

УДК 54(091)

DOI: 10.17072/2223-1838-2017-3-356-362

**В.Л. Чечулин**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

**ПОДПЕРИОРДЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ В XIX–XX ВЕКАХ**

*В рамках общей периодизации истории химии описано выделение подпериодов развития химических теорий в XIX–XX вв. (на 5-м периоде развития химии); указана последовательность подпериодов: 5.1 обобщение опытных данных в законы, 5.2 теория строения вещества, 5.3 периодический закон, 5.4 теории химической кинетики и катализа, 5.5 теории систем реакций. Выделение подпериодов произведено на основании развития типов причинности.*

**Ключевые слова:** история химии; общая периодизация истории химии; химические теории; подпериоды развития химических теорий

**V.L. Chechulin**

Perm State University, Perm, Russia

**SUBPERIODS OF DEVELOPMENT OF CHEMICAL THEORIES IN THE 19-20TH CENTURIES**

*Within the general periodization of history of chemistry allocation of subperiods of development of chemical theories in the 19-20th centuries was described (on the 5th period of development of chemistry); the sequence of subperiods is specified: 5.1 synthesis of skilled data in laws, 5.2 theory of a structure of substance, 5.3 periodic law, 5.4 theories of chemical kinetics and a catalysis, 5.5 theories of systems of reactions. Allocation of subperiods was made on the basis of development of types of causality.*

**Keywords:** chemistry history; general periodization of history of chemistry; chemical theories; subperiods of development of chemical theories

## 1. Предисловие

Ранее, в работах [15], [17], [18, с. 89–95] на основании общегносеологических закономерностей развития научного знания была описана общая периодизация истории химии, охватывающая весь период развития науки, – от древности до современности, – шестью периодами, соответствующими уровням абстрактности понятий, уровням отражения действительности в сознании человека.

Основные периоды развития химии неразрывно связаны с общегносеологической последовательностью развития научных представлений. Периоды развития химии примерно совпадают с периодами развития математики, физики, механики и т. п., с периодами развития самоосознания в истории. Периодизация и содержание периодов развития химии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Периоды развития химии [17]

№ уровня	Содержание периода развития	Исторический период
1	«Конкретные» названия веществ, первоначальные навыки химической технологии	Древность
2	Причинное объяснение химических явлений (через ближайшую причину)	Античность, с IV в. до н. э.
3	Последовательности химических превращений («рецептуры»), циклы реакций	Средние века, с первых веков н. э.
4	Постоянство элементов в их химических превращениях (реакциях), законы, количественно-функциональные закономерности	Новое время, с кон. XVI в. н. э.
5	Химические теории, обобщающие множества химических законов, – теория строения вещества, периодическая система Менделеева и т. п., развитие химической технологии	Новейшее время, с сер. XIX в.
6	Описание основ химической науки, широкая непредикативная (самоссылочная) практика применения химической технологии для удовлетворения потребностей человека	С кон. XX в.

Однако в развитии других научных периодов наблюдались и подпериоды развития, так в развитии экономики в XIX–XX вв. наблюдалась смена 5 технологических укладов [18, с. 105–107], подробнее см. [19], [4], [5]. В истории развития математики (на 5-м историческом периоде), также наблюдались подпериоды развития математических теорий, см. [18, с. 96–102], [20], – основания наблюдения таких подпериодов развития – это определенные гносеологические закономерности построения структур, описывающих, отражающих, действительность в сознании человека. В истории

развития химии указанного периода также имеются определенные подпериоды, которые и выделены ниже.

