



## Предисловие

*В России не прощают ренегатам.*

Герцен.

<http://libelli.ru/filosrnm/zhdanov.htm>

Предлагаемый материал был опубликован два десятилетия тому назад. Но, возвращаясь к нему, можно сказать, что он не утратил своей актуальности при всех качественных, критических и катастрофических изменениях в мире.

Бурные успехи естествознания и технического прогресса, освоение Космоса и тайн микромира последних лет лишь подтвердили справедливость диалектического метода. В полной мере сохраняет свою силу мысль Энгельса: "Точное представление о вселенной, о ее развитии и развитии человечества, равно как и об отражении этого развития в головах людей, может быть получено только диалектическим путем, при постоянном внимании к общему взаимодействию между возникновением и исчезновением, между прогрессивными изменениями и изменениями регрессивными". (К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т.20, стр.22)

Ныне формируется новая картина мира. Границы наблюдаемой Вселенной расширились до 25 миллиардов световых лет. У ближайших звезд обнаружено более сотни планетных систем. Раскрываются свойства вакуума и элементарных частиц. Открыты носители невиданных, колоссальных энергий. Расшифрован геном человека. Раскрыты глубинные экологические связи в жизни планеты. Празднуют свои успехи информатика и компьютеризация.

И в то же время научный мир с тревогой констатирует возрождение антинауки и лженауки вплоть до оккультизма, мистики и прямого шаманства. Как не вспомнить здесь великого Гегеля: "То, что испокон веку считалось самым позорным и недостойным, - отказ от познания истины - возвещается в наше время как высочайший триумф духа" (Гегель. Политические произведения, М. 1978 г., стр. 371).

Бурные, поистине революционные успехи научно-технического прогресса ныне трансформировались в систему кричащих противоречий, рождающих угрозы насилия, экстремизма, террора, опасности апокалиптических масштабов. Как писал Маркс, "и на современной порочной основе всякое дальнейшее развитие производительной силы труда неизбежно углубляет общественные контрасты и обостряет общественные антагонизмы". (К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т.16, стр.7).

Удивительным образом реанимируются угрозы возрождения прямого варварства. Юный Энгельс в статье "Ретроградные знамена времени" отмечает мощные реакционные явления в жизни государства, церкви, искусства, литературы, "бессознательные попятные шаги к прошлым векам" (К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т.41, стр.27).

Прогрессивная общественная мысль давно оценила эту опасность, ссылки на нее можно встретить от Розы Люксембург до Эриха Фромма. Удивительно актуально звучат размышления Карла Каутского: "Возможно даже в отдельных случаях и попятное движение в самых прогрессивных странах, например временное превращение социалистического большинства в меньшинство, допустим, в результате перехода в буржуазный лагерь полупролетарских или же несознательных пролетарских слоев населения под влиянием заманчивых обещаний буржуазных партий, перекрывающих практические достижения до сих пор существовавшего социалистического большинства" (К. Каутский. Материалистическое понимание истории, М.Л. 1931г., т.II, стр. 595).

Возможность подобного реакционного процесса предвидел еще Маркс, отметивший в работе "18 брюмера Луи Бонапарта": "Целый народ, полагавший, что он посредством революции ускорил свое поступательное движение, вдруг оказывается перенесенным назад, в умершую эпоху" (К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т.8, стр. 121).

Одной из причин такого исторического кульбита является наличие в каждом обществе различных по своему характеру, в том числе и архаических, социальных и экономических структур и традиций. Любой новый общественный строй вынужден считаться с тем, что "наряду с бедствиями современной эпохи нас гнетет целый ряд унаследованных бедствий, существующих вследствие того, что продолжают прозябать стародавние, изжившие себя и сопутствующие им устарелые общественные и политические отношения" (К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т.23, стр.9). Эти изжившие себя отношения таятся и в мелком производстве, и в мещанском быте, и в чиновничьем кабинете.

Другой источник ретроградных движений в прошлое - активная контрреволюционность монополистического финансового капитала и его слуг. Многие марксисты неточно и оптимистически приписывали Ленину мысль о том, что мы якобы живем в эпоху "войн и революций".

В действительности Владимир Ильич высказывался иначе:

"Социалистическую революцию нельзя рассматривать как один акт, а как эпоху бурных политических и экономических потрясений, самой обостренной классовой борьбы, гражданской войны, **революций и контрреволюций**" (выделено нами - Ю.Ж.) (Соч. т.21, стр.308-309).



Незнание, непонимание материалистической диалектики, подмена ее софистикой и прекраснодушной болтовней сыграли свою историческую роль. Освоение диалектического метода продолжает оставаться важнейшей задачей думающих людей. Естествоиспытатели пытаются пробиться к нему через синергетику, как учение о самоорганизующихся и саморазвивающихся системах, через теорию катастроф как перерывах постепенности, через учение о ноосфере. Психоаналитики, подобно Фромму, ищут дорогу через анализ истоков человеческой деструктивности, антагонизмов и отчуждения. Эти поиски правомерны. Знание истории диалектики от Гераклита до Энгельса и Ленина и ее результатов, несомненно, полезно каждому в его поисках истины.

*Ю. Жданов*

*апрель 2001 г.*





научности на том основании, что в ней не были развиты количественные методы и пространственные представления. «Итак, до тех пор, пока не найдено поддающегося конструированию понятия для химических воздействий материй друг на друга, т.е. до тех пор, пока нельзя указать никакого закона сближения и удаления частей (скажем, в пропорции плотностей и т.п.), согласно которому движения их вместе с их результатами могли бы быть а priori сделаны наглядными и изображены в пространстве (требование, которое вряд ли когда-нибудь будет выполнено), - до тех пор химия сможет быть только систематическим искусством или экспериментальным учением, но никогда не будет наукой в собственном смысле, поскольку принципы ее чисто эмпиричны и никак не могут быть изображены а priori в созерцании, а следовательно, раз к ним неприменима математика, они ни в какой мере не делают понятной возможность основ химических явлений» [4].

Картина получается весьма своеобразная: Кант не считал химию наукой, поскольку к ней неприменима математика, она лишена дедуктивных основ; современные упразднители химии отказывают ей в самостоятельной теоретической базе, ссылаясь на то, что свойства молекул можно математически вывести из некоторых дедуктивных принципов, связанных с поведением атомных ядер и электронов. Крайние исходные позиции сошлись в своем результате.

И в самом деле, современная квантовая механика и статическая термодинамика открыли количественные закономерности строения и реакционной способности молекул. Тайнственное химическое сродство объяснено на основе взаимодействия ядер и электронов, выяснена природа валентности, пространственных характеристик молекул, установлена связь строения с электрическими, магнитными и другими физическими свойствами химических соединений. Современная вычислительная техника позволила создать «компьютерную» химию, предсказывающую существование таких молекулярных структур, которые еще не даны в эксперименте. Определены энергетические пути многих химических превращений. Отныне и навсегда химизм не может быть истолкован без привлечения физических закономерностей. Вопрос заключается в том, сводится ли химизм нацело к наличным физическим законам, могут ли последние быть единственной исходной абстракцией для восхождения ко всему конкретному богатству химического поведения вещества?

Кант и современные упразднители химии подходят к этой науке вдвойне неисторично: игнорируя историю химии, ее понятий, логического аппарата, а также игнорируя химизм как форму движения материи, химическую эволюцию в масштабах Вселенной. Без учета этой действительной эволюции, реальных условий нельзя ответить даже на такой простой вопрос:

что возникает при встрече двух атомов водорода – молекула  $H_2$ ? Ионы? Осколки ядер? Или Галактика, подобная нашей?

Следуя методологии диалектического материализма, принципу историзма, мы обязаны в предмет химической науки включить эволюционный подход к объекту, проследить становление химизма, этапы его развития, формы восхождения от низшего к высшему. Идея эволюции, развитая в химии, возникла, выкристаллизовалась не сразу. Первоначально она расплывалась, растворялась в общих представлениях об изменениях, превращениях веществ. Натурфилософия классической древности не знала различий между процессами химическими и физическими, изменениями агрегатного состояния тел и химическими преобразованиями веществ. Стихийная диалектика древних включала в себя учение о всеобщем круговороте веществ на основе взаимных переходов, трансмутации первичных элементов, установленных еще Аристотелем.

Вот как писал об этом Платон в своем диалоге «Тимей»: «Но возьмем для начала хотя бы то, что мы теперь называем водой: когда она сгущается, мы полагаем, что видим рождение камней и земли, когда же она растекается и разрезается, соответственно рождаются ветер и воздух, а последний, возгораясь, становится огнем; затем начинается обратный путь, так что огонь, сгустившись и угаснув, снова приходит к виду воздуха, а воздух опять собирается и сгущается в облака и тучи, из которых при дальнейшем уплотнении изливается вода, чтобы в свой черед дать начало земле и камням» [5].

