

УДК 54:1

На каком языке говорит химия (Опыт философско-методологического анализа)

Е. И. Янчук, кандидат философских наук, доцент*

Язык как совокупность знаков, с помощью которых может быть зафиксирована информация, играет важную роль как в повседневном опыте человека, так и в специализированных видах познавательной деятельности, к каковым относится и научное познание. В семье языков современной науки язык химии занимает особое положение. В силу этого его методологический анализ интересен в двух отношениях. С одной стороны, его история позволяет проследить и выявить некоторые закономерности эволюции специализированных языков. А с другой стороны, его современное состояние существенно выделяет этот язык из системы сложившихся языков естественнонаучных дисциплин, отражая тем самым специфику самой химии как дисциплины.

Ключевые слова: язык, язык науки, конвенциональность, язык химии, синонимия терминов

In What Language Chemistry Speaks (The Experience Of Philosophical and Methodological Analysis)

E. I. Yanchuk, PhD in Philosophy, Associate Professor

Language is a set of signs with which the information can be fixed. It plays the important role both in daily experience of the person, and in specialized kinds of cognitive activity to what the scientific knowledge also concerns. Chemistry language occupies a special position in the family of modern natural-science languages. Therefore its methodological analysis is interesting in two projections. From the one hand, its history allows to track and reveal some laws of evolution of specialized languages. And from the other hand, its modern state essentially evolves this language from the system of the developed languages of natural science disciplines.

Keywords: language, language of science, chemical language, conventionality, synonymity of terms

Очень ярко и выразительно о роли языка в науке говорил в свое время французский ученый-химик и видный общественный деятель времен Великой французской революции Антуан-Лоран Лавуазье: «Языки — это настоящие аналитические методы, при помощи которых мы продвигаемся от известного к неизвестному до некоторой степени подобно математикам <...> Но если языки — настоящие орудия, которые люди создали для облегчения действий своего ума, то важно, чтобы эти орудия были возможно лучшими, и заниматься их усовершенствованием значит работать для успеха наук...» [Цит. по 1, с. 112].

С целью сохранения научной информации и последующего ее применения в образовательной и исследовательской деятельности могут быть использованы различные знаковые средства. Среди них можно выделить **вербально-терминологические, иконические, символические** и **фор-**

мальные средства. Вербально-терминологические средства наиболее близки к естественному языку повседневного общения и, следовательно, активно заимствуют его понятийный аппарат. Такие средства используются для описания наблюдаемых явлений и широко представлены на эмпирическом уровне научного исследования. Иконические средства в научной практике — это графики, схемы, чертежи, диаграммы, гистограммы и т. п. Они выполняют наглядно-иллюстративную функцию и отражают некоторые свойства, качества, состояния, функции заменяемых с их помощью объектов изучения. Символические и формальные средства наиболее далеко отстоят от обозначаемых с их помощью объектов: они репрезентируют объект на основании его интерпретации исследователем, их связь с объектом условна и является результатом конвенции, которая достигается в рамках профессионального научного сообщества.

Выполняя различные функции, все они, чтобы быть понятыми, должны рассматриваться в трех

* Доцент кафедры философии и методологии науки ФФСН БГУ.

измерениях: *семантическом*, *синтаксическом* и *прагматическом*. Каждое измерение выявляет те или иные характеристики языковых выражений и может быть применено ко всем языкам, вне зависимости от их природы: как к естественному языку повседневного общения, так и к искусственным языкам, в том числе и к языку науки. *Семантическое* измерение устанавливает отношение знаков к обозначаемым ими объектам (денотатам) и тем самым выявляет такую их характеристику, как *значение*. Следует отметить, что данное измерение эффективно по отношению к тем языковым выражениям, за которыми стоит предметная реальность, т. е. имеется референция (соотнесение) между знаком и предметом. *Синтаксическое* измерение устанавливает отношение знаков друг к другу. Тем самым выявляется еще одна характеристика знаков — их *валентность*, и вскрывается структура знаковых систем, в том числе грамматическая. *Прагматическое* измерение устанавливает отношение знаков к тому, кто их употребляет, к действиям человека и позволяет учесть в интерпретации знака все необходимые культурные конвенции. Это измерение помогает устанавливать *смыслы* языковых выражений, которыми наделяются знаки в процессе их употребления.