## 2. Методологические основания выделения подпериодов развития химических теорий

Как указано ранее «Периоды в развитии химии связаны с общегносеологической иерархией уровней отражения действительности (6-уровневой структурой отражения действительности в сознании, – последовательностью достижения определенных уровней обобщения, абстракции понятий). Достижение

определенных уровней отражения действительности, обнаруживаемое в материальных письменных памятниках культуры, связано в первую очередь с достижением определенных уровней самоосознания человека <...>, затем появляются новообразования в аппарате описания действительности (логико-математические и т. п.); и затем уже осознающий себя на достигнутом уровне самоосознания человек, применяя соответствующий достигнутому уровню аппарат абстрактного описания действительности, достигает нового этапа (уровня) и в экспериментальных исследованиях (в т. ч. в химии), – в упорядочении явлений внешнего материального мира» [18, с. 89].

При выделении периодов развития химии отслеживалось развитие представлений о причинности в химических представлениях: «Соответствующая схеме отражения действительности в сознании человека последовательность развития представлений о причинности такова (описана более подробно в [14]):

- 1) предпричинность (синкретизм);
- 2) ближайшая причина;
- 3) ряд (круг) причин (иногда сводимый к первопричине);
- 4) произвольная причинность (внешняя причинность природных явлений (закономерность) и отличная от нее внутренняя произвольная причинность человека) <законы, описываемые функциями>;
- 5) социальная (массовая) причинность (обусловленность человека социальной средой, социальным положением; в описаниях явлений материального мира – статистическая причинность) <обобщения законов, описываемые теориями>;
- 6) свободы» [18, с. 90].

На 5 уровне развития для выделения подпериодов 5-го периода развития научных представлений ([19], [18, с. 96–102], [20]) также использовалось развитие представлений о причинности, – теории (представления 5-го уровня абстракции) как обобщающие множества законов (функционально описываемых представлений 5-го уровня), также имеют свою «подмеру» абстрактности в описании действительности. Ниже, на основании выделения развития («глубины описания») причинности химическими теориями, выделены подпериоды развития химических теорий, с выделением начала периода и его содержания.

### 3. Подпериоды развития химических теорий

Ниже кратко представлены подпериоды развития химических теорий.

**5.1.** Без выделения причинно-следственных шагов (в целом) представления о постоянстве состава вещества имелись уже в XVIII в. Так Ломоносов еще в 1741 г. в труде «Элементы математической химии» писал: «Смешанное тело есть то, которое состоит из двух или нескольких различных начал, соединенных собою так, что каждая отдельная его корпускула имеет такое же отношение к частям начал, из которых она состоит, как и все смешанное тело к отдельным своим началам» [7, с. 81]. Представления о постоянстве химического состава вещества окончательно утвердились только к началу XIX в. в трудах Ж. Л. Пруста (1754–1826), и заключались в том, что «любое определенное химически чистое соединение, независимо от способа его получения, состоит из одних и тех же химических элементов, причем отношения их масс постоянны, а относительные числа их атомов выражаются целыми чис-

лами», см. [6, с. 9–15]. Закон кратных соотношений явился основой для открытия закона эквивалентов и закона простых кратных отношений, – эти законы в целом были названы стехиометрическими законами, на основании которых и развивались в дальнейшем химические теории.

**5.2.** Исходя из представлений о стехиометрии химических реакций была постепенно сформулирована теория химического строения, которая из законов кратных соотношений и т. п., ближайшей причиной описывала определенное строение реагирующих веществ. Так, А. М. Бутлеров (в 1858 г., опублик. в 1859 г.) отмечал, что «Экспериментальные исследования дадут нам основание для истинной химической теории, которая будет математической теорией молекулярной силы, называемой нами химическим средством. Поскольку, однако, средство есть не только *<ближайшая>* причина превращений, но и *<ближайшая>* причина определенной группировки элементарных атомов в химической молекуле, то оно и должно изучаться не только во время производимого ими движения молекул, но так же и в состоянии равновесия материи» [1, с. 37]. Основная идея теории строения по Бутлерову такова: «Полагая, что каждому химическому атому свойственно лишь определенное и ограниченное количество химической силы (средства), с которой он принимает участие в образовании тела, я назвал бы химическим строением эту химическую связь, или способ взаимного соединения атомов в сложном теле» [2, т. 1, с. 561] «... химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением» [3, с. 70].

