важно сочетание того и другого подходов: и изучения материальной системы как целостности с выявлением системных, интегративных свойств, и выявления ее структуры с изучением ее элементов.

Материальные системы благодаря естественным образом возникающим между ними связям и взаимодействиям при определенных условиях становятся элементами еще более сложных материальных систем более высокого уровня организации материи, а те при достижении определенных условий – элементами еще более сложных материальных систем более высокого уровня организации материи и т. д. Получается, что элементы являются минимальными, далее неделимыми компонентами в рамках данной, конкретной природной системы. Но они сами могут представлять собой системы. Таким образом, саморазвивающаяся материя стремится стать системой систем в виде сложной иерархически упорядоченной многоуровневой организации материальных систем различных масштабов и сложности. Системы очередного уровня организации развиваются не на пустом месте, а из систем предыдущего

5 Там же.

1 Философские проблемы естествознания... С. 205.

2 Там же.

уровня, включая их в себя в виде своих элементов. Например, молекулярный уровень включает атомарный, тканевый – клеточный, уровень галактик включает уровень звезд, а не наоборот. Из этого следует, что специфика очередного уровня организации природы может быть досконально познана только лишь на основе изучения содержания предыдущего уровня, т. е. на основе познания образующих систему элементов, включая специфику их связей и взаимодействий. Но специфика изучаемого уровня не сводится к предыдущему, т. к. в высшем уровне предыдущие формы представлены не в «чистом», а в синтезированном, интегрированном («снятом») виде.

«Структурность и системная организация материи относятся к числу ее важнейших атрибутов, они выражают упорядоченность существования материи и те конкретные формы, в которых она проявляется.»¹ Если рассматривать целостную материю, во всех и доступных, и потенциально возможных формах ее существования, тогда понятие структурности материи будет охватывать самые разнообразные материальные системы, причем в любых, сколь угодно больших или малых пространственно-временных масштабах. «С этой точки зрения структура материи проявляется в ее существовании в виде бесконечного многообразия целостных систем, тесно взаимосвязанных между собой в закономерном»² взаимодействии и движении, «в упорядоченности строения каждой системы»³. «Эта структура неисчерпаема и бесконечна в количественном и качественном отношениях.»⁴ Структурная бесконечность материи проявляется в виде неисчерпаемости выделения отдельных объектов и процессов как вглубь микромира, так и вширь мегамира, бесконечности пространства-времени, бесконечности движения и развития материи.

«В доступных пространственно-временных масштабах структурность материи проявляется в ее системной организации, существовании в виде множества иерархически взаимосвязанных систем, начиная от»⁵ условно элементарных частиц и заканчивая Метагалактикой.

Несмотря на общую тенденцию к усложнению системной организации материи, изменение внешних условий, в которых находится индивидуальная материальная система, может привести либо к упрощению, либо к усложнению ее структурной организации. При этом самопроизвольный (не за счет внешнего направляющего воздействия) скачкообразный процесс перехода открытой материальной системы из одного устойчивого состояния, достигшего критической точки при однонаправленном изменении внешних условий, в новое устойчи-

1 Философские проблемы естествознания... С. 183.

2 Там же.

3 Там же. С. 183-184.

4 Там же. С. 184.

5 Там же.

вое энергетически выгодное состояние «с более высоким уровнем сложности и упорядоченности по сравнению с исходным»⁶ называют самоорганизацией.

Благодаря самоорганизации, например, из кварков и глюонов кварк-глюонной плазмы при определенных условиях образуются превращающиеся друг в друга протоны и нейтроны, из превращающихся друг в друга протонов и нейтронов протонно-нейтронной плазмы при определенных условиях образуются атомные ядра, из ядер и свободных электронов ядерной плазмы, при определенных условиях образуются атомы, из атомов атомарной плазмы при определенных условиях образуются молекулы. Эти процессы обратимы. Молекулы при увеличении температуры разрушаются на отдельные атомы, атомы при дальнейшем повышении температуры – на отдельные ядра и электроны, ядра при дальнейшем повышении температуры – на осколки вплоть до отдельных протонов и нейтронов, а протоны и нейтроны при достижении ими еще большей энергии – до кварк-глюонной плазмы.

Бывают открытые материальные системы, способные переизлучать поглощенную из внешней среды лучистую энергию, рассеивая обратно во внешнюю среду ее избыток, из-за чего их называют диссипативными.

Упорядоченные образования, возникающие в диссипативных материальных системах называют диссипативными структурами. Диссипативные структуры возникают только лишь в процессе диссипации – рассеяния избытка лучистой энергии. Без диссипации, т. е. рассеяния свободной лучистой энергии и создаваемых при этом в материальной системе неоднородностей, новые структуры возникать не могут.