В семье языков современной науки язык химии занимает особое положение. В силу этого его методологический анализ интересен в двух отношениях. С одной стороны, его история позволяет проследить и выявить некоторые закономерности эволюции специализированных языков. А с другой стороны, его современное состояние существенно выделяет этот язык из системы сложившихся языков естественнонаучных дисциплин, отражая тем самым специфику самой химии как дисциплины.

Язык химии имеет давнюю историю. Его корни уходят в античную натурфилософию, и на его развитие сильное влияние оказывали разнообразные культурные факторы. В силу этого крайне важным становится анализ способов визуализации специализированной информации, а также приемов ее истолкования. При этом следует учитывать, что использование специализированной кодовой системы является нормативным действием и регламентируется не только культурными конвенциями, но и специфическими правилами. Для иллюстрации сказанного в дальнейшем изложении мы будем обращаться к некоторым сюжетам из истории химии.

Известно, что фундаментом для формирования языка науки является естественный язык. Его определяющая роль может быть прослежена как

в историческом отношении, так и в ситуациях, связанных с возникновением новых научных дисциплин. Чем моложе наука, будь то в историческом или дисциплинарном отношении, тем шире будет иметь место заимствование языковых форм из других сфер деятельности, в том числе и из сферы повседневного общения. Такое широкое заимствование характерно в первую очередь для вербально-терминологических языковых форм, используемых на различных этапах научного исследования, но наиболее активно привлекаемых для описания на эмпирическом уровне. Аналогичная ситуация возникает и при переводе международной научной терминологии на национальный язык. В подобных ситуациях нередко допускается использование метафор, аллегорий и других художественных приемов, характерных для естественного языка. С одной стороны, это существенно оживляет текст. Но с другой — привносит многозначность (полисеманτικότητα), неопределенность, зависимость от контекста. Такой «язык науки» можно рассматривать скорее как некую промежуточную форму на пути создания специфической знаковой системы, фиксирующей специализированную и дисциплинарно ориентированную информацию.

История химии дает нам весьма показательные примеры, иллюстрирующие генезис специализированного языка. Так, знания в античности, которые можно было бы отнести к химическим, описывались с помощью языка «*элементов-стихий*». Основными понятиями в этом языке выступали «*огонь*», «*вода*», «*воздух*», «*земля*». Частицы «земли», «воды», «воздуха», «огня» встречались друг с другом, вступали во взаимодействие, соединялись, разделялись, превращались друг в друга. И в этом вихре превращений элементов-стихий рождалось все сущее. В своих сочинениях Платон, например, писал, что «когда земля встречается с огнем, она растворяется и остается в нем самом либо в соединениях огня и воздуха или воды. Так происходит до тех пор, пока частицы земли снова не встретятся и не соединятся друг с другом. Тогда они снова становятся веществом земли. Но ни при каких условиях эти частицы не переходят в другие состояния. Зато частица воды, встречаясь с воздухом или огнем, может разделиться и превратиться в частицу огня и две частицы воздуха. Частица воздуха может превратиться в две частицы огня. С другой стороны, если смешиваются воздух и огонь, вода или земля (пусть даже в различных отношениях), между частицами возникает борьба — и из двух огненных частиц образуется одна частица воздуха; затем воздух оказывается побежденным — и из двух с половиной воздушных ча-

