
ОНТОЛОГИЯ И ТЕОРИЯ ПОЗНАНИЯ

© В.П. МЕЛЬНИКОВ, В.Б. ГЕННАДИНИК

melnikov@ikz.ru, genugend@gmail.com

УДК 167; 550.31

К ПОНИМАНИЮ И ВОСПРИЯТИЮ НЕКОТОРЫХ СУЩНОСТЕЙ ОНТОЛОГИИ ХОЛОДА

АННОТАЦИЯ. Комплексный характер криологии, сложный, нетипичный характер поведения криогенных систем требует активного переосмысления классических методологических подходов. Необходимость критического и избирательного использования привычных моделей и методов иллюстрируется конкретными примерами.

Показана условность моделей «агрегатного состояния» и «фазы», позволяющая в зависимости от задачи изменять эти модели, если результатом такого изменения станут продуктивные подходы. По аналогии с введением в обиход понятия «плазма» делается предположение о полезности в ряде случаев определения ледяного агрегатного состояния.

Утверждается, что законы гегелевской диалектики в изложении Ф. Энгельса являются инструментом описания сложных нелинейных систем в рамках линейной парадигмы, господствовавшей в восприятии мира в момент формулировки диалектики, как метода познания. Их плодотворное использование определяет системный характер криологии и обеспечивает возможность ее естественного перехода к более адекватным системологическим и физикалистским методологическим приемам и подходам.

Использование информационной логики должно обеспечить создание «онтологии холода» — современной методологической базы криологии. Предложена позитивная программа, разделяющая объемную задачу построения онтологии на этапы.

Отмечена способность объектов криосферы существенно усложнять поведение систем, приводящая к новым эффектам, таким как временные градиенты в криогенных системах.

SUMMARY. The integrated nature of cryology, complicated, non-traditional behavior pattern of cryogenic systems requires active re-thinking of classical methodological approaches. The necessity of critical and selective use of habitual models and methods is illustrated by specific examples.

Conventionality of Aggregative state and Phase is shown. It allows, depending on the task, to change these models, if the results of such a change are efficient approaches. By analogy with introduction of the idea of "plasma" into common use an assumption is made about usefulness in certain cases of defining the ice-cold aggregative state.

It is asserted that Hegel's laws of the dialectic in the discourse of Engels present a tool of describing complicated nonlinear systems within a linear paradigm, dominating in perception of the world at the time of formulating dialectics as a method of cognition. Their fruitful usage determines the system-related nature of cryology and enables its natural transition to more adequate systematological and physicalistic methodological techniques and approaches.

The use of information logistics should ensure development of «cold ontology» — the up-to-date methodological basis of cryology. A positive program is suggested, which divides an extensive objective of ontology creation into stages.

The ability of cryosphere objects is distinguished to complicate substantially the system behavior. This ability leads to new effects such as temporary gradients in cryogenic systems.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Криология, методология, онтология.

KEY WORDS. Cryology, methodology, ontology.

Криология, являясь комплексной наукой о природных объектах и процессах, происходящих в криосфере, унаследовала методы и модели многих «классических» научных дисциплин. Однако многие существующие исследовательские подходы покоятся на очень старых и естественных, но далеко не незабываемых основаниях. Надо отдавать себе отчет в том, что это всего лишь варианты описания действительности, модели, созданные для конкретных задач на определенном уровне развития науки. На наш взгляд криология нуждается в рефлексии — взгляде на себя со стороны, осознанию своих целей и задач, переоценке постулатов, концептуальных подходов и механизмов исследования. Рассмотрим несколько конкретных примеров и начнем с модели «агрегатного состояния».

Модель «агрегатного состояния» — одна из древнейших моделей физики — возможно, первая классификационная характеристика вещества. Древнегреческие философы в поисках основы всего сущего выбирали между землей, водой, воздухом и огнем, пока не сошлись на более абстрактном понятии материи [1]. Перечисленные субстраты соответствуют наиболее распространенным и широко используемым в определениях агрегатным состояниям — твердому, жидкому, газообразному и плазме, соответственно.

Интуитивная доходчивость и естественность такой систематизации материи сделала ее весьма продуктивной, хотя основания классификации эволюционировали.

Первоначально это были форма и объем: твердое тело сохраняло и то и другое, жидкое — только объем, а газ занимал все доступное ему пространство. Новые или более глубоко изученные старые вещества перестали вписываться в стройную модель. К таким, например, относятся аморфные тела, длительное время сохраняющие форму, но обладающие структурой жидкости и небольшой текучестью.

Развитие молекулярно-кинетической теории позволило связать понятие агрегатного состояния с наличием или отсутствием дальнего и ближнего порядка. Изначально не слишком строгое, определение агрегатного состояния с помощью степени упорядоченности системы не позволяет однозначно клас-

сифицировать вещества, например, жидкие кристаллы, текучие, но обладающие свойствами твердых тел.

