

# СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (К 150-ЛЕТИЮ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА)

## SYNERGISTIC APPROACH TO THE ANALYSIS OF CHEMICAL ELEMENTS (TO THE 150TH ANNIVERSARY OF THE PERIODIC LAW OF DI MENDELEEV)

**V. Egorov  
I. Larionova**

*Summary.* the paper discusses the principles and concepts of synergetics in relation to the structure of atoms, their location in the Periodic Table of Elements D. I. Mendeleev (PS).

*Keywords:* synergetic, concepts, atom, Periodic system of elements.

**Егоров Владислав Викторович**

*Д.х.н., профессор, ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины имени К. И. Скрябина, Москва, Россия  
kaf\_chimii@mgavm.ru*

**Ларионова Ирина Сергеевна**

*Д.ф.н., профессор, ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины имени К. И. Скрябина, Москва, Россия  
kfisgn@gmail.com*

*Аннотация.* В работе рассматриваются принципы и концепции синергетики применительно к строению атомов, их расположению в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева (ПС).

*Ключевые слова:* синергетика, концепции, атом, Периодическая система элементов.

**Н**аучный подход к рассмотрению любых систем, природных или социальных, традиционно начинается с установления их соответствия определенным условиям или признакам. Так, например, признаками синергетической системы являются ее открытый характер, самоорганизация, устойчивое неравновесие и нелинейная динамика, т.е. непредсказуемость поведения [6,1]. Рассмотрим с этих позиций систему химических элементов на Земле.

Любой атом или молекула в природе, очевидно, открыты для внешних воздействий. При этом каждый химический элемент — продукт самоорганизации частиц: протонов и нейтронов в ядре, электронов в оболочке атома. Известно, что атом вполне устойчив относительно длительное время, но его открытость, о которой сказано выше, предполагает постоянные воздействия на атомарную структуру внешних факторов. Это приводит к ее изменению в результате перехода в неравновесное состояние и далее некоего неопределенного выхода из него (с образованием исходных атомов, либо молекул или ионов), что свидетельствует о непредсказуемости поведения атома как системы «ядро — электроны» в плане последующих ее изменений после воздействия. Таким образом, можно говорить о любом химическом элементе, его простом веществе, как и о его продуктах — молекулах, их ассоциатах как о синергетических системах.

Первая из концепций синергетики касается управляющего фактора и принципа подчинения ему всей системы [1]. Под управляющим фактором в синергетической системе подразумевается ее самое слабое звено, разрушение которого приводит к уничтожению всей системы. Что же надо удалить из атома, чтобы вызвать его разрушение? Очевидно, энергию взаимодействия всех его составляющих частиц. Таким образом, именно энергия является управляющим фактором в атомарной системе, как и в ее продуктах — молекулах. Ее потеря атомом приведет к его разрушению и исчезновению как системы, а приобретение дополнительной энергии — к активации атома с возможным последующим переходом в новую форму. При этом важно, что частичная потеря энергии двумя атомами в результате их взаимодействия переведет всю систему в более устойчивую форму, например, молекулярную.

Кроме управляющего мы также рассматриваем организующий и направляющий факторы в синергетической системе [3]. Очевидно, первый — это взаимодействие частиц (протоны и нейтроны в ядре, ядро и электроны в атоме), а второй — устойчивость, к которой они стремятся в результате протекания любых реакций, т.е. некий аттрактор. В этой связи рассмотрим вторую из концепций синергетики — факторы Ляпунова: положительный и отрицательный [1]. Они являются, с одной стороны, факторами динамической устойчивости всей системы (устойчивого неравновесия), а с другой — причиной

ее движения и эволюции. Стабильность синергетической системы определяется отрицательным фактором Ляпунова, ведущим всю совокупность частиц в составе атома к равновесию. Например, она отмечается у атома в стремлении его оболочки к удалению лишних или приобретению недостающих электронов для полного ее заполнения с образованием устойчивой структуры по типу инертного газа, завершающего любой период ПС — простого аттрактора. Неустойчивость системы определяется положительным фактором Ляпунова, отклоняющим ее от равновесия, например, когда атом приобретает или теряет один из валентных электронов, переходя в ионное состояние, не соответствующее по структуре инертному газу.

Присутствие и постоянная «борьба» противоположных факторов Ляпунова с превалярованием то одного, то другого вызывает некий «колебательный» режим существования в определенных рамках всей системы: нейтральный атом, отрицательные и положительные его ионы. В то же время преимущественное воздействие положительного фактора, отклоняющего от равновесия, например, при добавлении протона в ядро, определяет ее развитие с образованием атома нового элемента в процессе движения вправо по периоду ПС к наиболее стабильному атому инертного газа — аттрактору. Таким образом, здесь мы выявили и действие факторов Ляпунова и роль теории аттракторов в ПС.