стиц возникает одна частица воды» [Цит. по 2, с. 72]. Язык элементов-стихий идет от Платона и Аристотеля к Парацельсу и далее, например, к И. Бехеру, который принял существование только двух элементов-качеств — земли и воды — и считал, что соединение различных земель (стекловидной, воспламеняемой или жирной и ртутной) приводит к образованию металлов. Язык элементов-стихий, возможно, в силу своей образности и метафоричности, что по-своему также предоставляет достаточно свободы в оперировании понятиями, сохраняется вплоть до конца XVIII в. Интересен в этом отношении тот факт, что вопрос о возможности превращения воды в землю долгое время привлекал химиков. Тщательно организовав и поставив соответствующий эксперимент, Антуану Лавуазье удалось экспериментально обосновать невозможность такого превращения и навсегда закрыть этот вопрос.

Весьма показателен также язык, который сложился в алхимии. Язык алхимических текстов — это хорошая иллюстрация зависимости языка как кодовой системы от культуры в целом. Сказывалось сильное влияние, с одной стороны, эмпирического и мистического способа мышления алхимиков и, с другой стороны, символичности и аллегоричности мышления в средневековой культуре в целом. При этом каждый автор стремился создать свою собственную, только ему понятную систему обозначений. Химические элементы и их соединения получали весьма оригинальные имена, значения которых были известны только посвященным. Золото здесь называли «львом», серебро — «лилией», нитрат серебра — «адским камнем», сульфид ртути — «ртутным эфиопом», оксид цинка — «философской шерстью» и т. д. Перечень такого рода аллегорических именовании может быть продолжен. Но за всеми этими метафорами и аллегориями, разного рода иносказаниями, использование которых было весьма характерно для средневековой культуры, кроется также вполне определенная цель: сохранить открытые превращения и проводимые реакции в тайне. Алхимики стремились проникнуть в тайны вещества и научиться управлять скрытыми в недрах природы силами. Поиски «философского камня», «универсального растворителя», «эликсира молодости» так и не привели к заветной цели, но способствовали накоплению богатого эмпирического материала, который только предстояло осмыслить. Но слишком велика была задача, чтобы делать получаемые знания достоянием многих. Справедливости ради хочется отметить, что необычная для современной культуры символичность все же не была лишена смыслов. Овладев весьма специали-

зированной кодовой системой алхимического языка и учитывая при этом все культурные конвенции, сегодня удастся переводить алхимические тексты на современный химический язык. Позволим себе привести в качестве иллюстрации сказанного хорошо известную аллегию Дж. Пореджа «Истинное познание сущности вещей», в которой фрагмент алхимического текста сопровождается в скобках переводом на современный язык химии. При этом в тексте демонстрируется весьма распространенный в западной алхимии сюжет, наполненный «симпатиями», «мужским» и «женским», «венчанием», «браком» и т. п.

Жили два брата и сестра. (Двое юношей и девушка — металлы. Девушка — медь, а юноши — олово и ртуть).

Сестра была очень красивой и, чтобы не пасть жертвой соблазнившихся, удалилась, надев черные одежды, дабы скрыть свою красоту. (Облачение в черные одежды — это реакция меди с серой с образованием сульфида меди черного цвета).

Один из братьев стал королем. (Олово, вступая во взаимодействие с серой, превращается в сульфид олова и приобретает золотоподобный цвет).

Второго брата он взял себе на службу скороходом. (Скороход — это ртуть, «живое серебро»).

Однажды, переправляя послание, скороход встретил девушку в черном. Почувствовав к ней влечение, он решает на ней жениться. (Скороход и девушка — это ртуть и сульфид меди. Они влекутся друг к другу, но вступить в реакцию не могут).

Скороход приводит девушку к королю, и тот дает согласие на брак. (Согласие короля на брак означает, что сульфид олова выступает в качестве активатора реакции соединения ртути и сульфида меди).

По совершении свадебного обряда скороход и девушка входят в комнату для молодых. (Это означает, что реакция должна протекать в герметических сосудах).

Раздевшись, уже на брачном ложе, они обнаружили свое родство. (Раздевание — это, по сути дела, взаимодействие сульфида меди и ртути с кислородом в присутствии сульфида олова. Продуктами реакций становятся медь и оксид ртути).