Эти натурфилософские представления во многом были заимствованы средневековыми алхимиками и затем включены в систему классического немецкого идеализма – даже Гегель полагал, что падающие с неба метеориты рождаются путем сгущения воздуха. Алхимики в своих поисках философского камня не только надеялись найти способ превращения неблагородных металлов в золото, но рассчитывали создать самодвижущуюся, циклически эволюционирующую химическую систему. Так, Парацельс и его ученики хвалились, будто им при помощи химических выделений и растворов удастся создать микрокосм и «сохранить его в вечном движении» [6]. Роберт Бойль утверждал, что на основе непрерывной химической реакции ему удалось создать самодвижущуюся жидкость.

Как бы высоко ни ставили мы эти первоначальные проблески идеи химического самодвижения, их влияние на представления о реальной химической эволюции в природе было незначительным. Традиция немецкой идеалистической диалектики, отвергавшей атомистическое учение, не давала основы для подлинно научного исследования проблем развития, усложнения вещества. Однако ее заслуги несомненны в анализе взаимоотношений и взаимосвязей различных форм движения. И если утверждение Шеллинга о том, что углерод есть модификация горючего



элемента воды (т.е. водорода), вызывает лишь улыбку, то его учение о единстве сил в природе, безусловно, сыграло положительную роль в развитии теоретического естествознания. Шеллинг в работе «Идеи к философии природы» определил химический процесс как высшее единство, тотальность магнетизма и электричества. Он четко отграничил механическое перемещение как низшую форму движения материи от химического изменения: «Противоположностью механического является химическое движение. Первое передается телу с помощью внешней силы, второе хотя и вызывается внешними причинами, но, как кажется, осуществляется внутренними силами. Первое предполагает частичный покой в движущемся теле, второе, напротив, предполагает частичное движение в неподвижном теле» [7].

Несмотря на многие высказанные Гегелем конкретно-химические нелепости, он в своей натурфилософии сделал еще один шаг вперед в понимании химизма как процесса развития. В химическом движении он видел единство гравитации, света, магнетизма и электричества. Химический процесс, пишет он, есть «процесс формообразования реально индивидуализированной материи» [8]. Гегель видел проявление химического процесса в неорганической жизни Земли и, что самое существенное, понимал его место в становлении биологической формы движения материи: «Если бы он мог продолжаться сам собой, он и был бы жизнью» [8]. В то же время Гегель верно подметил, что химический процесс лишен самодвижения, обременен разрывами и угасает в своем продукте. Идеалистическое понимание развития не позволяло Гегелю эволюционно связать химизм с биологической формой движения. Призывая познать последовательность живых существ, «не прибегая к форме истории» [8], Гегель полагал, что биологическая форма возникла не путем химической эволюции, а лишь в результате удара «молнии жизни» в материю – как возникла Минерва из головы Юпитера.

Эмпирическое естествознание не принимало этих поэтических рассуждений, оно шло своим путем, продиктованным общим ходом науки. Прежде чем исследовать процесс развития, ученый должен был остановить движущийся объект, расчленять и анатомировать его в неподвижном, покоящемся состоянии. Этот общий для механистического, метафизического естествознания подход в истории химической науки свелся к периоду подробного, скрупулезного выделения, исследований, синтеза отдельных веществ, которые рассматривались изолированно, вне эволюционной связи друг с другом.

Однако лавинообразное накопление в XIX в. конкретного материала о тысячах химических соединений потребовало его общего рассмотрения и систематизации. И здесь эмпирический результат науки подводит думающих естествоиспытателей к концепции развития с неожиданной



стороны: классифицируя вещества, они создают системы, которые первоначально оказываются статичным, застывшим выражением эволюционного процесса в природе.

Элементы периодической таблицы Менделеева первоначально рассматривались как неизменные, не связанные друг с другом единой цепью происхождения. Лишь открытие радиоактивности коренным образом изменило понимание периодического закона, вскрыв его внутреннюю эволюционную природу. Как справедливо отмечал Б.М. Кедров, «идея развития вещества получает теперь новое блестящее подтверждение; это и есть как раз то новое, что внесла наука XX века в понятие «химический элемент». Открытие изотопов как разновидностей элементов, равно как и обнаружение радиоактивности, сохранило основу менделеевского определения (место в системе определяет вид атомов), но подорвало разделявшееся Менделеевым дальтоновское истолкование элементов в духе их полной неизменности» [9].

Развитие астрофизики в современную эпоху позволяет в общих чертах наметить пути формирования химических элементов во Вселенной. Этот процесс протекает в недрах звезд, а для тяжелых элементов – во взрывающихся сверхновых звездах или ядрах галактик [10]. Но процесс эволюции ядер атомов, химических элементов не является собственно химической эволюцией, т.е. развитием вещества на молекулярном уровне. Важнейшим условием формирования эволюционных представлений в химии явилась уходящая своими корнями в немецкую натурфилософию идея единства всех сил природы. Эта идея поставила на научную основу понимание химизма, химической формы движения материи. Специфика этой формы не может быть сведена к механическому перемещению вещества, она таится во внутренних изменениях материи, проявляющих себя в форме перехода количественных изменений в качественные и обратно. Этот закон диалектики стихийно, бессознательно был применен Жераром при предсказании свойств не обнаруженных еще гомологов в органической химии [10].

Однако постепенно химикам становилась ясной фундаментальная закономерность всеобщего взаимодействия сил и форм движения в природе. Связь химизма с теплотой и светом была известна давно; исследования Гальвани, Вольты, Ампера, Фарадея в области электрохимии позволили еще в первой трети XIX в. сделать вывод о том, что химическая форма движения материи может быть понята лишь на основе анализа термических, электрических, магнитных явлений. XX век вскрыл природу химического сродства, сведя его к взаимодействию атомных ядер и электронов. На этом этапе химическая форма движения обнаружила свою связь с простейшей механической формой и на уровне механики молекул (их колебания, внутренние повороты, деформации, конформационные переходы), и при

изучении массопереноса в результате диффузии, перемешивания, перемещения веществ в условиях реакции, и, наконец, в форме квантовой механики, отразившей природу молекулярных сил.

Понимание всеобщей связи явлений в природе прокладывало себе в химии путь через специфические формы причинности, обнаруживаемые в ходе химических превращений. Понятие причинности в химии не сводится только к динамическим и статическим законам, последние объединяются и проявляют себя в более развитых и конкретных формах на уровне химических превращений. Одной из своеобразных форм причинности в химии является термодинамический контроль химической реакции, заставляющий ее клониться к устойчивому динамическому равновесию исходных и конечных продуктов. В то же время химик сталкивается с кинетическим контролем реакции, который противостоит термодинамическому и приводит систему не к равновесию, а к накоплению наиболее быстро образующихся веществ.

Термодинамическое рассмотрение сложных систем приводит к установлению крайне широкого обобщения, имеющего значение для всего естествознания и сформулированного Ле Шателье и Брауном. Высказанный ими принцип сводится к следующему: если система подвергается какому-либо внешнему воздействию, то внутри системы возникают процессы, направленные на то, чтобы подавить, купировать, нейтрализовать это внешнее влияние. Именно так проявляет себя закон роста энтропии в локальных, замкнутых системах. Что касается открытых, неравновесных, диссипативных систем, то для них характерна тенденция к замедлению скорости роста энтропии. Такие процессы играют существенную роль в химической эволюции: именно они приводят к образованию богатых энергией, нестабильных, активных биоорганических соединений.

Следующей специфической формой причинности в химии является каталитический контроль, способный ускорять или замедлять процесс, не нарушая положения равновесия. Вся биохимия является царством сложно построенных органических катализаторов – ферментов. Весьма важной разновидностью катализа являются автокаталитические реакции, при которых возникающий продукт содействует образованию себе подобных молекул.

Наконец, химия сталкивается с цепными реакциями, возникающими по механизму пусковой причинности, когда исходный, подчас кажущийся случайным толчок приводит в действие лавинообразный процесс синтеза или распада вещества. Эти явления можно обнаружить и при полимеризации малых молекул в высокомолекулярное соединение, и при взрыве порохового заряда.

На уровне каталитических и цепных процессов возникает проблема внутренних механизмов регулирования скорости и направленности химической реакции. Здесь происходит смыкание с явлениями, которые описываются в терминах кибернетики и теории управления: возникают обратные связи, автоколебательные изменения системы, перераспределение энергии между основной реакцией и регуляторными механизмами (сорбция, конформационные изменения, транспорт). Так постепенно формируются свойства молекул как носителей информации.