Простейшие примеры самоорганизации в диссипативных материальных системах – «ячейки Бенара» и оптический квантовый генератор.

В эксперименте¹ французский физик Анри Клод Бенар нагревал в широком сосуде тонкий (до 0,5 см) слой жидкого спермацета (воскоподобного вещества, добываемого из кашалотов) и обнаружил, что при достижении определенной температуры на гладкой поверхности появляются конвективные ячейки, напоминающие пчелиные соты. В связи с увеличением площади поверхности такая динамичная структура из молекул спермацета способна эффективней сбрасывать во внешнюю среду избыток тепловой энергии.

Оптический квантовый генератор схематично можно представить состоящим из трех основных элементов:

6 Карпенков С. Х. Основные концепции естествознания... С. 131.

1 См.: Bénard H. Étude expérimentale du mouvement des liquides propageant de la chaleur par convection. Régime permanent: tourbillons cellulaires // Compt. Rend. 1900. Vol. 130. P. 1004-1007. Bénard H. Mouvements tourbillonnaires á structure cellulaire. Etude optique de la surface libre // Ibid. P. 1065-1068. Bénard H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Première partie: Description générale des phénomènes // Revue générale des Sciences, pures et appliquées. 1900. Vol. 11. P. 1261-1271. Bénard H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Deuxième partie: Procédés mécaniques et optiques d'examen lois numériques des phénomènes // Ibid. P. 1309-1328.

1) активной среды, в качестве которой может быть предмет в твердом (например, кристалл рубина), жидком или газообразном состоянии;

2) оптического резонатора, в качестве которого могут быть размещенные с двух сторон активной среды зеркала;

3) системы накачки – внешнего источника излучения, переводящего активную среду в возбужденное состояние.

Под воздействием излучения системы накачки в возбужденной активной среде возникает когерентное (упорядоченное) монохроматическое излучение – не только с волнами одной и той же частоты, но и колеблющимися в одной и той же плоскости. Благодаря оптическому резонатору это излучение становится более когерентным – с волнами, колеблющимися еще и с совпадением фазы. Причем при каждом прохождении отраженных от зеркал волн через активную среду когерентное излучение усиливается. Для его вывода одно из зеркал или оба делаются полупрозрачными.

В этих примерах процессы также обратимы: при уменьшении поступления тепловой энергии к ртути «ячейки Бенара» разрушаются, также при уменьшении поступления энергии излучения системы накачки к активной среде прекращается когерентное излучение оптического квантового генератора.

Бывают и более сложные случаи самоорганизации, наблюдающиеся в саморазвивающихся материальных системах.

Кроме признака открытости, означающей ее возможность обмениваться с внешней средой материей, обладающей энергией, одним из необходимых условий самоорганизации саморазвивающейся материальной системы является ее неравновесность, т. е. состояние далекое от состояния равновесия.

Саморазвитие неравновесной открытой материальной системы в конце концов «приводит к критическому состоянию, сопровождающемуся потерей устойчивости»¹. «Критическое состояние характеризуется крайней неустойчивостью, завершающей плавное эволюционное развитие открытой неравновесной»² материальной системы. Критическая точка, момент кризиса саморазвивающейся материальной системы, потери ею устойчивости, когда наиболее вероятен переход в одно из возможных новых устойчивых состояний, «называется точкой бифуркации»³. При этом закономерно прежняя структура разрушается и появляется совершенно другая, более упорядоченная и сложная.

Обычно в точке бифуркации намечается несколько возможных путей для перехода саморазвивающейся материальной системы в новое устойчивое состояние. В условиях край-

1 Карпенков С. Х. Основные концепции естествознания... С. 131.

2 Там же.

3 Там же. С. 132.

ней неустойчивости развиваются флуктуации (случайные отклонения), и одна из них может подтолкнуть материальную систему на конкретный путь перехода в новое состояние. В какое именно новое состояние «совершится переход – дело случая»⁴.

Предполагается, что из кризисного состояния самоорганизующаяся материальная система выходит скачком (внезапно), быстро меняя свои структуру и облик таким образом, чтобы достичь устойчивого состояния на новом уровне организации. Такой пороговый, скачкообразный выход из критического состояния в одно из нескольких возможных новых устойчивых состояний называется нелинейностью развития материальной системы, и он носит случайный, вероятностный характер. «Процесс скачка необратим.»¹ После того, как произойдет качественный переход, возврат невозможен, материальная система начинает новый эволюционный этап, определяемый стартовыми условиями совершившегося перехода.