Огорчившись, они горько плакали. (Эта аллегория означает, что полученные продукты обрабатывают водным раствором соляной кислоты).

Однако влечение было столь велико, что они слились воедино. В результате возникло двуединое тело. («Двуединым телом» как результатом взаимодействия является сложное соединение $\text{CuHg}(\text{S}_2\text{O}_3)$ (HgCl_2HCl)).

Наутро пришло это двуединое тело к королю. Увидев его, король сказал: «Ты мне нравишься. Отринь свои мужские части и будь мне женой». (Сера —

это мужское начало в понимании алхимиков. Освобождение от мужского означает высвобождение серы из сернистых соединений).

Так они и поступили, образовав теперь уже триединое тело. Мор охватил всю страну. (Сульфаты и хлориды ртути и меди взаимодействуют с сульфидом олова. В результате образуется комплексное соединение меди, ртути, олова с хлором, серой и сульфит-ионом. Здесь соли тяжелых металлов, в том числе и сулема, рассматриваются как причина мора, всеобщего отравления).

Тогда жители той страны взяли это триединое тело, поместили его в башню из железа и раздули под ней большой огонь. (Сильное нагревание в присутствии железа разлагает получившееся в результате предыдущей реакции соединение).

Распалось тело на мужское и женское естества, и в стране наступили согласие и мир. (В результате ртути восстанавливается из сулемы, и мор прекращается) [3].

С алхимией связано и первое систематическое употребление символов для записи химической информации. В этом случае также прослеживается влияние со стороны культуры: хорошо известен интерес средневекового ученого к астрологии. При этом искались тайные связи металлов с планетами. В результате металлы получили соответствующие планетам обозначения. Таким образом, астрологическая символика распространилась и в химию. Используемые термины были многовариантными (полисемантическими), поэтому сложными для понимания и запоминания. В таком виде они не были пригодными ни для систематизации информации и решения научных задач, ни для целей образования.

В XVI—XVII вв. этот доступный лишь немногим посвященным фантастический язык постепенно уступает место другим кодовым системам, хотя символика, равно как и идея «элементов-стихий» (разного рода «земель», как отмечалось выше), сохраняется еще вплоть до XVIII в. В ходу было множество вербальных и символических обозначений одних и тех же соединений. Все это вместе взятое приводило к номенклатурному хаосу. К порядку и стройности химический язык начал приходить к концу XVIII в. благодаря работам А.-Л. Лавуазье, Г. де Морво, К. Бертолле и др. Они заложили основы построения химической номенклатуры, что предоставило возможность систематизировать огромный накопленный фактический материал. Основная идея новой химической номенклатуры состояла в том, чтобы каждое химическое соединение («химический индивид», как говорили в то время) имело одно определенное название. В новых названиях отображались состав

и особенности реагирования соединений, наряду с геометрическими символами стали использоваться буквенные обозначения, которые легко воспроизводить письменным или печатным способами.

Становление рациональной, построенной по определенным правилам, не допускающей произвола номенклатуры способствовало формированию теоретического мышления в химии. Такие перемены значительно облегчали усвоение химической информации и оперирование ею, что немаловажно и в образовательных целях. Постепенно вырисовываются такие качества специализированного языка, как моносеманτικότητα и конвенциональность. Использование таких кодовых систем значительно упрощает коммуникацию внутри профессионального сообщества, помогает достичь краткости, точности, ясности и емкости изложения. Так, представим себе, как громоздко пришлось бы записывать словесным способом всю необходимую информацию, которая передается уравнением химической реакции. Запись содержала бы в себе не только названия всех веществ, участвующих в реакции, но также подробное изложение их элементного и количественного состава и количественных соотношений, в которых они вступают во взаимодействие.

