

## СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ И СТИЛИ МЫШЛЕНИЯ В ХИМИИ

Системная методология сегодня весьма широко используется в самых различных отраслях знания при решении разнообразных задач. Она включает в себя системный подход, системный анализ, общую теорию систем, системные, в том числе информационные, технологии, а на метатеоретическом уровне — философский принцип системности.

В основе системной методологии лежит ряд требований операционально-когнитивного плана. Среди них: 1) проведение последовательной детализации объекта с учетом его иерархической организации; 2) исследование субстрата системы: элементов и их взаимоотношений — поиск системообразующего фактора; 3) изучение влияния внутренних и внешних факторов на бытие системы; 4) изучение генезиса объекта с точки зрения изменения его целостности.

Сама системная концепция не нова. Она может быть идентифицирована (хотя и в неразвитой форме) уже на ранних этапах становления европейской философской и научной мысли. Более того, отдельные науки, в том числе и химия, имеют определенные «системные традиции». Химия одна из первых стала использовать системно-структурные представления и внесла определенный вклад в разработку системной концепции<sup>1</sup>. Поэтому интересно проследить проникновение системных идей в химию на фоне дрейфа стиля научного мышления химика. Идентификация последнего зависит от многих факторов. И поэтому представленная в работе периодизация стилей научного мышления (а через них и реконструкция истории химии) не является единственно возможной. Итог во многом определяется тем, какие основания стиля мышления доминируют и взяты как системообразующие. Это могут быть философско-методологические основания: научная картина мира, идеалы и нормы познавательной деятельности, философские идеи и методологические принципы; социокультурные: особенность менталитета эпохи — включенность науки в социум; логические: законы и правила построения знания; когнитивные: характер научных проблем и алгоритмы их решения и даже праксеологические: образцы научной деятельности.

Применительно к настоящему исследованию в качестве главного среди stileобразующих факторов взят когнитивный: та центральная проблема, которая объединяет в единое целое теоретические представления химической науки на каждом из этапов ее развития. В работе проблемы такого рода получили название «гносеологические уровни» или «уровни сущности». Они определяют стереотипы научного мышления эпохи, задают общий алгоритм исследования, его стратегию. Предложенные уровни сущности выделены на основе изучения истории исследования отношений химических систем и их организации.

Согласно избранному критерию выделяются четыре этапа развития системных представлений в химии: доструктурный, структурный, электронный и структурно-кинетический. В центре внимания каждого — определенная гносеологическая проблема: «простого и сложного», «внутренней структуры», «внутреннего и внешнего» генезиса или «прошлого, настоящего и будущего химических систем». Им в соответствие приведены четыре стиля мышления в химии: элементаристский, структурный, системный и системно-эволюционный. Для наглядности изложенное можно представить в виде таблицы. В ней графа I — разработанный В. И. Кузнецовым строй концептуальных систем (КС) в химии<sup>2</sup>. Основной критерий перехода от одной КС к другой — способ решения проблемы соотношения свойств и реакционной способности соединения. Причем каждой КС соответствует определенная материальная химическая система (в таблице они указаны в скобках). Графа II — этапы развития системных представлений в химии, III — гносеологические уровни, IV — стили научного мышления. Гносеологические уровни включают в себя КС и указывают на центральную проблему, решаемую в рамках каждого уровня. И наоборот, каждая КС конкретизирует содержание уровней, выступая средствами их связи и перехода от одного уровня к другому.

В основе данной логической схемы — путь движения от суммативного представления химических систем к целостному. При этом выделенные уровни и стили мышления отражают не только ступени познания сущности химических явлений, но и ступени развития самой практической химии. Уровни находятся в тесном генетическом единстве; каждый последующий уровень включает в себя проблемы предыдущих этапов развития химии, но представляет несравнимо большие возможности для их решения. Так, проблема простого и сложного в химии ставится практически на всех уровнях. Более того, принципы системной методологии раскрывают свое содержание от этапа к этапу, реализуясь в полной мере лишь в современных условиях.

Как видно из таблицы, в анализ включены и воззрения древних о веществе, ибо первоначальные химические знания во многом определили состояние химии в последующие периоды.