2. Пространство, время, пространственная и временная бесконечность материи

Всеобщими универсальными формами бытия (существования) и движения материи принято считать пространство и время, без которых невозможно существование материи, т. к. они представляют собой ее неотъемлемые атрибуты. Движущаяся материя обладает неотъемлемыми от нее пространственными и временными свойствами, которые можно измерить. Отсюда неправильно говорить, что «материя существует и движется в пространстве и во времени»², т. к. вне материи нет ни пространства, ни времени. Правильнее говорить, что материя существует и движется, обладая пространством и временем как своими неотъемлемыми свойствами, проявляясь в них.

Пространство и время объединяют в одно целостное пространство-время – пространственно-временной континуум – единую форму бытия движущейся материи. Безусловно, связь между ними неразрывна и реализуется в движении материи. Всякое изменение пространственных свойств будет изменением и во времени, и наоборот. Но все же пространство и время, наряду с общими характеристиками, имеют такие всеобщие и специфические свойства, которые относятся только к пространству или только ко времени, что позволяет рассматривать их как разные атрибуты материи. Пространство и время, по существу, проявляются как разные стороны или составляющие некоей целостности в виде пространственно-временного континуума, характеризующей движущуюся материю.

4 Там же.

1 Карпенков С. Х. Основные концепции естествознания... С. 132.

2 Философские проблемы естествознания... С. 208.

Пространство характеризует протяженность материи и любого индивидуального материального объекта. Когда характеризуется протяженность материи или каких-либо ее отдельных материальных объектов, подразумевается их пространственное свойство.

Время характеризует длительность сохранения состояния материи и любого индивидуального материального объекта, а также в связи с изменением их свойств – длительность перехода к другому состоянию, а в целом темп, ритм смены состояний.

Пространство и время обладают и всеобщими свойствами, «которые проявляются на всех известных или теоретически допускаемых структурных уровнях материи и неразрывно связаны с другими ее важнейшими атрибутами»¹, и специфическими, или локальными, свойствами, проявляющимися «лишь на определенных структурных уровнях»², присущими «только некоторым классам материальных систем»³.

Из всеобщих свойств и пространства, и времени следует прежде всего подчеркнуть их:

- 1) объективность, т. е. «независимость от человеческого сознания»⁴;
- 2) «абсолютность как универсальных форм бытия материи, проявляющихся на всех структурных уровнях существования материи»⁵, всегда присущих любым материальным объектам;
- 3) «неразрывную связь друг с другом и с движением материи»⁶;
- 4) «зависимость от структурных отношений и взаимодействий в материальных системах»⁷, что обозначается как относительность пространства-времени (при увеличении скорости смещения пространство сжимается в направлении смещения, а время замедляется, с приближением к тяготеющей массе пространство искривляется, а время замедляется, вокруг очень массивного, но компактного тела при очень большой плотности его вещества искривление пространства становится настолько большим, что оно, как бы «замыкается» локально само на себя, отделяет это тело пространственно от остальной Вселенной и образуя тем самым «черную дыру», которая безвозвратно поглощает материальные объекты);
- 5) «единство прерывности и непрерывности в их структуре»⁸, проявляющаяся как в отсутствии каких-либо «разрывов» в пространстве и во времени, т. е. в протяженности и смене состояний материи, так и в относительной прерывности, т. е. в раздельном существовании материальных объектов и систем, имеющих определенные размеры и границы, вре-

1 Философские проблемы естествознания... С. 216.

2 Там же.

3 Там же.

4 Там же. С. 217.

5 Там же.

6 Там же.

7 Там же.

8 Там же.

менные рамки, в существовании многообразных структурных уровней материи с различными пространственными и временными отношениями;

б) «количественную и качественную бесконечность, неотделимую от структурной бесконечности материи»⁹ и бесконечности ее движения.

Эти свойства неотрывно связаны с атрибутами материи: вечностью бытия, единством прерывности и непрерывности, движением, связью, взаимодействием, структурностью, системной организацией и др.

Всюду, где есть какое-либо взаимодействие и движение вечно существующей и обладающей прерывностью и непрерывностью материи, сосуществование и связь ее отдельных объектов, обязательно проявляются пространство и время как отдельные стороны, составляющие пространственно-временного континуума материи и индивидуальных материальных объектов.

«К всеобщим свойствам пространства относится протяженность, означающая рядоположенность, сосуществование и связь различных элементов (точек, отрезков, объемов и др.), возможность прибавления к каждому данному элементу некоторого следующего элемента либо возможность уменьшения числа элементов. Протяженность тесно связана со структурностью материальных объектов, обусловлена взаимодействием между составляющими тела элементами материи. Непротяженные объекты не обладали бы структурой, внутренними связями и способностями к изменениям, из них не могли бы образоваться никакие системы.»¹

Всеобщим «свойством пространства, обнаруживающимся на всех известных структурных уровнях, является трехмерность, которая органически связана со структурностью систем и их движением»². «Все материальные процессы и взаимодействия реализуются в пространстве трех измерений.»³ «Три измерения являются тем необходимым и достаточным минимумом, в рамках которого могут осуществляться все типы взаимодействий материальных объектов.»⁴ Предполагается, что пространство нашей Вселенной может иметь много измерений, но из-за того, что наши анализаторы способны ощущать только три, остальные пространственные измерения, возможно, скрытые.