Более продуктивным, хотя и размывающим изначальную цельность классификации, является расширение набора различных агрегатных состояний. К традиционным твердому, жидкому, газообразному состояниям в XX веке сравнительно безболезненно добавилась плазма, скорее всего в силу актуальности ее исследований и наличия соответствующего ей античного субстрата — огня. Плазма объединяет обе общепринятые системы оснований классификации (реология и взаимодействие): ведет она себя скорее как жидкость или газ, но заряженные частицы плазмы обладают дальним действием, ограничиваемым дебаевским радиусом [2]. К состоянию плазмы также естественно отнести растворы сильных электролитов, в которых достаточно диссоциировавших ионов для того чтобы электромагнитные взаимодействия определяли поведение раствора [3].

Помимо плазмы к агрегатным состояниям можно добавить менее известные жидкие кристаллы, конденсат Бозе-Эйнштейна, фермионный конденсат (сверхпроводящее вещество) и некоторые еще более экзотические системы [4]. Можно сказать, что определение новых агрегатных состояний оправдано в тех случаях, когда вещество обладает характерными специфическими особенностями и взаимодействие частиц, его образующих, заметно отличается от существующего в привычных агрегатных состояниях.

В этом отношении целесообразным может оказаться определение ледяного агрегатного состояния. Ситуация со льдом воды во многом аналогична ситуации с плазмой: актуальность и распространенность описываемой системы и наличие специфических структурообразующих взаимодействий (в плазме — электромагнитные связи, во льду — водородные).

Можно констатировать, что понятие агрегатного состояния постепенно перешло из оборота специалистов в школьные учебники и популярную литературу. На смену ему пришло понятие термодинамической фазы — однородной части системы, отделенной от других фаз границами, на которых (даже в состоянии термодинамического равновесия) скачком изменяются характеристики системы: химический потенциал, энтропия, плотность и другие основные физические свойства [4]. Фазы можно объединять в группы со сходным поведением и подобными уравнениями состояния, например, идеальные газы, плотные газы, суспензии, растворы электролитов и т.п. Очевидно, что эти группы не дают четкого разделения веществ — в зависимости от задач конкретного исследования одна и та же система может оказаться в разных группах.

Однако не надо забывать, что и классификация с помощью понятия «фаза» тоже является моделью, не всегда применимой к конкретным системам. Так, перейти из жидкой в газообразную фазу можно и без скачкообразного изменения характеристик (фазового перехода), обойдя кривую фазового равновесия выше критической точки. При переходе от жидкого состояния к плазме также отсутствуют резкие границы.

Чистая фаза в настоящее время редко становится самостоятельным предметом исследования. Более интересны процессы фазовых переходов, описание включений и внешних воздействий. Имеющие практический интерес реальные криогенные системы объединяют несколько традиционных агрегатных состояний. Так, рост фазы требует описания границы раздела, на которой в породе при-

существуют фазы, находящиеся во всех традиционных агрегатных состояниях: твердом — каркас породы и лед, жидком — часть порового пространства, газообразном — включения воздуха и в плазме — раствор электролита, всегда существующий в двойном электрическом слое на границе жидкой фазы.

Показанная условность существующих подходов позволяет в зависимости от задачи легко эти подходы изменять, если результатом такого изменения станут продуктивные модели, в которых так нуждается криология.

Криология — достаточно молодая и динамично развивающаяся область знания. Несмотря на ее молодость можно говорить об уже сложившемся подходе криологии к объекту исследования. Он заключается в выделении криогенных образований, процессов и условий и изучении их взаимодействия, свойств и динамики. Сама постановка задачи криологии, таким образом, определяет ее системный характер. Действительно, неявно уже на этапе формулирования проблемы выделяются системы (криогенные образования и процессы) и среда (условия).

Криология, как и большинство современных наук, во многом укладывается в парадигму системного подхода, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы — совокупности сущностей и их отношений. Системный характер криологии генетически заложен еще в предшествовавших ей отраслях знания — мерзлотоведении и гляциологии, успешно развивавшихся советской наукой.

То, что отечественная наука естественным образом восприняла и активно использовала методологию системного подхода, нет ничего удивительного. На протяжении большей части своего развития она находилась под влиянием гегелевской диалектики в изложении Ф. Энгельса, официально ставшей основой марксистско-ленинской методологии естествознания. Несмотря на расплывчатость основных понятий, диалектика во многом имела характер «стихийного системного подхода», и мы не можем согласиться с С. Вайнбергом, считавшим, что официальная философия оказала исключительно пагубное влияние на науку в СССР [5]. Рассмотрим сформулированные Ф. Энгельсом три закона диалектики: «закон перехода количественных изменений в качественные», «закон взаимного проникновения противоположностей» и «закон отрицания отрицания» [6].