**Этапы эволюции и уровни системных представлений в химии**

I	II	III	IV
Учение об элементах (атом)	Деструктурные представления: — протохимические знания вплоть до становления научной химии, — атомно-молекулярное учение, — деструктурные теории строения	Проблема простого и сложного	Элементаристский стиль научного мышления
Структурная химия (простейшие молекулы)	Структурные представления: теории строения и влияния атомов Электронные представления	Проблема внутреннего строения, структуры	Структурный стиль научного мышления
Кинетические теории (кинематические системы). Эволюционный катализ (предбиологические системы)	Структурно-кинетические представления	Проблема внутреннего и внешнего Проблема генезиса	Системный стиль научного мышления Системно-эволюционный стиль научного мышления

Античность дает нам идею зернистого строения вещества и первые оригинальные концепции Эмпедокла, Анаксагора, Левкиппа — Демокрита, Платона и Аристотеля. Для сравнения этих концепций интересно поставить три вопроса: существует ли небытие? существует ли предел деления бытия? имеют ли элементы бытия структуру? Элеаты отвечали: «нет», «нет», «нет». Атомисты: «да», «да», «да». Платон: тоже «да», «да» (предел — в единиче, что отражено в его математической программе). Аристотель: «да», «нет», «да». В дальнейшем в состоянии конкуренции по проблеме строения оказались программа атомистов и «континуалистская программа» Аристотеля<sup>3</sup>.

Провозгласив зернистость бытия, древние задумались над вопросами: что есть простое и что есть сложное? В чем различие смесей и соединений? Что есть составное и что есть смешанное? и т. п. Благодаря работам Аристотеля поиск ответов на эти вопросы привел к пониманию специфичности сложных тел. У него сложное тело — нечто принципиально новое по сравнению с образующими его элементами и нечто иное, нежели простая механическая смесь. За вопросами о природе простого и сложного встали вопросы о соотношении части и целого, частей друг с другом в составе целого. Именно они составили основу алхимической идеи о трансмутациях вещества, выросшей из античных натурфилософских систем.

Однако вопрос о простом и сложном для древних и средневековых авторов оказался непростым. По мнению Андреаса Либавия, «химики не могут пока доказать, что эти отдельные вещества существовали в таком же виде до образования соединений. Они не могут доказать также, что вещества, которые считаются простыми, просты на самом деле»<sup>4</sup>. В немалой степени это вызвано разрывом практических и теоретических знаний. С одной стороны, — достаточно развитая для того времени техника химического эксперимента, ремесленная химия и фармация, а с другой, — поиски «философского камня», религиозные, мистические, астрологические, каббалистические и магические компоненты «теоретических» воззрений того времени.

Частично этот разрыв удалось преодолеть более поздним авторам с возрождением атомистической научной программы. Это дало возможность не только заговорить о строении тел, но и построить даже иерархию частей: атомы объединялись в молекулы-корпускулы, а они — в еще большие тела. Выразителями системно-структурных идей стали Р. Бойль, М. В. Ломоносов, А. Л. Лавуазье. В их работах утверждается одно из основных понятий химии — понятие о химическом элементе. Начиная с Р. Бойля, химики постепенно приходят к представлению о молекуле как о системе. Химический элемент здесь — вещество, которое еще не удалось разложить на составные компоненты. Оно простое, пока не разложено. Но вопрос о принципиальной разложимости элемента остался открытым.