Таким образом, исследование химической формы движения материи приводит к расширению и обогащению понятия причинности как одной из форм всеобщего взаимодействия явлений в природе.

Говоря о формах движения и силах, объединяющихся в химизме, мы не коснулись жизненной силы, которую в не столь далеком прошлом считали ответственной за синтез сложных органических соединений с присущими им свойствами подвижности, лабильности, неустойчивости. Заимствованные химией из биологии виталистические представления рухнули, когда удалось абиогенным путем получить мочевины (Велер), углеводы (Бутлеров), жиры (Бертло). Но крушение виталистических взглядов оставило нерешенным вопрос: чем же определяется особая активность, динамизм органических молекул? Картина здесь прояснилась лишь постепенно. Шаг за шагом, анализируя конкретные данные своей науки, химики-исследователи приходили к пониманию того, что химический процесс есть проявление общего свойства внутренней активности, самодвижения материи. Этому способствовало обнаружение возбужденных состояний молекул, нестабильных, коротко живущих частиц (ионов, свободных радикалов), уяснение того фундаментального факта, что химические реакции проходят через стадию переходного состояния, активированного комплекса взаимодействующих частиц. Подобно тому, как нельзя понять движущие силы биологической эволюции, рассматривая гербарии и музейные экспонаты, так и химическую эволюцию нельзя уяснить, созерцая банки с реактивами в лабораторном шкафу. Только понимание химизма как самодвижения материи, проявления ее активности, внутренней напряженности дает ключ к химической эволюции.

Вопреки утвердившемуся и широко распространенному мнению современная химия не исчерпывается изучением состава, строения и свойств химических соединений. Скорее ее можно назвать наукой об атомно-молекулярной истории природных и искусственных тел. Эта история включает в себя космический круговорот веществ на Земле и в ее геосферах, на иных планетах, в межзвездной среде, где условия допускают существование молекулярных структур. Но в бесконечных циклах и круговоротах вещества мы фиксируем вполне определенное направление поисков, которое определяет прогрессивную эволюцию химической формы

движения. Это направление приводит нас к формированию, происхождению живых организмов.

Вопреки Гегелю, который снял проблему возникновения живого в ходе химической эволюции, Энгельс, опираясь на данные современной ему науки и принципы материалистической диалектики, вскрыл эволюционную направленность химического процесса. В «Диалектике природы» он писал: «Химия же находит настоящий ключ к истинной природе наиважнейших тел только при исследовании органических соединений; с другой стороны, она и синтезирует такие тела, которые встречаются только в органической природе. Здесь химия подводит к органической жизни, и она продвинулась достаточно далеко вперед, чтобы гарантировать нам, что она одна объяснит нам диалектический переход к организму» [12]. Далее Энгельс подчеркивает, что действительный переход химической формы движения в биологическую совершается только в истории, будь это на Земле или в Солнечной системе в целом. Изложенные Энгельсом мысли фактически явились программой для естествознания Нового времени.

Изучение химической формы движения материи в настоящее время невозможно рассматривать вне познания этапов химической эволюции вещества, т.е. вне временных и исторических характеристик химизма. Для современного естествознания, пронизанного идеями развития, такой подход представляется достаточно тривиальным, однако в реальных условиях каждой науки проследить генетическую цепь становления, возникновения, функционирования и гибели отдельных материальных форм и образований – задача не из простых.

Для химиков проблема времени, эволюции, истории возникла еще с давних алхимических, донаучных времен. Она просматривается в представлениях о круговороте стихий и элементов, а главное – в упорных попытках использовать химию для уничтожения, устранения времени. Отсюда ясный социальный заказ исследователю: открыть эликсир вечной молодости, добиться нескончаемого богатства путем превращения любых металлов в золото, обеспечить неизбывное бессмертие, создать вечный двигатель.

Такое «устранение времени» (time-elimination), как говорит Уитроу [13], проникло в методологию самой химической науки и стало на целый ряд столетий важной характеристикой этой сферы научного исследования. Нельзя не согласиться с весьма едким замечанием О. Бенфи, высказанным им в статье «Концепция времени в химии»: «Довольно заманчиво характеризовать историю химии как непрерывное стремление избежать открытого употребления понятия времени в химических теориях» [14]. В самом деле, время никак не присутствует ни в уравнениях химических реакций, ни в термодинамических представлениях о химическом равновесии, ни в уравнении Шредингера, которое по своей природе может описать лишь квазистационарные состояния атомов и молекул.



Конечно, химиков не могло удовлетворить такое вневременное рассмотрение их объекта исследования. В качестве некоего манифеста Шарль Жерар еще в середине XIX в. утверждал, что «химия занимается последовательными преобразованиями материи. Она вникает в происхождение тел, исследует их прошедшее и будущее» [15]. Но это, в общем, было лишь благим пожеланием и в лучшем случае – программой на будущее, поскольку «прошедшее и будущее» было известно лишь для веществ, полученных в лабораторных колбах и ретортах. Изучать по ним историю естественных химических тел было бы почти так же трудно, как проследивать становление жизни на основе данных сельскохозяйственной селекции.

В современной химической теории «устранение времени» приобретает подчас весьма сложные и изощренные формы. В их основе лежит замена движения во времени суммой неподвижных состояний. Такой «цайтраферный», как выразились бы кинематографисты, подход прослеживается в попытках представить химическое превращение как цепь промежуточных продуктов или как суперпозицию нескольких реюнансных форм. И тем не менее этот подход, не выражая всей полноты и истинности химической эволюции, позволяет обнаруживать ее прерывистые звенья, последовательность превращений. Здесь к объектам химии может быть применен принцип, оправдавший себя в биологии: составление своеобразной палеонтологической летописи веществ. Соответствующая ей палеонтологическая летопись живых существ еще не раскрывает перед нами путей, движущих сил, механизмов эволюции, но уже подводит к ее пониманию.

В химии такая внешняя связь явлений была представлена в системе Жерара, которая рассматривала ряды гомологов, обладающих единой химической функцией, но различным молекулярным весом (накопление  $\text{CH}_2$ -групп), и гетерологов, характеризующих переход от одной функции к другой (углеводороды, спирты, кислоты и т. п.). Так, отдельные вещества данного класса гомологов (например, муравьиная, уксусная, пропионовая и т. д. кислоты), несомненно, представляют собой внутреннее единство, но между ними не существует генетической связи, связи происхождения. Конечно, можно, например, получить из одной кислоты другую, но эти переходы множественны, произвольны и не заключают в себе какой-то внутренней линии развития. Видимо, именно поэтому подобного рода классификации играют в химии второстепенную роль и не лежат в основе исторического процесса развития, усложнения вещества. Интересно отметить, что генетический характер таких классификаций проявляется не в естественной истории, а в химической технологии, где действительно можно найти методы прямого перехода от низшего гомолога к высшему и т. д. Не опыт природы, а опыт химической лаборатории и производства позволил М.

Бертло с гордостью утверждать, что химия свою генетическую классификацию реально воспроизводит путем синтеза.

Пути химического превращения вещества в природе иные, их обнаружение создало основу для понимания химической эволюции. Исторический метод в химии возник в первую очередь в результате прогресса двух ветвей естествознания: геохимии и биохимии. Первая прослеживает действительную судьбу химических соединений в неживой, а вторая – в живой природе. Высшие формы проявления химизма, связанные с функционированием живых систем, исследует ныне целый комплекс наук: биохимия, молекулярная биология, палеобиохимия. Химические превращения, свойственные неорганической природе, являются объектом собственно геохимии и ее многочисленных дочерних наук (гидрохимии, химии атмосферы, радиохимии и др.). Связь между этими областями природы осуществляет созданная В.И. Вернадским биогеохимия, которая рассматривает судьбу химических элементов в поле биологического действия.

Можно много говорить о результатах, полученных в каждой из упомянутых отраслей знаний, можно длительно перечислять вскрытые ими закономерности, но для наших целей следует найти, вычленив ту центральную проблему, которая объединяет, скрепляет и пронизывает материал всех химических наук. На современном этапе научного познания таковой является проблема происхождения жизни. Эта великая научная задача была поставлена перед естествознанием еще в трудах Энгельса: «Здесь остается добиться еще только одного: объяснить возникновение жизни из неорганической природы» [\[12\]](#).