Переход количественных изменений в качественные.

В первом законе Ф. Энгельс отмечает существование качественных скачков при нарушении «меры» в результате количественных изменений характеристик объекта. Для этого вводятся категории «качества» — внутренней определенности явления — непосредственной определенности бытия, «количества» — внешней определенности вещи, и «меры» — соотношения качественной и количественной определенности.

Сегодня проявление «качественных» изменений при изменении количественных показателей представляется естественным для нелинейных систем. Для большого класса явлений можно воспользоваться более простой и, видимо, продвинутой физикалистской терминологией (в более сложных случаях современная наука использует подходы нечеткой логики с определением лингвистических переменных). Качество является интенсивной характеристикой системы, описывающей ее в целом, а количество — экстенсивной характеристикой. Значение экстенсивной величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значе-

ний величин, соответствующих его частям. Эта аддитивность характеристик столетиями назад представлялась столь же естественной, сколько неестественной выглядит сегодня. Системный анализ и синергетика сделали общим достоянием понятие эмерджентности (системного эффекта) — несводимости свойств системы к сумме свойств ее элементов. Именно такая несводимость и лежит в основе наблюдаемых качественных скачков.

Классическим примером первого закона диалектики являются фазовые превращения льда — из твердого в жидкое состояние и наоборот, особенно актуальные для криологии. Небольшое усложнение системы может привести к существенному усложнению наблюдаемого поведения — появлению структурной сложности. Так происходит, например, в случае самоконсервации газогидратов. При увеличении температуры часть гидрата разлагается на газ и воду, при этом образовавшаяся вода экранирует газогидрат, останавливая процесс его разложения. Для трактовки такого сложного процесса диалектика использовала бы также и свой второй закон, впрочем, в рамках как системного подхода, так и физикализма, можно предложить более четкие и отражающие суть происходящего описания.

Единство и борьба противоположностей.

Второй закон подчеркивает существование связи и взаимодействия между противоположностями, отмечая, что эти взаимосвязанные и взаимодействующие тенденции являются основой всякого развития. Он имеет несколько антропатистический характер — приписывает особенности высшей нервной деятельности предметам и явлениям природы, одухотворяет ее.

Надо отметить, что приблизительно в то же время, когда Энгельс формулировал законы диалектики, Ле Шателье сформулировал принцип динамического равновесия, явно перекликающийся с идеей единства и борьбы противоположностей [7]. Вообще такому единству соответствует наличие в системе отрицательных обратных связей, определяющих устойчивость системы.

Более того, наличие или отсутствие таких связей делит все явления на два фундаментальных класса: объекты и процессы (напомним, что эти понятия лежат в фундаменте сложившейся методологии криологии). Если явление на определенных временных и пространственных масштабах устойчиво, а следовательно, отрицательные обратные связи имеются, и они достаточно интенсивны — оно воспринимается в качестве объекта. Если преобладают положительные обратные связи, мы склонны описывать явление как процесс.

Отрицание отрицания.

Процесс развития (да и любого движения) носит, по Энгельсу, поступательно-повторяемый характер. Поступательность и повторяемость придает цикличности спиралевидную форму.

Третий закон диалектики носит четко выраженный методологический характер. Поиск циклов, аттракторов в фазовых пространствах, использование координат, угол — действие (упрощающих описание систем) для периодических или почти периодических процессов сокращает размерность задач (число независимых переменных) или, как минимум, позволяет рассматривать динамику системы в течение одного цикла (и/или этапа достижения аттрактора).

Итак, с большой степенью уверенности, можно утверждать, что законы диалектики являются инструментом описания сложных нелинейных систем

в рамках линейной парадигмы, господствовавшей в восприятии мира в момент формулировки диалектики, как метода познания. Их плодотворное использование советской наукой обеспечивает преимущество и естественность новых отраслей знания.

Многочисленные упомянутые при обсуждении законов диалектики системологические и физикалистские методологические приемы и подходы успешно применялись (обычно без прямого поименования) и в криологических исследованиях. Использование криологией системного подхода, явное и осознанное использование современной методологической базы, создание «онтологии холода» должно гарантировать наиболее полное и целостное представление о предмете исследования [8].

Для создания и изложения такой базы необходимо предварительно определить позитивную программу, разделяющую достаточно объемную задачу на этапы. Предлагается следующая последовательность действий [9]:

- определение фазового пространства понятий, содержащего ключевые характеристики криологических явлений, в том числе их физические масштабы;
- определение принципов, аспектов, приемов и допущений при построении криологических моделей;
- построение совокупности ключевых сущностей и их отношений в криологии (формальная реализация системного подхода).