Теория фракталов (самоподобных фигур, их функций [1]) в синергетике в случае атома связана с повторением схемы заполнения его оболочки валентными электронами в каждом последующем или предыдущем периоде ПС (Периодический закон Д.И. Менделеева [5]) с воспроизведением его свойств, а в периоде — их изменения от металлических восстановительных (мало валентных электронов) к неметаллическим окислительным (много валентных электронов), а в конце — инертный газ. В то же время теория катастроф Зимана [1] определяет скачок в точке бифуркации в данном случае в конце периода ПС. Это видно при добавлении одного протона в ядро химически инертного газа и одного электрона в его оболочку с переходом количества частиц в атоме в новое качество с образованием активного щелочного металла нового периода ПС.

Этот переход осуществляется, во-первых, за счет относительно слабого воздействия (прибавление одного протона и одного электрона), во-вторых, кооперативно, т.е. при этом все элементы разом меняют свои свойства — все это признаки «катастрофы», и, в-третьих, с образованием вторичной организации. Здесь выявляется и принцип опережающего отражения по Анохину, т.е. предсказуемость свойств последующих элементов с данной электронной оболочкой, ее внешним слоем. И таких

скачков-катастроф в ПС наблюдается шесть (от первого к седьмому периоду), что подтверждает принцип Пригожина: эволюция — это каскад бифуркаций [6].

Можно ли в ПС выявить признаки, отражающие теорему Пригожина-Онзагера [6] о снижении скорости роста беспорядка-энтропии в процессе эволюции атома, то есть по мере перехода от коротких к все более длинным периодам. По-видимому, да, так как, во-первых, несомненным является рост энтропии по мере накопления частиц в атоме, его ядре и оболочке в процессе увеличения порядкового номера элемента при переходе от легких к тяжелым элементам. И, во-вторых, «скорость» этого процесса замедляется в связи с увеличением числа элементов в периоде ПС при переходе от первых коротких (два, восемь элементов — более резкое изменение свойств в периоде) к последующим длинным периодам (восемнадцать и более элементов — плавное изменение свойств). При этом нарастание доли неустойчивых радиоактивных элементов к концу ПС непосредственно указывает на снижение роли энтропии в их свойства.

Наиболее отчетливо в ПС выявляется синергетическое асимптотическое распределение Ципфа-Парето [1] в процессе увеличения порядкового номера элемента, а фактически зарядов его ядра и электронной оболочки с ростом атомной массы при переходе от легких к тяжелым атомам. Здесь обращает на себя внимание уменьшение количества элемента в природе, в том числе биологической (Периодический закон Вернадского [2]), от первого самого легкого водорода — основного элемента во Вселенной, родоначальника всех последующих к тяжелым металлам и редким элементам седьмого периода ПС.

Еще одно положение синергетики как теории детерминированного хаоса, это так называемый эргодный принцип: среднее по группе равно среднему по времени [6]. Его применимость к ПС можно рассмотреть на примере встречаемости протонов и электронов в атоме. Их число, то есть положительный заряд ядра и отрицательный оболочки совпадают как в атомах легких элементов, например, в данном периоде или группе ПС, так и при переходе в процессе эволюции к более тяжелым элементам. Таким образом, все концепции и принципы научной парадигмы нового времени — синергетики находят свое отражение в химии и физике атомов, их расположении в Периодической системе элементов гениального российского ученого Д.И. Менделеева, созданной 150 лет тому назад. Синергетика обладает методологической ценностью и значимостью для научного познания в изучении всех форм движения материи, не только физических и химических процессов, но и более сложных — биологических и социальных [3,4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В. В. Химическая синергетика. М.: ЗооВетКнига. 2013.
2. Егоров В. В. Экологическая химия. — С. Пб: Лань. 2009.
3. Егоров В. В., Тихомиров Н. В., Ларионова И. С. Социальная синергетика. М.: ЗооВетКнига. 2017
4. Ларионова И. С., Егоров В. В. Философия синергетики и дарвинизма // Ветеринарная медицина. — 2013. — № 2. — С. 63–65.
5. Менделеев Д. И. Периодический закон. — М.: Изд-во АН СССР. 1958.
6. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. — М.: Прогресс. 1986.

© Егоров Владислав Викторович ( kaf\_chimii@mgavm.ru ), Ларионова Ирина Сергеевна ( kfisgn@gmail.com ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская государственная академия ветеринарной медицины имени К.И. Скрябина