Каждая специализированная дисциплина формирует свой особый язык путем надстраивания над элементами естественного языка, как над фундаментом, целой иерархией различных знаковых средств, принимаемых конвенционально профессиональным сообществом. Такая знаковая система, несущая в себе также и искусственные элементы, разного рода конструкты, стремится к моносемантивности, к закреплению смысла научного термина. Здесь не должно быть свободного и тем более индивидуального словотворчества, произвольного словоупотребления, разнообразных синонимических рядов и контекстуальных синонимов, различных тропов (метафор, аллегорий, гипербола, литот и т. п.), особых стилистических и синтаксических приемов. Нельзя, конечно, утверждать, что эта жесткость абсолютна. Может меняться и смысл терминов, особенно при изменении как эмпирического, так и теоретического контекста их употребления. Язык химической науки как раз и демонстрирует пример такой вполне устоявшейся и в то же время динамичной языковой системы. При этом он не становится менее научным, но может быть оценен как более сложный по сравнению с языками других точных дисциплин.

История языка химической науки также показывает, насколько важной была и остается *нагляд-*

ность в представлении химической информации. Так, например, Дальтон, используя особую систему знаков, стремился отобразить как качественный, так и количественный аспект химического знания, визуализировать не только состав, но и строение химических соединений. Идеи Дальтона были подхвачены Берцелиусом. Кружки, штрихи и точки он заменил буквами и цифрами, тем самым ближе всех подойдя к современной химической символике. Так возникли *брутто-формулы*, которые призваны были отображать качественный состав соединения, соотношение элементов в соединении, указывать относительные количества составных частей. Но в силу того, что структурные теории в химии того времени находились в зачаточном состоянии, неправильные представления о строении молекул (особенно в органической химии) приводили к использованию искаженных формул. Тем самым как никогда остро обозначилась необходимость унификации химических обозначений и создания рациональной номенклатуры.

На пути к рациональной номенклатуре следует упомянуть множество разнообразных гипотез в химии середины XIX в., так или иначе связанных с необходимостью классифицировать все возрастающее количество органических соединений. Отказ от теории радикалов (Берцелиус), введение понятия о типах химических соединений (Дюма), теория ядер (Лоран), теория типов (Жерар) были важными вехами в развитии химической символики. Так, в рамках развиваемых Жераром унитарных представлений соединения классифицируются согласно их химической функции. Тем самым все органические соединения в рамках данной теории сопоставляются с одним из четырех типов молекул: водорода, хлористого водорода, воды и аммиака. Не углубляясь в детальный анализ этих и многих других представлений того времени, следует сказать, что при всех их недостатках они способствовали возникновению таких способов визуализации информации в химии, как *валентные схемы* и, впоследствии, *структурные формулы*.

Валентные схемы происходят от типических формул Жерара и фиксируют важную характеристику атома — его валентность в соединении. Однако они не дают целостного представления о строении соединения, имеют лишь некоторую наглядность и выполняют скорее вспомогательные функции. Но на заре своего создания, в период становления теорий валентности, координационной теории, электронновалентной теории они играли и вполне конструктивную роль. Хорошо известно использование валентных схем в процессе поиска структурной формулы бензола.

В отличие от валентных схем, структурные формулы призваны отображать целостное строение молекулы химического соединения, показывать связи и взаимоотношения между атомами с соблюдением их валентности. Однако структурные формулы также не всемогущи: их использование затруднено, например, при передаче пространственной изомерии, структуры ароматических соединений. В ряде химических теорий (теория парциальной валентности Тиле и теория мезогидрии Оддо, например) предпринимались попытки преодолеть ограниченности структурных формул.

Сформировавшийся в конечном итоге язык химии весьма своеобразен. В целом он формируется на базе физического языка, использует математическую символику и общезначимую терминологию. К тому же язык химии сильно тяготеет к естественному языку повседневного общения. Это вызвано важностью чисто описательного аспекта химического исследования, дающего нам информацию о запахе и цвете вещества, о его внешнем виде, об изменениях во время реакции. С этой целью в химии широко используются разнообразные вербально-терминологические и иконические языковые средства.