## **2. Новейшая революция в космохимии**

Конкретный естественнонаучный подход к решению загадки происхождения жизни был предложен академиком А.И. Опариным. Заслуга гипотезы Опарина состоит в том, что в ней биопозз рассматривается как многостадийный исторический процесс, важнейшей составной частью которого является химическая эволюция вещества от простейших соединений до невероятно сложных молекул белковой природы. Гипотеза Опарина открыла ключ к химическому моделированию процессов формирования исходных молекул аминокислот, нуклеиновых оснований, углеводов в условиях гипотетической первичной атмосферы Земли. После пионерских работ С. Миллера и других исследователей стало известно, что эти важные биоорганические молекулы могут образовываться в самых разнообразных смесях, содержащих комбинации водорода, воды, аммиака, азота, синильной кислоты, углекислого газа, метана и т. п., под воздействием различных видов излучения. Однако возникал естественный вопрос: насколько проведенные модельные синтезы отражают реальный

исторический процесс? Известный биохимик П. Мора скептически называл их упражнениями по органической химии.

Надо полагать, значение этих синтезов разъяснилось в связи с открытиями последних лет, которые обнаружили перед естествознанием совершенно новые горизонты и масштабы химической эволюции [16]. Эти новые сведения буквально свалились с неба, поскольку явились результатом астрофизических исследований космоса.

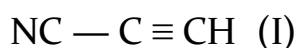
Изучение химического состава космических объектов ведется с тех пор, как были разработаны спектральные методы исследования вещества, т.е. со времен Бунзена. Эти исследования имели огромное значение; они позволили установить состав звездных атмосфер, туманностей, комет, планет Солнечной системы. При этом был получен принципиальной важности вывод о единстве состава космических тел, открылись пути к пониманию происхождения вещественного состава Вселенной, эволюции атомов. Исследования видимого спектра не были эффективными при попытках установить молекулярный состав космических объектов, этим путем удалось открыть лишь несколько простейших молекул или осколков типа  $C_2$ ,  $CN$  и т. п.

Революционизирующее воздействие на судьбы космохимии оказал новый метод исследований: обнаружение молекул в радиочастотном диапазоне. Развитие радиоастрономии привело к неожиданным открытиям, преобразующим наши представления о химических явлениях в космосе. Еще недавно было распространено мнение, будто межзвездная среда представляет собой весьма однородное и скучное пространство, наполненное преимущественно водородом с концентрацией  $10\text{ см}^{-3}$  при температуре около абсолютного нуля. Ныне методами радиоастрономии установлено, что межзвездная среда заключает в себе облака пыли и газа, в которых формируется, развивается и достигает большого многообразия химическая эволюция материи. Как считают некоторые авторы, за последние три года в области физики и химии облаков газа и пыли, составляющих значительную часть межзвездной среды, произошел подлинный переворот.

Если раньше мы считались с возможностью возникновения в космосе простых систем типа  $H_2$ ,  $C_2$ ,  $OH$ ,  $CN$ , то теперь обстановка круто изменилась. В космосе обнаружены многие простейшие неорганические молекулы:  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $SO$ ,  $SiO$ ,  $H_2S$ , видимо, присутствуют и некоторые соединения металлов. Но что самое поразительное, межзвездная среда оказалась гигантской лабораторией органического синтеза. Если в своих модельных синтезах биоорганических соединений С. Миллер, Оро, Павловская, Пасынский, Харада, Фокс, Кальвин, Поннамперума и другие исследователи весьма осторожно брали простейшие исходные соединения, то химический состав межзвездной среды превзошел самые смелые фантазии. Здесь обнаружен

формальдегид, способный легко образовывать многообразные углеводы, установлено присутствие производных циана, необходимых для синтеза нуклеиновых оснований, выявлено наличие органических кислот (муравьиная и уксусная), неопределенных соединений, сложных эфиров, нитрилов, аминопроизводных.

Воображение химика поражено обнаружением в космосе таких сложных молекул, как цианацетилен (I), ацетальдегид (II), формамид (III), метилформиат (IV):



Весьма пикантным событием явилось обнаружение космических облаков этилового спирта. Температура этих молекулярных масс достигает 200°K; в некоторых системах молекулы находятся в возбужденных состояниях, дают мощное излучение лазерной природы. Концентрация молекул достигает  $10^{12}$ - $10^{13}$  в 1 см<sup>3</sup>.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что большинство молекул, обнаруженных в космосе, непосредственно причастно к привычным для нас биоорганическим соединениям или очень легко может трансформироваться в них. Так, цианацетилен при взаимодействии с водой гладко может быть превращен в жизненно важную пировиноградную кислоту и также относительно просто в аминокислоту – аланин.

Следующие, более сложные звенья эволюционной цепочки были обнаружены при изучении вещественного состава метеоритов и лунных пород, доставленных с нашего вечного спутника космическими аппаратами. Ныне можно считать доказанным, что в этих космических телах присутствуют весьма сложные и разнообразные органические молекулы. В лунном грунте и в метеоритах Оргейль, Муррей, Мерчисон обнаружены аминокислоты: глицин, глутаминовая кислота, аланин, аспарагиновая кислота, серин [17]. В метеоритах найдены алифатические и ароматические углеводороды, предшественники нуклеиновых кислот-аденин и гуанин, а также простейший химический предшественник хлорофилла – порфирин.

Однако не только небесные, но и вполне земные события последних десятилетий далеко продвинули наше понимание химической эволюции. В первую очередь здесь следует упомянуть возникновение и быстрые успехи палеобиохимии и палеоорганической химии – наук об исторической судьбе



соединений углерода на протяжении миллиардов лет развития нашей планеты. В древних, насчитывающих сотни миллионов и миллиарды лет отложениях обнаружено множество органических соединений, которые постепенно проливают свет на пути развития жизни (аминокислоты, углеводороды: фитан и пристан, порфирины и др.).

Таким образом, постепенно в естествознании Новейшего времени прокладывается единый путь от эволюционной космохимии к эволюционной биохимии, от химии межзвездных облаков материи к химии метеоритов, планет, Луны и, наконец, Земли. Тем самым и в этой сфере химической науки ее первоначально геоцентрический характер оказался в достаточной степени подорванным и превзойденным. Оказывается, сама природа охотно осуществляет то, что П. Мора назвал упражнениями по органической химии. При этом все более ясным и определенным становится вывод, что весьма случайные смеси биогенных атомов (С, Н, О, N) и их простейших молекул с необходимостью приводят к синтезу соединений, важных для формирования белков, углеводов, нуклеиновых оснований и липидов.

Открытия в области космохимии заставляют сделать и другой, крайне важный вывод: становление химической формы движения материи и процесс возникновения предбиологических систем непосредственно связаны между собой, выступают в определенном, необходимом единстве.

Новейшие открытия в области космохимии вновь возвращают нас к проблеме диалектики случайного и необходимого в эволюции Вселенной, поставленной еще Кантом. В своем труде «Всеобщая естественная история и теория неба» Кант со всей ясностью определил две крайние позиции, возможные в рамках данного противоречия. Критикуя некоторых древних и современных ему атомистов, занимавших механистические позиции в вопросах теории развития, Кант отмечал: «...сторонники учения о механическом происхождении мироздания выводили всякий наблюдаемый в нем порядок из слепого случая, который столь удачно объединил атомы, что они составили одно стройное целое» [18]. Надо сказать, что этот взгляд дожил до наших дней в трудах ряда естествоиспытателей. Они отстаивали и отстаивают его как строго научный, гарантирующий от проникновения в чистую сферу познания представлений о чуде, предопределении, телеологии. И в этом нельзя с ними не согласиться. Но сами естествоиспытатели, проведя необходимые расчеты, пришли к неутешительному выводу, что случайное, спонтанное возникновение даже единственной молекулы белка или нуклеиновой кислоты находится за пределами всякой разумной возможности. Так, Л. Блюменфельд [19] подсчитал, что вероятность случайного возникновения хотя бы одной из существующих на Земле молекул ДНК за всю земную историю при частоте синтеза 100 млн вариантов в секунду составляет бессмысленную величину  $10^{-7}$

<sup>800</sup>. Не лучше обстоит дело с синтезом полипептидов, обладающих заданной последовательностью аминокислот.

