



жательном анализе задачи. Графические иллюстрации наглядно показывают поведение исследуемых зависимостей и значительно повышают его образовательный ресурс.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: справочное издание в 4-х тт. / Редкол.: В.П. Глушко, Л.В. Гурвич, Г.А. Бергман [и др.]; АН СССР, Ин-т высоких температур, Гос. ин-т прикл. химии. – Л.Н. Гурвич, И.В. Вейц, В.А. Медведев [и др.] – М.: Наука. – 3-е изд., перераб. и доп. – Т. 1 : Элементы O, H(D,T), F, Cl, Br, I, He, Ar, Kr, Xe, Rn, S, N, P и их соединения : справочное издание, Кн. 1 : Методы расчета. Вычисление термодинамических свойств – 1978. – 495 с.; Т. 1 : Элементы O, H(D,T), F, Cl, Br, I, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, S, N, P и их соединения : справочное издание, Кн. 2 : Таблицы термодинамических свойств – 1978. – 326 с.; Т.2 : Элементы C, Si, Ge, Sn, Pb и их соединения : справочное издание, Кн.1 : Вычисление термодинамических свойств – 1979. – 439 с.; Т.2 : Элементы C, Si, Ge, Sn, Pb и их соединения : справочное издание, Кн.2 : Таблицы термодинамических свойств – 1979. – 340 с.; Т. 3 : Элементы B, Al, Ga, In, Tl, Be, Mg, Ca, Sr, Ba и их соединения : справочное издание, Кн.1 : Вычисление термодинамических свойств – 1981. – 471 с.; Т. 3 : Элементы B, Al, Ga, In, Tl, Be, Mg, Ca, Sr, Ba и их соединения : справочное издание, Кн.2 : Таблицы термодинамических свойств – 1981. – 396 с.; Т. 4 : Элементы Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, Th, U, Pu, Li, Na, K, Rb, Sr и их соединения : справочное издание, Кн.1 : Вычисление термодинамических свойств – 1982. – 622 с.; Т. 4 : Элементы Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, Sc, Y, La, Th, U, Pu, Li, Na, K, Rb, Sr и их соединения : справочное издание, Кн.2 : Таблицы термодинамических свойств – 1982. – 559 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – Санкт-Петербург: Специальная литература, 2002. – 231с.
3. База данных Термические константы веществ [Электронный ресурс]. – Химический факультет Московского государственного университета. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/tkv/welcome.html>. – Дата доступа: 01.10.2014.
4. База данных Ивтантермо [Электронный ресурс]. – Химический факультет Московского государственного университета. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/handbook/ivtan/welcome.html>. – Дата доступа: 01.10.2014.
5. Нарышкин, Д. Г. Облачные физико-химические расчеты на MATHCAD Calculation Server НИУ МЭИ / Д.Г. Нарышкин – М.: Изд. НИУ «МЭИ», 2014. – 96 с.

УДК 546

**А.С. Неверов<sup>1</sup>, З.А. Неверова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь,

<sup>2</sup> Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», г. Гомель, Республика Беларусь

### **ЭВОЛЮЦИОННАЯ ХИМИЯ КАК ВЫСШИЙ УРОВЕНЬ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ**

Эволюционная химия – раздел химической науки, который для основной массы химиков является новым. Более того для многих преподавателей является откровением его существование и то, что совокупность теоретических воззрений, лежащая в ее основе, рассматривается ныне как учение о высших формах химизма [1]. Видимо в этом одна из причин того, что до сих пор этот важнейший раздел химии не фигурирует в большинстве учебников по общей химии. Естественно, что он отсутствует и в учебных программах. На наш взгляд, пришла пора исправить этот пробел в организации учебного процесса по общей химии. Студент высшего учебного заведения должен иметь хотя бы общее представление о знаниях, характеризующих верхнюю границу современной химии.

Эволюционная химия как наука о самоорганизации и саморазвитии химических систем развивается с середины XX века. В ее рамках изучаются процессы самопроизвольного синтеза новых химических соединений, являющихся более сложными и высокоорганизованными продуктами по сравнению с исходными веществами. Возникновение учения о химической



эволюции связано с решением основной проблемы химии – задачи получения веществ с необходимыми свойствами.

Способы ее решения зависят от экономических и социальных условий, уровня материальной и духовной культуры общества. Поэтому в различные исторические эпохи основная проблема химии решалась по-разному. Существует ограниченное и строго определенное число способов ее решения, связанных с зависимостью свойств вещества от четырех факторов – элементарного и молекулярного состава, структуры, кинетических факторов и уровня химической организации. Последовательная замена одного способа решения основной проблемы химии другим обуславливает появление нового уровня развития химии (рис. 1).