Объекты криосферы, как было показано, в силу своих специфических свойств существенно усложняют поведение системы. Обратим внимание на еще один аспект.

Для любых изучаемых объектов и процессов полезно определить характерные пространственные и временные масштабы. Наличие криогенных образований или условий может существенно изменять характерные времена процессов, причем в одних случаях их увеличивая, в других — уменьшая [8]. Особенно интересна ситуация, когда ускорение и замедление времени происходит в близкорасположенных в пространстве участках криосистемы. Например, на границах твердой фазы льда или замерзшей породы за счет идущих фазовых переходов, появления радикалов и двойных электрических слоев происходят интенсивные физические процессы и химические реакции с маленькими характерными временами [10]. В то же время, в толще замерзшей фазы все воздействия замедленны, электромагнитные — за счет высокой относительной диэлектрической проницаемости, химические — как следствие низкой проницаемости горной породы, механические — вследствие жесткости льда. Это приводит к значительным градиентам развития — скачкам фазы развития системы в близкорасположенных точках физического пространства.

Приведенные выше примеры, иллюстрирующие условность моделей и методологических подходов, усложнение поведения и описания систем в криологии, показывают необходимость активного переосмысления классических методологических подходов. Их модификация наряду с использованием системного подхода и информационной логистики, изменение исследовательских парадигм будут, несомненно, продуктивны в криологических исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История философии. Мн.: Интерпрессервис; Книжный Дом, 2002. 1376 с.
2. Физическая энциклопедия / Под общ. ред. А.М. Прохорова. М.: Советская энциклопедия, 1988-1999.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10-ти т. Т. 10. Физическая кинетика. М.: Наука, 1987.
4. Физический энциклопедический словарь. М. Советская Энциклопедия. 1984. 944 с.
5. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. М.: Издательство ЛКИ/URSS, 2008.
6. Философская энциклопедия в 5 томах. М. Советская Энциклопедия. 1960-1970.
7. Химическая энциклопедия в 5 томах. и М. Советская Энциклопедия. 1988-1998.
8. Мельников В.П., Геннадиник В.Б. Криософия — онтология холодной материи // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 10. Серия «Философия». С. 6-14.
9. Мельников В.П., Геннадиник В.Б., Геннадиник Б.И. Философскую базу холодной науке. М-лы IV Российского философского конгресса. Москва, 24-28 ноября 2005]. М., 2005.
10. Шавлов А.В., Рябцева А.А. Механизм ускорения коррозии металлов во льду при структурных превращениях и кристаллизации воды // Журнал физической химии. 2007. Т. 81. № 7. С. 1035-1040.

REFERENCES

1. *Istorija filosofii* [History of philosophy]. Minsk, 2002. 1376 p. (in Russian).
2. *Fizicheskaja jenciklopedija* [Encyclopedia on Physics] / Under the gen. ed. of A.M. Prokhorov. Moscow, 1988-1999. (in Russian).
3. Landau, L.D., Lifshits, E.M. *Teoreticheskaja fizika. V 10-ti t. T. 10. Fizicheskaja kinetika* [Theoretical physics. In 10 v. T. X. Physical kinetics]. Moscow: Nauka, 1987. (in Russian).
4. *Fizicheskij jenciklopedicheskij slovar'* [Encyclopedic dictionary on Physics]. Moscow, 1984. 944 p. (in Russian).
5. Vajnberg, S. *Mechty ob okonchatel'noj teorii: Fizika v poiskah samyh fundamental'nyh zakonov prirody* [Dreams of final theory: Physics in search for the most fundamental nature laws]. Moscow, 2008. (in Russian).
6. *Filosofskaja jenciklopedija v 5 tomah* [Encyclopedia on Philosophy in 5 volumes]. Moscow, 1960-1970. (in Russian).
7. *Himicheskaja jenciklopedija v 5 tomah* [Encyclopedia on Chemistry in 5 volumes]. Moscow, 1988-1998. (in Russian).
8. Melnikov, V.P., Gennadinik, V.B. Cryosophy — ontology of cold matter. *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2012. № 10. Series «Philosophy». Pp. 6-14. (in Russian).
9. Melnikov, V.P., Gennadinik, V.B., Gennadinik, B.I. Philosophic basis for cold science [Filosofskuju bazu holodnoj nauke]. *M-ly IV Rossijskogo filosofskogo kongressa. Moskva, 24-28 nojabrja 2005* (Materials of the IVth Russian Philosophy Congress. Moscow, November 24-28, 2005]. Moscow, 2005. (in Russian).
10. Shavlov, A.V., Rjabceva, A.A. Mechanism of acceleration of metal corrosion in ice under structural transformations and crystallization of water. *Zhurnal fizicheskoj himii — Physical chemistry magazine*. 2007. V. 81. № 7. Pp. 1035-1040. (in Russian).