Но если случайное возникновение упорядоченных химических структур биоорганических молекул не может быть принято во внимание, то остается альтернатива, предложенная Кантом, который писал: «Я считаю, наоборот, что материя подчинена некоторым необходимым законам. Я вижу, как из ее состояния полнейшего разложения и рассеяния вполне естественно развивается некое прекрасное и стройное целое. И происходит это не случайно и не вслепую, а, как мы видим, необходимо вытекает из естественных свойств» [18]. Определив эволюцию Вселенной как необходимый процесс, Кант в силу ограниченности знаний своей эпохи и особенностей своего мировоззрения не мог устоять перед выводом, что совершенство и порядок органической природы являются результатом вмешательства сверхъестественной творческой силы. Данная позиция находит свое отражение во взглядах ряда естествоиспытателей нашего времени. Так, уже упоминавшийся нами П. Мора предлагает искать решение проблемы происхождения жизни на путях телеологии. На телеологические позиции сбивается и Д. Кеньон, соавтор книги «Биохимическое предопределение». Он бьется над проблемой случайного и необходимого и, не найдя истинного решения, заявляет: «...новые данные по проблеме происхождения жизни согласуются с идеей целенаправленного процесса космической эволюции» [20]. Но самого Кеньона такая позиция, видимо, беспокоит, и он стремится объяснить ее примером, взятым из сферы жизни. Он считает, что образцом «классической телеологии» является эмбриогенез. В этом случае конечный результат – взрослый организм – задан в яйце, запрограммирован в наследственном веществе. Отсюда он делает заключение по аналогии, что и жизни «присущи свойства исходных материалов, а именно наиболее широко распространенных реакционноспособных элементов космического пространства» [20]. Кеньон явно бьется здесь над категорией исторической необходимости, но сбивается в сторону телеологии, к признанию «цели космической эволюции».

В сознании естествоиспытателей еще имеет место смешение необходимости с телеологией. Камень под действием силы тяжести с необходимостью падает на Землю, но это не значит, что Земля является целью его движения. Наблюдая процесс химической эволюции в Космосе, мы видим ныне, что вещество Вселенной с необходимостью движется в сторону образования сложных молекулярных структур – носителей жизни. На этом пути также может возникнуть миллион случайных препятствий, но где-то и когда-то в просторах Вселенной процесс возникновения жизни осуществит себя с железной закономерностью. Путь познания жизни пересечен Гималаями непонятого и неизвестного, однако и эти Гималаи будут преодолены, о чем свидетельствуют успехи современной космохимии.

Надо отметить, что существует еще одно важное наблюдение, которое свидетельствует как в пользу космического происхождения предбиологических систем, так и в пользу тезиса о единстве начал химической и биологической эволюции. Если сопоставить химический состав Космоса и химический состав Земли, планет, метеоритов, то выявляется одна любопытная закономерность. Наиболее распространены в нашей Галактике такие элементы, как водород, углерод, азот, кислород; но эти же элементы составляют основу живого. В то же время в земной коре, в составе лунных пород содержатся ничтожные количества таких органогенных элементов, как водород, азот, углерод, и в противоположность этому преобладают кремний, алюминий, железо, которых никак нельзя отнести к главным элементам живого. Отсюда можно сделать заключение, что живое вещество ближе к «звездному», т.е. оно имеет не локально планетарную, а общекосмическую природу.

Революция в космохимии дает основания для оптимистического заключения: жизнь во Вселенной не чуждое ей, случайное и «несчастное» образование, а результат необходимого развития ее сущностных сил, закономерное порождение природы. В живом веществе трепещет и бьется энергия космических солнц, строит и созидает, рождая миллионы причудливых форм, порыв и удовольствие, мысль и страдание, активная звездная материя. Тем самым подтверждается идея Спинозы: жизнь, мыслящий разум не случайный модус, а необходимый атрибут материи.

### **3. Факторы химической эволюции**

Умы естествоиспытателей с давних пор волновал вопрос: как же, по каким направлениям, под влиянием каких факторов осуществляется в природе развитие на химическом уровне? На заре химических исследований образование и усложнение органических соединений объяснялись действием таинственной жизненной силы, формирующей материю. Не следует думать, что эта идея была полностью похоронена в середине прошлого века. К ней в наши дни склоняется В. Деккельман, который в работе «Онтологическое значение основных понятий химии» не исключает наличия в природе «упорядочивающего фактора», «целокупного Телоса» [\[21\]](#).

Принцип развития был воплощен в статической системе гомологических рядов Жерара. Он пробивал себе дорогу через учение о единстве магнитных, электрических, термодинамических и химических форм движения материи: химизм предстал как определенная форма движения, связанная со всеми другими. Идея развития находит свое воплощение в учении о различных структурно-динамических уровнях организации материи: атомном, молекулярном, макромолекулярном, мицеллярном, межмолекулярном и т.п. Ныне существенный интерес вызывают работы, посвященные проблемам

эволюции каталитических свойств вещества. Не стремясь исчерпать все подходы к анализу процессов развития в химии, попытаемся остановиться на некоторых из них, обычно реже обсуждающихся. Исследователей давно беспокоит вопрос: почему молекулы живых организмов построены преимущественно из атомов первых трех периодов таблицы Менделеева и в чем специфическая особенность главного из них – атома углерода?

А. М. Эмме полагает, что органогенные свойства углерода связаны с его уникальной способностью образовывать длинные цепи с большим числом изомеров [22]. Действительно, упомянутый им углеводород  $C_{200}H_{402}$  имеет  $10^{87}$  изомеров, однако вряд ли этот факт имел какое-то отношение к эволюции живого, поскольку не только изомеров, но и самого нормального углеводорода такого состава в природе никто не видел. Он находится в сфере абстрактной возможности, пустого множества, через которое эволюция не проходила. Дж. Уолд [23] объясняет органогенные свойства углерода его способностью образовывать наиболее устойчивые, а также кратные химические связи. Однако какой-либо ясной системы аргументации в пользу подобного вывода автор не приводит.

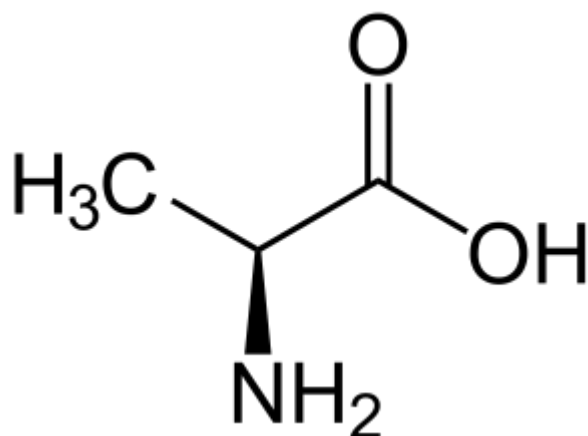
Более подробно обсуждает проблему Л. Блюменфельд, который анализирует физические особенности важнейших биоорганических молекул: «При более детальном анализе этих низкомолекулярных «кирпичиков» выясняется ряд интересных общих закономерностей. Хотя эти закономерности и не являются специфическими именно для живой материи, тем не менее они могут заставить задуматься о том, не кроется ли в «подборе» свойств таких элементарных блоков нечто весьма существенное для функций живых систем» [19]. При этом автор обращает внимание на то, что молекулы нуклеотидов, порфиринов, флавинов, каротиноидов, ряда аминокислот характеризуются низкой энергией электронного возбуждения, низким потенциалом ионизации, высоким сродством к электрону, высокой электронной поляризуемостью. Все эти черты связаны с повышенным динамизмом упомянутых молекул, высокой подвижностью и изменяемостью их электронного облака, а следовательно, и с высокой химической активностью. Видимо, это наблюдение существенно.

Вместе с тем хотелось бы обратить внимание на такие черты строения типичных органических молекул, которые обычно не принимают во внимание при обсуждении пригодности или непригодности тех или иных химических элементов для процессов развития живых систем. Можно утверждать, что даже не столь сложные органические молекулы представляют собою уникальное средоточие противоположных свойств и определений, воплощенное противоречие.

Рассмотрим достаточно типичную для живых систем и вместе с тем несложную органическую молекулу аминокислоты аланина. Аланин не является каким-то особым «порождением жизненной силы», поскольку



легко образуется в модельных экспериментах С. Миллера, найден в метеоритах, весьма доступен в условиях лабораторного синтеза. Строение аланина изображается следующей структурной формулой:



Этот спокойный чертеж заключает в себе множество противоречивых определений. Если в неорганической природе кислоты и основания существуют всегда порознь, то в молекуле аланина присутствует одновременно кислотная карбоксильная группа – COOH и основная аминогруппа – NH<sub>2</sub>. За счет этих групп молекула аланина обладает бифункциональной способностью образовывать разными путями две амидные связи и включаться в молекулу белка. В мире неорганических молекул трудно найти пример такой бифункциональности. Элементарные расчеты показывают, что введение в органическую молекулу группы NH<sub>2</sub> повышает, а введение группы COOH понижает свободную энергию молекулы, эту меру ее химической активности.

С точки зрения окислительно-восстановительных отношений молекула аланина содержит атомы углерода в окисленном (COOH) и восстановленном (CH<sub>3</sub>) состояниях. Эти группы отличаются по их электронным свойствам: первая оттягивает на себя электронную плотность, вторая подает электроны за счет индукционного эффекта. Различная полярность этих групп приводит к тому, что карбоксильная группа в водных растворах проявляет гидрофильные, а метальная – гидрофобные свойства (подобно парафину). Это отличие оказывается важным при формировании третичной структуры белковых макромолекул.