Впервые проблему происхождения свойств веществ и их качественного разнообразия пытались решить в древней натурфилософии. Было предложено два объяснения бесконечного разнообразия тел природы. Греческие ученые Левкипп, Демокрит, Эпикур развивали атомистические представления, объясняя разнообразие материальных тел различием составляющих их «атомов первоматерии». Аристотель и Эмпедокл, придерживаясь антиатомистических воззрений, объясняли это различным сочетанием элементов-свойств: тепла и холода, сухости и влажности. Однако эти теоретические представления существовали сами по себе, не играя никакой существенной роли для повседневной практики.

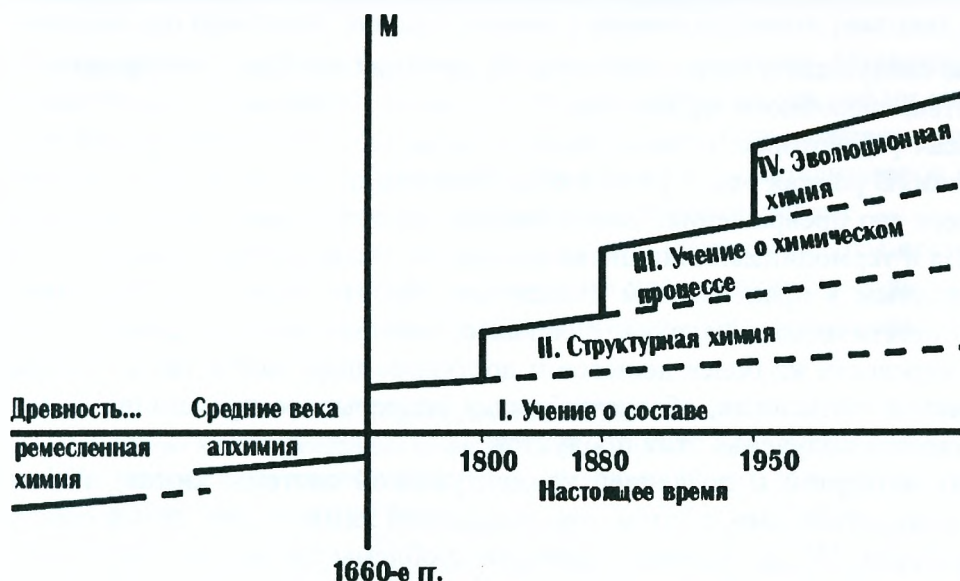


Рисунок 1 – Иерархия уровней химического знания, или концептуальные системы химии:  
M — массив научной информации [1]

Первый способ решения основной проблемы химии отмирает как практически бесплодный с возникновением новых способов решения этой проблемы.

Возникновение второго способа решения основной проблемы химии в эпоху Возрождения обусловлено прогрессивными изменениями в экономической и политической жизни, вызвавшими коренные преобразования в области естествознания. Он обоснован в работах английского ученого Р. Бойля во второй половине XVII в. Его исследования позволили сделать вывод, что свойства тел определяются тем, из каких материальных элементов эти тела составлены. Изменяя соотношение этих элементов, то есть состав тела, можно изменять его свойства. Таким образом, возникает новый – экспериментальный – подход к изучению природы. Заложенные Бойлем основы представлений о законах соединения элементов в «сложные тела» способствовали возникновению химической технологии неорганических веществ. Учение о составе является первой концептуальной системой химии, позволяющей решать многие задачи химических превращений [2].



В конце XVIII века произошел переход к фабричной системе производства. Промышленность (преимущественно текстильная) требовала переработки огромной массы веществ растительного и животного происхождения близких по составу, но существенно различающихся по свойствам. Стало понятно, что свойства тел определяет не только их состав, но и какой-то еще неизвестный фактор. Трудом А.М. Бутлерова и ряда других ученых было установлено, что этим фактором является структура. В результате этих исследований появился третий способ решения проблемы качественного разнообразия тел природы, основанный на его зависимости не только от состава, но и от структуры. Возник целый ряд теорий, положивших начало второй концептуальной системе – структурной химии [3]. Период становления структурной химии характеризуется переходом химии из науки аналитической в науку синтетическую. Уже в его начале (вторая половина XIX в.) был синтезирован целый ряд азокрасителей, лекарственных препаратов, а позднее и множество других веществ. Возникла технология органического синтеза. Однако в XX в. материаловедение выдвинуло новые требования – появилась необходимость в материалах со строго заданными свойствами. Способ, основанный на структурной химии, оказался для это непригоден. Он не обеспечивал приемлемого выхода продукта, не позволял эффективно управлять процессами синтеза, ориентировался на исходные вещества преимущественно растительного происхождения (спирты, кислоты и др.).

В основе следующего четвертого способа решения проблемы качественного преобразования вещества, способного удовлетворить возникшие требования, лежит учение о химических процессах [4], которое, в свою очередь, является основанием третьей концептуальной системы химии. В рамках этого учения объектом химии уже является не законченное вещество, а процесс его превращения. Теоретические исследования в области химической кинетики, катализа и термодинамики подняли химию на новый уровень знаний, который оказался более действенным в практическом отношении. Производство основных многотоннажных продуктов (синтетического каучука, пластмасс, моющих средств, спирта и т.п.) оказалось возможным перевести на более дешевое и доступное нефтяное и газовое сырье. Появилась нефтехимическая технология, обеспечивающая непрерывное протекание высокопроизводительных процессов получения этих продуктов.