К всеобщим свойствам времени относится длительность. «Длительность выступает как последовательность сменяющих друг друга моментов»⁵, соответствующих состояниям

9 Там же.

1 Философские проблемы естествознания... С. 218.

2 Там же. С. 219.

3 Там же.

4 Там же.

5 Там же. С. 224.

материи, «возникновение за каждым данным интервалом времени последующих»⁶. «В теоретическом аспекте длительность предполагает возможность прибавления»⁷ к «каждому данному моменту времени другого, а также возможность деления любого отрезка времени на меньшие интервалы»⁸. «Никакой процесс в природе не может происходить сразу, мгновенно, он обязательно длится во времени, что обусловлено конечной скоростью распространения взаимодействий и изменения состояний. Аналогично протяженности пространства, длительность относится к метрическим свойствам. В мире невозможны процессы без длительности, мгновенные, протекающие с бесконечной скоростью.»¹

К всеобщим свойствам времени относится его одномерность, проявляющаяся «в линейной последовательности событий, генетически связанных между собой»². Если для определения положения отдельно взятого материального объекта в пространстве необходимо знать три измерения, «то для определения времени достаточно одного. Время одномерно, т. е. имеет одно измерение.

«Всеобщим свойством времени (точнее, временных отношений в материальных системах) является необратимость, означающая однонаправленное изменение»³ состояний материальных объектов от прошлых к настоящим, от настоящих к будущим. Прошлые состояния материальных объектов уже прекратили свое существование, а будущие состояния еще не возникли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Карпенков, С. Х. Основные концепции естествознания [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. Х. Карпенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академический Проект, 2002. – 368 с.

Философские проблемы естествознания [Текст] : учеб. пособие для аспирантов и студентов филос. и естеств. фак. ун-тов / Под ред. С. Т. Мелюхина. – М. : Высшая школа, 1985. – 400 с.

Цюпка, В. П. Естественнонаучная картина мира: концепции современного естествознания [Текст] : учеб. пособие / В. П. Цюпка. – Белгород : ИПК НИУ «БелГУ», 2012. – 144 с.

Цюпка, В. П. Концепции современной физики, составляющие современную физическую картину мира [Электронный ресурс] // Научный электронный архив Российской Академии Естествознания : заоч. электрон. науч. конф. «Концепции современного естествозна-

6 Там же.

7 Там же.

8 Там же.

1 Философские проблемы естествознания... С. 224.

2 Там же. С. 229.

3 Там же. С. 225.

ния или естественнонаучная картина мира» URL: <http://econfr.ae.ru/article/6315> (размещено: 31.10.2011)

Яндекс. Словари. [Электронный ресурс] URL: <http://slovari.yandex.ru/>

Bénard, H. Étude expérimentale du mouvement des liquides propageant de la chaleur par convection. Régime permanent: tourbillons cellulaires [Text & electronic resource] / Henri Bénard // Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. – 1900. – Vol. 130. – P. 1004-1007. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3086n/f1004.image.r=Comptes%20Rendus%20Hebdomadaires%20des%20Séances%20de%20l%27Académie%20des%20Sciences.langFR> (дата обращения: 23.02.2013).

Bénard, H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Deuxième partie: Procédés mécaniques et optiques d'examen lois numériques des phénomènes [Text & electronic resource] / Henri Bénard // Revue générale des Sciences, pures et appliquées. – 1900. – Vol. 11. – P. 1309-1328. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k17075r/f1313.image.r=Revue%20générale%20des%20Sciences,%20pures%20et%20appliquées.langFR> (дата обращения: 23.02.2013).

Bénard, H. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. Première partie: Description générale des phénomènes [Text & electronic resource] / Henri Bénard // Revue générale des Sciences, pures et appliquées. – 1900. – Vol. 11. – P. 1261-1271. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k17075r/f1265.image.r=Revue%20générale%20des%20Sciences,%20pures%20et%20appliquées.langFR> (дата обращения: 23.02.2013).

Bénard, H. Mouvements tourbillonnaires á structure cellulaire. Etude optique de la surface libre [Text & electronic resource] / Henri Bénard // Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. – 1900. – Vol. 130. – P. 1065-1068. URL: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3086n/f1065.image.r=Comptes%20Rendus%20Hebdomadaires%20des%20Séances%20de%20l%27Académie%20des%20Sciences.langFR> (дата обращения: 23.02.2013).