Молекула аланина заключает в себе связанные ковалентными связями и свободные (на озоне и кислороде) электронные пары. Она содержит предельные и непредельные (C=C) химические связи. Внутри нее существуют нуклеофильные центры, стремящиеся взаимодействовать с электронно-дефицитными группами, и электрофильные центры, тяготеющие к соединению с группами, несущими избыток электронов.

Центральный углеродный атом аланина является асимметричным, т.е. может находиться либо в форме левой, либо в форме правой конфигурации.

Эти определения симметрии не равнодушны и не внешни друг другу. Напротив, сама эта асимметрия крайне асимметрична: если в лабораторном синтезе химик получает равное число левых и правых молекул аланина, то живое вещество знает лишь одну левую форму. Объяснить это явление еще никому не удалось, ссылки на первоначально случайное образование одной из форм ничего не объясняют.

Наконец, молекула аланина обладает сложной внутренней химической динамикой: ион водорода может от одного атома кислорода мигрировать к другому или перебежать к атому азота, образуя внутреннюю соль. Надо сказать, что сами атомы водорода в аланине делятся на две группы: подвижные (в  $\text{NH}_2$ , и  $\text{COOH}$ ) и малоподвижные (в  $\text{C}-\text{H}$ ). Подвижные водороды образуют внутримолекулярные и межмолекулярные водородные связи.

Мы бегло перечислили многообразные характеристики простенькой молекулы аланина. Никакой самый сложный алюмосиликат не сравнится с ней по богатству противоречивых свойств и определений. А ведь аланин не триптофан, не нуклеозид, не фолиевая или пантотеновая кислота. Образование молекул биополимера сохраняет все богатство свойств входящих в него мономеров и приводит к возникновению качественно новых определений. Они не падают с неба, а физически строго вытекают из характеристик исходных молекул. Гидрофобность алифатических групп аминокислот, суммируясь в полипептиде и сочетаясь с конформационными переходами, рождает способность молекулы белка менять свою структуру и тем самым реакцию способность в водных и неводных системах. Эфемерные, слабые водородные связи, умноженные на структурную упорядоченность биологических микромолекул, создают условия для явления комплементарности, репликации молекул.

Но вернемся к аланину. Невероятная насыщенность его молекулы противоречивыми свойствами и характеристиками заставляет вспомнить Гегеля: «Нечто жизненно, только если оно содержит в себе противоречие и есть именно та сила, которая в состоянии вмещать в себе это противоречие и выдерживать его» [24]. Противоречивая природа типичных органических молекул есть та черта, которая сделала их основой эволюции живых систем. Наличие такой противоречивости приводит к двум важным последствиям: во-первых, такие молекулы оказываются способными к многообразным связям с окружающей средой, во-вторых, им внутренне присущи имманентная пульсация, самодвижение.

Рассмотрим первую сторону вопроса. Для типичных неорганических молекул изменения химических условий среды обычно приводят к исчезновению данного и возникновению нового химического индивидуума. Для типичной органической молекулы возникает некоторый спектр внешних химических условий, воздействие которых модифицирует

молекулу, но не уничтожает ее химической индивидуальности. Так, изменение кислотности (рН) среды в некоторых пределах вызовет внутри молекулы аланина определенную перегруппировку атомов водорода по таутомерному механизму, но не приведет к ее уничтожению. Способность к такой перегруппировке является следствием противоположных свойств карбоксильной и amino-групп. Тем самым возникают явления гомеостаза, обратной связи, столь характерные для кибернетических систем, формируется адаптация, динамическое равновесие с условиями внешней среды, зарождается на химическом уровне своеобразная приспособительная реакция, которая с точки зрения сохранения молекулы носит целесообразный характер.

Что касается внутренней устойчивости органических молекул, то следует особо подчеркнуть их способность удерживать в своей структуре атомы углерода различной степени окисления. Этому свойства лишены другие химические элементы. Существует лишь крайне незначительное число искусственных химических соединений, в которых имеются окисленные и восстановленные атомы одного и того же элемента.

Главный соперник углерода, которому упорно хотят приписать способность создавать структуру для «кремниевой жизни» во Вселенной, не может образовать стабильного аналога простейшей уксусной кислоты.

В способности выдержать, вынести противоречие – тайна углеродных соединений как носителей жизни. При этом какие-либо физические законы не нарушаются.

Однако этой способностью дело не исчерпывается. На ее основе возникают два диалектически связанных процесса, непосредственно относящиеся к проблеме химической эволюции: закономерное образование внутренне противоречивых, противоположно определенных по своим свойствам органических молекул за счет вещества Вселенной и космической энергии звезд, а затем закономерный распад, деструкция этих молекул по определенным путям с выделением и рассеиванием поглощенной космической энергии. Попутно открывается возможность превращения этой энергии в другие виды: механическую, световую и т.п.

Науке еще предстоит выяснить все пути и объективные тенденции превращения органических соединений, однако некоторые важные закономерности уже очевидны. Так, расчеты свободных энергий показывают, что органические соединения реализуют такие химические процессы, в ходе которых осуществляется окислительно-восстановительное диспропорционирование с тенденцией выделения из молекулы углекислоты и воды [25]. В простейших случаях спонтанное окислительно-восстановительное диспропорционирование известно и для элементов

неорганической природы. Так, четырехвалентный ион плутония распадается на трех- и пятивалентный:



В свое время подобное явление, обнаруженное для ионов марганца, привлекло внимание Гегеля: «Химические явления, подобные, например, таким, когда в процессе окисел низводится на низшую ступень окисления, на которой он может соединиться с воздействующей кислотой, тогда как другая часть окисляется, наоборот, сильнее, дали химии повод ввести в свои объяснения момент целесообразности, момент некоего начального самоопределения понятия из себя в его реализации, которая с этой точки зрения детерминирована уже не одними только внешне наличными условиями» [8]. Для подобных процессов нет нужды вводить объяснения, основанные на целесообразности. Однако они дают представления о том, как в природе объективно формулируется то, что потом становится целесообразностью.

В органической химии окислительно-восстановительное диспропорционирование играет огромную роль. К нему сводятся многочисленные реакции превращения гликолей в кетоны, оксикетонов в кислоты, декарбоксилирования и т. д. В живой природе важнейшим процессом, протекающим без участия кислорода, является гликолиз, или брожение – превращение сахаров в молочную или уксусную кислоты с выделением энергии. Это процесс окислительно-восстановительного диспропорционирования атомов углерода молекулы сахара.

По такому же механизму протекают многие биохимические процессы. В окружающей нас неживой природе идет распад органического вещества, который также сводится главным образом к диспропорционированию и выделению углекислоты и воды.

В результате лишь этой прослеженной нами на ряде примеров тенденции мы можем сделать вывод о некоторых направлениях в эволюции химического вещества. Мы наблюдаем процессы прогрессивного развития, критериями которого являются усложнение функции, обогащение возможностей химических преобразований, возрастание внутренней противоречивости, активности молекул, с одной стороны, а с другой – постепенный регресс, примитивизация функций, снижение химических возможностей, распад до угля, карбонатов, углеводородов, углекислоты. Это пепел грандиозного химического процесса, протекающего в биосфере, проследить его во всех деталях – задача и важная и сложная.

Исследования планет Солнечной системы подтверждают заключение, что при отсутствии жизни крайне вяло и примитивно текут химические процессы. Грандиозный кругооборот веществ на Земле – результат

химического проявления жизни. Только зеленые растения, обитающие на суше, ежегодно синтезируют  $1,73 \cdot 10^{11}$  тонн органического вещества и усваивают  $7,3 \cdot 10^{17}$  больших калорий энергии. Эта химически и энергетически активная масса живого вещества подчиняет себе, инициирует движение химических элементов в биосфере. Тем самым высшая, биологическая форма движения в природе, возникая из неорганических условий химизма, подчиняет их себе, включает в сферу своего функционирования.

Как мы видим, проблема химической эволюции требует разностороннего подхода, включающего становление химизма, выявление его внутренних тенденций движения, прогрессивной и регрессивной ветвей.

Этапы и звенья на пути развития химизма выявляются лишь постепенно; здесь еще очень много неясного, нераскрытого. Поле исследований обширно и привлекательно: они приведут нас к пониманию процесса становления жизни. В то же время уже достигнутое свидетельствует о превращении химии в историческую науку, о торжестве исторического метода и в данной сфере естествознания.