Структурные формулы, валентные схемы, уравнения реакций — это специфически химические символические средства визуализации и репрезентации химической информации. Отличительной особенностью языка химии также является наличие химической номенклатуры со сложной синонимией терминов. Химическое соединение может быть названо по-разному, может иметь не одно, а несколько названий. Каждое соединение имеет свою химическую формулу (брутто и структурную), химическое название по принятой терминологии, а также обозначается словом естественного языка. Часто используются так называемые тривиальные названия, под которыми соединения стали известны еще до создания рациональной номенклатуры. В этом названии может быть отражено авторство первооткрывателя данного соединения и/или реакции, особенности реагирования, распространенность в природных объектах, географические названия месторождений («муравьиная кислота», «норвежская селитра», «глауберова соль», например). В тривиальных названиях могут быть также отражены рекламные и коммерческие цели («нейлон», «поролон»), приоритеты открытия («лавсан» — Лаборатория Высокомолекулярных Соединений АН СССР).

В качестве одного из подходов к визуализации химической информации может быть рассмотрен

способ, в котором учитываются не столько метрические характеристики молекул, тесно связанные с их электронным строением, сколько сам факт наличия связей в молекуле и порядок их следования. Такие характеристики условно можно обозначить как топологические и применить к рассмотрению молекул методы теории графов [4]. Строго говоря, сами структурные формулы, широко используемые в современной химии, могут быть рассмотрены как своеобразные предшественники топологических графов: в них также не отражаются метрические характеристики (длины связей, валентные углы). Применение теории графов позволило еще более упростить используемые формулы, вынеся за пределы рассмотрения кратность связей. Таким образом, ребро графа, изображающее любую ковалентную связь, ничего не говорит о таких параметрах этой связи, как ее длина, полярность, прочность, направленность в пространстве, кратность. Оказалось, что многие свойства молекул определяются видом ее топологического графа и не зависят от геометрии молекулы и природы химической связи в ней. К таким свойствам, в частности, относится энергия молекулярных орбиталей, определяемая методом Хюккеля. Топология молекул также позволяет оценить стабильность и, следовательно, реакционную способность некоторых π -электронных систем. Интересным также оказалось применение возможностей теории графов к изучению молекул, фрагменты которых не связаны друг с другом ковалентной связью: катенанов, ротоксанов, скрученных подобно ленте Мёбиуса, узловых и перекрученных молекул.

Использование возможностей теории графов применительно к визуализации химической информации — это не просто дань моде или некий еще один экзотический прием. Граф позволяет перейти к матричному способу описания химических соединений и от него — к представлению химической информации в двоичной системе счисления. А отсюда открывается прямая дорога к вычислительному эксперименту, к использованию информационно-компьютерных технологий в химическом исследовании.

Таким образом, на примере языка химии мы видим, что язык науки — это живой организм, который существует и развивается по своим законам, знать и уважать которые должен каждый, кто работает в сфере научных исследований, будь то исследователь-первооткрыватель или педагог-популяризатор.

Список цитированных источников

1. Всеобщая история химии. Становление химии как науки. — М., 1983.
2. Штрубе, В. Пути развития химии / В. Штрубе. — М., 1984. — Кн. 1.
3. Цит. по: Рабинович, В. Л. Алхимия как феномен средневековой культуры / В. Л. Рабинович. — М., 1979. — С. 114—115.
4. См., например: Яцимирский, К. Б. Применение теории графов в химии / К. Б. Яцимирский. — К., 1973; Дмитриев, И. С. Молекулы без химических связей / И. С. Дмитриев. — М., 1980; Зоркий, П. М. О фундаментальных понятиях химии / П. М. Зоркий. // Соросовский образоват. журн. — 1996. — № 9. — С. 47—56.

Дата поступления в редакцию: 17.10.2012 г.