У создателя химической атомистики Дж. Дальтона химическая частица — тоже система атомов. Но первоначально это была такая система, части которой могли

существовать самостоятельно и предшествовали системе. Целостность последней носила механический характер и сводилась к сумме частей (здесь уместнее говорить об аддитивности). Сложные химические соединения Дальтон называет «сложными атомами» различного порядка, подчеркивая тем самым ведущую роль части (атома) по отношению к целому — молекуле. Однако, и в этом — безусловная заслуга Дальтона: сложный атом у него был все же не простой суммой частей; образование его достигалось связыванием атомов в определенном порядке. Здесь — первая попытка соотносить состав вещества и его строение, первая попытка поставить вопрос о структуре вещества. Именно поэтому, с моей точки зрения, химическая атомистика Дальтона открывает новый гносеологический уровень, связанный с проблемой внутреннего строения, структуры химического соединения. Содержание этого уровня составляют так называемые доструктурные теории добултеровского периода: электрохимическая теория и теория радикалов И. Я. Берцелиуса, теория замещения Ж.-Б. Дюма, теория ядер О. Лорана, теория типов Ш. Жерара, а также теории химического строения А. М. Бултерова, взаимного влияния атомов в молекуле (А. М. Бултеров, В. В. Марковников), доквантовые и квантовые электронные теории (К. Ингольд, Г. Льюис, Л. Полинг, Р. Робинсон). Химическая частица во всех этих теориях — сложная система атомов (в электронных теориях — еще и система ядер и электронов). Но методологическая основа теорий различна, что связано с особенностями стилевой интерпретации проблемы части и целого.

В теориях Берцелиуса налицо примат части над целым, идея «предсуществования» части по отношению к целому, когда молекула как бы «склеена» из двух неизменных в процессе реакции, независимых друг от друга частей. Здесь учитываются субстратные свойства частей, а их реляционные (или свойства-отношения), вызванные действием сил химического родства, полностью игнорируются. На смену этим взглядам пришли представления Лорана и Дюма, определивших ведущую роль целого, впервые в химии сформулировавших идею унитарного строения сложной частицы. Молекула в этих концепциях — не сумма частей, а единое целое, и свойства его определяются расположением атомов. И следующий шаг — теория типов Жерара, где учтены природа частей соединения и сформулировано понимание роли взаимного влияния атомов.

Но подлинного апофеоза структурные представления достигают в теории химического строения (ТХС) А. М. Бултерова, где молекула — единая целостная система взаимного влияния атомов. В рамках ТХС получила объяснение зависимость свойств целого от количественного, качественного и структурного соотношения его частей. ТХС рассматривает молекулу не как механическую (аддитивную), а как химическую целостную систему. И системообразующий фактор здесь — взаимное влияние атомов. Позже оно получило объяснение в теориях электронных смещений и в квантовой химии. В квантовохимических теориях все реально осуществляющиеся состояния соединения определяются всем строением молекулы в целом и в конечном итоге зависят от свойств всех входящих в систему частей. Так, метод молекулярных орбиталей исходит из того, что каждый атом принадлежит молекуле в целом и движется в поле всех ее ядер и электронов, а свойства соединения определяются свойствами коллектива взаимодействующих микрочастиц. Объединение компонентов в систему, а не простое их сложение, приводит к появлению принципиально новых, интегративных качеств. Причем попытка выяснить ответственную за них группу атомов, как правило, неэффективна: специфическое свойство возникает только в сочетании с другими атомами.

В центре внимания современной химии — проблемы внутреннего и внешнего, а также эволюции химических систем. Понятие о кинетических системах (или «кинетических континуумах») значительно расширило познавательную сферу химических исследований. Кинетика внесла в химию понятие о химическом событии, о переходном состоянии, о химической эволюции. Системная методология в химии стала системно-динамической или системно-эволюционной. Примерами такого плана теорий могут служить теории абсолютных скоростей реакций и элементарных открытых каталитических систем. Эти теории обладают высокой степенью системности и на сегодня они наиболее адекватно описывают химический, в том числе эволюционный, процесс. Они достаточно фундаментальны и используют аппарат квантовой механики, термодинамики и статистической физики.

Итак, даже краткий экскурс в историю прошлого и настоящего химической науки показывает корреляцию концептуальных систем, гносеологических уровней и стилей мышления в химии. Предполагается продолжить исследование связи этих феноменов не только с когнитивно-методологической, но и социокультурной точки зрения.

<sup>1</sup> См.: Гарковенко Р. В. // Гносеологические и социальные проблемы развития химии. Киев, 1974; Янчук Е. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 3. 1984, № 1. С. 31.