При рассмотрении судьбы химического индивида неизбежно проявляется диалектика дискретного и непрерывного. «Новая атомистика, – писал Энгельс, – отличается от всех прежних тем, что она (если не говорить об ослах) не утверждает, будто материя только дискретна, а признает, что дискретные части различных ступеней (атомы эфира, химические атомы, масса, небесные тела) являются различными узловыми точками, которые обуславливают различные качественные формы существования единой материи» [12]. Эта мысль имеет необычайно глубокое содержание. Она особенно важна для понимания эволюции материи на химическом уровне. Дело в том, что химическая эволюция органических молекул приводит к возникновению целой системы субординированных и координированных индивидов, что крайне обогащает химическую форму движения. Уже для простых органических соединений обнаруживается, что реальными «атомами», их составляющими, являются не одни только атомы химических элементов, но и дискретные, способные к длительному существованию, к перемещению из молекулы в молекулу, к известной изменчивости с сохранением индивидуальности; многоатомные радикалы – истинные атомы органической химии.

Накопление в молекуле таких однотипных радикалов обуславливает явление гомологии: от простейших в ряду алканов до более сложных – винилологии, фенилологии, карбинологии. Этот принцип находит затем свое полное раскрытие в цепях полипептидов, полисахаридов и нуклеиновых кислот и, наконец, в гомологичных рядах растительных организмов (Н.И. Вавилов), в гомологичных органах. Кооперирование химических индивидов



с очевидностью проявляется при формировании молекулярных комплексов вплоть до четвертичных белковых структур.

Так шаг за шагом образуются сложные, высокоорганизованные химические индивиды, устойчивые и лабильные, способные действовать как целые в кооперативных атаках и отдельными своими функциональными группами, впитавшие, вобравшие в себя многие условия внешней среды и потому приспособленные к ним. Для сложных химических индивидов открывается возможность одновременно как бы вступать и не вступать в данное взаимодействие, сохраняя себя в нем.

Но если в органической молекуле существует сила, способная выдержать противоречие, то эта сила не должна вместе с тем позволить этому противоречию окаменеть внутри молекулы. В самом деле, заключенные внутри органической молекулы противоречия как бы стремятся вырваться наружу, распасться на свои внешние противоположности. Необходимость внешней энергии для поддержания химического процесса на планете связана с тем, что сам по себе он конечен, ограничен, склонен к затуханию, к окостенению во внешних, абстрактных противоположностях.

Ассимиляция внешних условий в ходе химической эволюции выступает в качестве основы для отражения внешнего воздействия на химическом уровне. Если внешнее условие не ассимилировано указанным образом, то оно не может быть адекватно отражено. Поскольку внутриядерные процессы и частицы лишь хаотически разрушают, раскалывают, беспорядочно и случайно дезорганизуют молекулу, то они не ассимилируются на химическом уровне и мы не можем ощущать их нашими химическими рецепторами, не можем «нюхать» частицу или различать на вкус мезоны. В то же время химическое соединение в определенных пределах воздействия строго дифференцированно реагирует на внешние факторы, видоизменяющие его физико-химическую природу: химический реагент, свет, звук, механическое изменение. Очевидно, не всякая молекула способна к этому, а лишь та, которая не только изменяется в ходе указанного воздействия, но при этом и сохраняет себя. Это свойство присуще типичным органическим молекулам живых структур.

При изучении химических превращений мы сталкиваемся с двумя видами реакций. Для первой группы характерно коренное изменение природы реагирующей молекулы, ее трансформация в совершенно новое соединение; такие реакции типичны для неорганических веществ (кислота и щелочь превращаются в соль, кислород и водород образуют воду), но они имеют место и в органической химии. В то же время для органических соединений более распространенными становятся процессы, при которых молекула не исчезает полностью, а лишь модифицируется, сохраняя некоторый исходный тип. Это встречается при реакциях замещения одного атома в молекуле на другой, при таутомерных перегруппировках, при рацемизации

оптически активных соединений. Фактически здесь речь идет о становлении устойчивой индивидуальности, способной сохранить себя в ходе химических превращений. Особенно существенно то, что органические молекулы под внешним воздействием вообще могут химически не изменяться, а переходить лишь в иное состояние в результате перераспределения энергии, возбуждения, поворотов отдельных групп, обратимой миграции некоторых атомов, образования временных лабильных связей и т.п.

Этот момент крайне важен для биохимической эволюции материи: химический индивидуум оказывается способным изменить свою природу, полностью сохранив себя. На этом этапе раскрывается грандиозный процесс отрицания отрицания в развитии материи: слабые и эфемерные физические силы, лишь слегка модифицирующие молекулу при сохранении ее химической структуры, накапливаясь в макромолекулах и их комплексах, становятся основой для формирования структур живого. Переход от химии к биологии выступает как возврат к господству слабых физических взаимодействий.

Сохранение себя в ходе воздействия извне является существенной основой для возникновения функции отражения как общего свойства материи. Важно подчеркнуть, что это сохранение себя означает не кататоническое отсутствие всякой реакции на внешнее воздействие, а именно изменение с одновременным сохранением своей индивидуальности. Господство обратимых реакций в химии обеспечивает длительное сохранение, пребывание и возвращение к себе указанной индивидуальности как носителя свойства (не скажем субъекта) отражения.

Способность материи к отражению впервые заметно проявляется как формирование себя по внешнему предмету на химическом уровне. На низшей ступени неорганической природы эта способность выступает как пассивное приспособление себя к окружающему – кристалл, который представляется статическим, мертвым, однообразно бесконечным уподоблением себя себе подобному. В кристалле внутренняя определенность положена во внешней форме, но не во внешней границе. Отсюда – пассивная подчиненность случайным факторам и воздействиям, которые определяют характер роста кристалла, его размеры, дислокации, включения, искажения формы. Такое пассивное, «кристаллическое» уподобление, растворение себя в себе подобной окружающей среде является необходимым моментом всякого химического взаимодействия, но не сводится к нему. Сложная органическая молекула формирует себя по внешнему предмету в момент взаимодействия как система динамическая. Этому способствуют гибкость, лабильность, внутренняя подвижность молекулы, наличие полярных по своим свойствам групп.

Химическая комплементарность, первоначально возникающая как специфическая адсорбция молекул, как структура переходного состояния в акте реакции, достигает своего высшего выражения в четвертичных структурах биополимеров, в фермент-субстратном комплексе, во взаимодействии антигена и антитела, наконец, в химической рецепции организма (обоняние, вкус). Комплементарность есть одна из форм отражения на химическом уровне, и она подводит нас к ощущению, к работе органов чувств.

Современная теория показывает, что в ходе химического взаимодействия двух молекул или фермента с субстратом происходит взаимное изменение, искажение структуры: нарушаются межатомные расстояния, валентные углы, перераспределяется электронная плотность, атомы могут приобрести ненормальную валентность.

Расчеты показывают, что в момент такого взаимодействия энергия системы максимальна, т.е. она наиболее возбуждена, наиболее деятельна, наиболее богата возможностями дальнейших превращений и изменений. Процесс отражения на химическом уровне есть момент наибольшей активности материи, наиболее тесного и полного формирования химического индивида по предмету, наиболее глубокого изменения самого предмета отражения. Именно этот момент и включает в себе специфику и труднодоступную тайну химического движения, а не расфасованные в банках конечные мертвые продукты превращения, по которым мы судим о том, что же произошло за миллиардную долю секунды химического акта. Непрерывное деление переходных состояний и есть жизнь.

Поскольку химическая форма движения содержит в себе в снятом виде физическую, то химическая молекула может выступить рецептором изменений внешней физической среды. Электрические и магнитные поля, свет, звук, тепло, механические влияния в конечном итоге воздействуют на химическую молекулу, оставляют определенный след, который может сказаться на ее дальнейшем физическом или химическом поведении. Сохраняя свою индивидуальность, она становится носителем сведений о внешнем мире, фиксируя информацию в виде возбуждения, поляризации, конформационного поворота. Эта информация может быть передана при последующих взаимодействиях с другими молекулами. Физические поля открывают возможность для дистантной передачи взаимодействия молекул, для своеобразной межмолекулярной «сигнализации».

Отмеченная нами способность молекулы отражать, фиксировать внешние физические и химические воздействия при одновременном сохранении своей индивидуальной природы может быть охарактеризована как химическое кодирование. Его особенностью является обратная, зеркальная адекватность внешнему воздействию. Уже на этой стадии видно, что кодирование представляет собой лишь одну сторону процесса отражения, не

исчерпывая его полностью. Понятие кодирования, в частности, не раскрывает активности отражения, его воздействия на отражаемый объект. В то же время кодирование на молекулярном уровне есть существенный момент в развитии свойств отражения. Способность органических соединений образовывать полимерные цепи, пучки молекул, фибриллы лежит в основе формирования каналов связей, по которым может пробегать специфическая волна возбуждения, передаваться информация.