В основу четвертой и последней концептуальной системы химии, названной вначале «эволюционным катализом», а затем «эволюционной химией», лег пятый способ решения ее основной проблемы [3]. До недавнего времени проблемы эволюции интересовали преимущественно биологов. Для химиков необходимость решать эволюционные проблемы обусловили экспериментально установленные факты прогрессивной эволюции химических соединений. Начало было положено в работах А. Гуотми и Р. Каннингема, выполненных в 1958-1960 гг. Ими было открыто явление самосовершенствования катализаторов под влиянием основной реакции. По результатам исследований был сделан обоснованный вывод, что существуют химические реакции, способные в процессе их протекания перестраивать катализатор в сторону повышения его активности и селективности.

Дополнительным стимулом продолжения работы в этом направлении явилось стремление овладеть химизмом процессов, протекающих в живых организмах. По словам Н.Н. Семенова: «Используя те же принципы, на которых построена химия организмов, в будущем (не повторяя в точности природу) можно будет построить новую химию, новое управление химическими процессами...». Для того, чтобы овладеть этими принципами необходимо прежде всего объяснить самопроизвольное (без вмешательства человека) восхождение от низших химических материальных систем к высшим, которые существуют в живых организмах. Фактически это означает включение «принципа историзма» в химическую науку [1].



Дальнейшее развитие эволюционная химия получила в работах советского химика А.П. Руденко, который в 1964-1967 гг. предложил теорию саморазвития открытых каталитических систем [5]. Эта работа явилась развитием широко известной в учении о катализе мультиплетной теории А.А. Баландина. Согласно А.П. Руденко, в процессе саморазвития элементарной открытой каталитической системы (ЭОКС) происходит естественный отбор тех центров катализа, которые обладают наибольшей активностью, и базисная реакция все более сосредоточивается на них. Те же центры, на которых происходит уменьшение активности, постепенно выключаются из процесса. Базисная реакция является, таким образом, не только источником энергии, необходимой для получения готового продукта, но и орудием отбора наиболее прогрессивных эволюционных изменений ЭОКС. Значительный вклад в учение об эволюционной химии внесли работы по термодинамике необратимых процессов И. Пригожина, синергетика (наука о самоорганизации систем) Г. Хакена, исследования в области нестационарной кинетики (Г.К. Бересков, М.Г. Слинко и др.).

Сегодня эволюционная химия находится только в начале пути и пока еще далека от создания промышленных аналогов химических процессов, происходящих в живой природе. Однако уже намечены направления перспективных исследований. Это развитие металлокомплексного катализа, хорошо зарекомендовавшего себя при полимеризации олефинов и диенов. Несомненно, обогащение его приемами, используемыми в ферментативных реакциях живых организмов, может существенно повысить эффективность таких процессов. Определенные успехи намечаются в области моделирования биокатализаторов, однако до сих пор ни одна модель не в состоянии заменить природных катализаторов в биосистемах и не может сравниться с ними по эффективности. Ведутся работы по выделению биологических катализаторов и их химической модификации с целью использования в тонком органическом синтезе.

Нет сомнений в том, что рано или поздно результаты упорной работы исследователей в перспективном и необычайно интересном направлении исследований в области эволюционной химии приведут к реализации вековой мечты химиков – овладению опытом «лаборатории живого организма».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, В.И. Общая химия: Тенденции развития / В.И. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1989. – 288 с.
2. Руденко, А.П. Эволюционная химия и естественно-исторический подход к проблеме происхождения жизни / А.П. Руденко // ЖВХО им. Д.И. Менделеева. – 1980. – Т. 25. – №4. – С. 390–404.
3. Кузнецов, В.И. Диалектика развития химии / В.И. Кузнецов. – М.: Наука, 1973. – 328 с.
4. Семенов, Н.Н. Наука и общество. Статьи и речи / Н.Н. Семенов. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
5. Руденко, А.П. Теория саморазвития открытых каталитических систем / А.П. Руденко. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 276 с.

УДК 378.663.09

**А.А. Нехайчик**

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ТЕМЫ «СТРОЕНИЕ АТОМА» СТУДЕНТАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ АГРАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Подготовка специалиста, сумевшего бы работать в современных условиях изменяющейся экономической ситуации, – непростая задача для современных вузов. Для аграрного вуза эта задача еще более актуальна, так как аграрный профиль республики Беларусь известен далеко за ее пределами. Поэтому и выпускающийся современный инженер-аграрий должен быть компетентен во многих вопросах. Именно на подготовку такого специалиста делают