<sup>2</sup> См.: Кузнецов В. И. Диалектика развития химии. М., 1973. С. 238 и след.

<sup>3</sup> См.: Г а й д е н к о П. П. Эволюция понятия науки. Становление и развитие первых научных программ. М., 1980; Р о ж а н с к и й И. Д. Развитие естествознания в эпоху античности. М., 1979.

<sup>4</sup> Цит. по: Шелгунова З. И. Химическое соединение и химический индивид. (Очерк развития представлений). М., 1972. С. 15.

В. А. КАРПОВ

## ИЗОМОРФИЗМ ДВУХ СИСТЕМ

(междисциплинарный синтез на базе системного подхода)

Триплетные коды — это такие коды, где функциональные единицы состоят из трех единиц более низкого уровня. К таким кодам можно отнести коды некоторых весьма далеких друг от друга предметных областей — языка, кристаллографии, физики, генетики. Для выяснения системной близости этих кодов лингвистический подход узок, требуется более общая теория.

В качестве таковой мы использовали общую теорию систем философа и биолога Ю. А. Урманцева (ОТСУ). Ее приложение к языку как объекту позволило доказать системность языка на разных уровнях и обнаружить системную общность языка и генетического кода. Это и послужило толчком к отысканию других изоморфизмов.

ОТСУ требует представления любой системы как объекта-системы в системе объектов того же рода. И это всегда оборачивается выводом множества «первичных элементов», выделяемых из универсума по некоторым основаниям: обнаружению отношений единства и законов композиции, по которым строятся композиции «первичных элементов». Далее при переходе на другой уровень цикл повторяется. При этом все теснейшим образом связано с симметрией / асимметрией, полиморфизмом / изоморфизмом и другими концептами ОТСУ<sup>1</sup>.

Рассмотрим эти первичные элементы. Физика: 4 кварка (u, d, s, c) в комбинаторике по 3 представляют все барионы; генетика: 4 основания — аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц), урацил (У) в комбинаторике по 3 представляют 20 аминокислот; язык: 4 типа суждений — общеутвердительные, общеотрицательные, частноутвердительные и частноотрицательные в комбинаторике по 3 дают все модусы категорических силлогизмов. Другими словами, есть первичные элементы, есть отношения единства, есть законы композиции и сами композиции, что уже частично описано<sup>2</sup>.

Категории синонимии и антонимии общеизвестны и считаются чисто языковыми, хотя при желании их можно обнаружить в самых разных классах систем, так как синонимия — это степень сходств, подобия, а антонимия — система противопоставлений грамматического или содержательного (семантического) характера.

Рассмотрим числа 1, 2, 3 и 4. В них можно увидеть как синонимы, так и антонимы. Так, числа 1 и 3 сходны по нечетности, а 2 и 4 сходны по признаку четности, отличаясь друг от друга величинами. Четность противопоставляется нечетности и в этом отношении пары 1:2, 1:4, 3:2 и 3:4 антонимичны. Теперь возьмем их комбинаторику по 3 с повторениями — 111, 112, 121, 211, 222, 212, 122, 221, ..., 444. Всего 64 числа четырех типов и восьми видов: только из четных чисел, только из нечетных чисел, преимущественно из четных (3 вида), преимущественно из нечетных (3 вида). Обозначив четность через «минус» (—), а нечетность через «плюс» (+), можно представить трансформацию четного числа в нечетное.

	Н Н Н		3 3 3		
	+ + +				
Н Н Ч	Н Ч Н	Ч Н Н	3 3 2	3 2 3	2 3 3
+ + —	+ — +	— + +			
Н Ч Ч	Ч Н Ч	Ч Ч Н	3 2 2	2 3 2	2 2 3
+ — —	— + —	— — +			
	Ч Ч Ч			2 2 2	
	— — —				

Таким же образом можно представить переход четного числа в другое четное, нечетного в другое нечетное, нечетно-четного в другое нечетно-четное и наоборот. Построим симметрично-асимметричную матрицу размером 8x8 и разместим по углам числа 111, 222, 333, 444 с учетом их контрарности (антонимичности) (см. матрицу 1).