В процессах на химическом уровне мы сталкиваемся с усилением роли того типа причинности, которую мы назвали пусковой. В этом случае конечный эффект оказывается относительно независимым от первоначального воздействия. Подобно тому как зрительное ощущение в глазу может быть вызвано не только светом, но и электрическим импульсом или ударом, так нестабильная химическая система выходит из состояния неустойчивого равновесия под воздействием самых неожиданных и неадекватных причин. Здесь мы видим зарождение кибернетического принципа управления с помощью команды. Эволюция этого свойства должна быть тщательно прослежена на химическом уровне и соотнесена с эволюцией каналов связи.

Еще раз подчеркиваем, что во всех описанных свойствах и характеристиках органических молекул нет каких-либо особых черт, отличных от их бытия. И тем не менее при их взаимодействии зарождается нечто третье, возникает результат, не исчерпываемый описанием взаимодействия. Это зачатки свойств отражения, которые лежат в основе дальнейшего развития материи в сторону жизни.

Эволюция химических соединений на нашей планете прошла три основных стадии: неорганическую, органическую и биохимическую. Каждая последующая стадия базировалась на предыдущей, исторически вырастала из нее и потом подчиняла себе, становясь ведущей формой развития. Поразительная общность основных кирпичиков жизни (аминокислот, углеводов, нуклеотидов, витаминов) для всех организмов говорит в пользу единого происхождения всего живого. Но эта общность имеет и ту негативную сторону, что выражает своеобразный тупик в химической эволюции. Отныне синтез подчинен условиям жизнедеятельности организмов как целого, он обслуживает их сообщества, он направлен в сторону дифференциации и специализации соединений на отдельных свойствах.

Качественно новый этап в истории химизма на Земле связан с возникновением и развитием общественного производства. Распашка миллиардов гектаров земли, преобразование видового состава растений и животных, изменение водного режима планеты, создание промышленного производства, развитие горнорудной и химической промышленности – все это революционизировало химизм планеты и открыло путь постепенного

превращения биосферы в ноосферу – область разума, как называл ее В.И. Вернадский.

В сознании человечества всегда жив призыв древнего философа: познай самого себя. Но реальный путь самопознания идет через свое другое, через противоположность. Химия есть наука о химической стороне человеческой природы: поэтому-то в давние времена она была последовательно алхимией – наукой о философском камне, потом ятрохимией – наукой о лекарствах, одно время преимущественно пневмохимией – наукой о дыхании. Но человеческая природа имеет общественно-производственный характер, поэтому и химия выступает в конечном итоге как наука о химическом производстве, как химическая технология.

Свою химическую природу человек может познать, лишь поставив между собой как познающим существом и собою же как объектом исследования общественное производство, химическую технологию. Химическая технология преодолевает субъективность подхода человека к своей химической природе и создает основу для строгого и последовательно объективного рассмотрения предмета. Практическое овладение им – доказательство успеха познания на этом пути.

Но химическое познание и производство не ограничиваются простым повторением, воспроизведением того, что человек находит в природе. Он преобразует природный материал, подчиняя его своим целям. Так рождаются химические соединения, которых не было в природе: сотни тысяч и миллионы новых химических веществ. Многие из них лишь повторяют природные органические молекулы в модифицированном виде (например, ацетатное волокно), другие представляют собою чистое творение разума, не существующие на планете фторорганические или кремний-органические соединения.

Новые соединения – имя им легион – выражают дальнейшее движение материи, но уже через сознательную деятельность человека. Преодоление в промышленном синтезе обычного природного химизма, тесно связанного с химической стороной жизнедеятельности человека, означает конец субъективности химии и превращение ее в чистую объективность, в творчество веществ, не существующих в органической природе. Но эта объективность оказывается одновременно чистой субъективностью, объективированной идеей, «очеловеченной» природой, которую человек формирует и по законам науки, и по своим потребностям, и – говоря словами Маркса – по законам красоты.

Химик вышел из своих лабораторий, он вступил в соревнование с природой, став творцом новых, невиданных химических соединений, веществ, материалов. Задача не из легких, поскольку у природы имелись миллиарды лет и многие миллиарды возможностей для отработки синтетического



мастерства. Человек противопоставляет природе свой разум, свою изобретательность, творческий поиск, фантазию. Эстетика молекулярных форм и процесса творческого научного поиска на этом этапе сливается с эстетической стороной технологии общественного производства, всей человеческой цивилизации. Общественное производство определяет отныне цели, направления синтеза химических веществ, пути их применения и распространения, сферу их воздействия, т.е. берет на себя роль ведущей, решающей силы в судьбе химических соединений. Поскольку общество еще не контролирует до конца условия и последствия своей производственной деятельности, то выявляются и стихийные последствия развития химии: воды рек могут быть испорчены отходами коксохимических предприятий, инсектициды могут отравить птиц и заставить замолчать леса. От незначительного, недалековидного хозяйничанья пропадает, гибнет, выбывает из круговорота масса органических отходов растениеводства и животноводства. И если яд социальных антагонизмов раздирает эксплуататорское общество, то оно начинает синтезировать химические яды: иприт, табун, зарин. Желание уйти от трудностей общественных отношений, житейских неурядиц, нервного напряжения повседневности рождает анальгетики, допинги и даже наркотики. Людская радость побуждает к синтезу нарядных красок, благовоний и пряностей. Поэтому химик, который держит в своих руках судьбу химических соединений, не может бездумно относиться к общественным и нравственным последствиям своей деятельности.

В связи с тем, что процесс химической эволюции вышел за свои природные, естественные рамки, среди некоторых философов возник соблазн использовать это обстоятельство для очередного опровержения материализма. Так, Гастон Башляр, поставив химикам в упрек то обстоятельство, что со времен Лавуазье их наука стала «любимым убежищем реалистов и материалистов» [25], пытается представить дело так, будто в химии главное не существование объективной реальности, а реализация технологической идеи, плана, мысленной модели. «Настоящими химическими субстанциями, – пишет Башляр, – являются технические продукты, полученные искусственным путем, – в гораздо большей степени, чем природные вещества. Этого вполне достаточно для того, чтобы в химии определять реальное как реализованное» [26]. Далее Башляр предлагает провести намеченную им реализацию с помощью предварительной «рационализации в духе кантианства» и, наконец, требует создать метакимию, которая устранила бы субстанциализм. Так достижения современной науки в очередной раз используются для подрыва, подтачивания материализма.

Башляру, как многим в истории философской мысли, не удалось найти верное понимание природы творческой человеческой деятельности, активности сознания, познающего и практически, через производство

преобразующего окружающий, в том числе и химический, мир. Материалистическая диалектика видит в химической технологии новый этап эволюции материи, основанный на познании объективных закономерностей окружающей природы.

1980

---

Об авторе:

**Юрий Андреевич Жданов** (1919 — 2006) — советский и российский учёный, ректор Ростовского государственного университета в 1957—1988 годах. Доктор химических наук, кандидат философских наук (1948), профессор (1961), член-корреспондент АН СССР по Отделению общей и технической химии.

Лауреат Государственной премии СССР (1983) в области науки за работу «Создание математической имитационной модели экосистемы Азовского моря».

Важнейшие научные работы Ю. А. Жданова посвящены органической химии и философским проблемам естествознания. В 1960-е годы разработал новые методы синтеза С-гликозидов некоторых сахаров. Осуществил синтез пирилиевых солей, сконденсированных с фурановым и тиофеновым циклами. В 1974 году открыл (совместно с В. И. Минкиным и Л. П. Олехновичем) явление ацилотропии — быстрой обратимой миграции ацильных групп между нуклеофильными центрами в молекулах органических соединений.

Философские и методологические работы Юрия Жданова посвящены анализу тенденций развития химии (прежде всего органической), рассмотрению соотношения структуры и динамики систем, а также проблемы химической эволюции материи.

Им подготовлены несколько докторов и несколько десятков кандидатов наук.

---

## Литература

[1] Reichenbaeh H. II Allgemeine Grundlagen der Physik. Berlin, 1929. S. 8.

[2] Франк Ф. Философия науки. М., 1960. С. 113-114.

[3] Schwab G.-M. Die Erkenntnisknse der Chemie und ihre berwindung. Munchen, 1959.





*Sachez-le toujours  
le chœur profond reprend  
la phrase interrompue  
Du moment que jusqu'au bout  
de lui-même le chanteur  
a fait ce qu'il a pu  
Louis Aragon*