Теория химического строения в том виде, в каком она появилась, описывала ближайшую причину связи химического строения вещества и его реакционных свойств. На этом основании прodelывались дальнейшие теоретические обобщения химических свойств веществ.

**5.3.** На следующем этапе развития причинного объяснения, причинность усматривается как последовательность (цепь, цикл, период) причинно-следственных связей, – это проявилось в описании периодического закона химических элементов, сформулированном Д.И. Менделеевым в следующем виде (1869): «А потому закон периодичности можно формулировать следующим образом: свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса» [10, с. 111].

Причинно-следственная связь цепи увеличений атомного веса (заряда ядра) обнаруживала период изменения химических свойств: «Из предшествующих, равно как из других до сих пор приведенных мною *<Менделеевым>* сопоставлений следует, что все функции, которыми выражается зависимость свойств от веса атома, являются периодическими. Сначала свойства элементов изменяются соответственно увеличению атомного веса, потом повторяются в новом ряду элементов, т. е. в новом периоде, с той же закономерностью, что и в предыдущем ряду» [11, т. 2, с. 170].

На этом же уровне представления о причинно-следственных связях (цепи причин) чуть позднее исследовались т. н. «цепные» реакции: «В 1934 г. вышла в свет монография Н. Н. Семенова «Цепные реакции» *<...>* химики убедились, что гипотеза Семенова о разветв-

лении цепи последовательных химических элементарных актов – это совершенно новый тип цепных механизмов, который позволяет проникнуть в механизм сложных химических реакций. Уже в 1929–32 гг. цепная теория привлекла к себе пристальное внимание физико-химиков различных стран и стимулировала постановку многих исследований по химической кинетике» [13, с. 240]. Таким образом, переход на следующий уровень абстракции теорий, от теории разветвленных цепных реакций к теории химической кинетики и катализа был закономерным.

**5.4.** При рассмотрении двух уровней причинности в качестве одного из уровней причинности выступала причинность химической реакции, а в качестве другого (влияющего на первый) – причинность, обуславливающая скорость (возможность протекания) этой реакции.

«Первая теоретическая работа по электрохимической кинетике появилась в 1930 г.» [13, с. 124], <...> Т. Эрдей-Груз и М. Фальмер установили «связь между химической кинетикой гомогенных реакций и кинетикой гетерогенных, в том числе электролитических процессов» [13, с. 124].

В этот же период была создана теория абсолютных скоростей реакций: «В 1930–35 гг. Г. Эйтинг и М. Поляни показали, что фактором, определяющим скорость реакции является <...> свободная энергия активации. Если применяется простое уравнение <для константы скорости реакции>  $k = A^{-E/RT}$ , необходимо принимать во внимание то обстоятельство, что экспериментальная энергия активации  $E$  в некоторой степени зависит от температуры и что в множитель  $A$  входит энтропия» [13, с. 124].

На основании представлений об энергии активации развивались теории катализа: катализатор направляет реакции по пути с наименьшей энергией активации и тем самым ускоряет скорость их протекания. В 1930-е годы появились две теории катализа: «Первая – цепная теория катализа <...>. Вторая – теория активных ансамблей, которая была разработана Н.И. Кобозевым (1939). В соответствии с ней каталитическая активность зависит от групп атомов («ансамблей») расположенных на поверхности инертного носителя» [13, с. 259]. «В 1953 г. В.В. Воеводский и Н.Н. Семенов развили теорию цепных гетерогенных каталитических процессов, в основу которой легли представления об образовании на поверхности катализатора активных промежуточных соединений типа свободных радикалов, реагирующих по радикальному или радикально цепному механизму» [13, с. 244]. Теоретические изыскания в области катализа широко использовались в промышленности, например уже «в 40-х годах XX в. в Советском союзе им за рубежом были освоены многочисленные каталитические процессы получения каучукогенов из самого разнообразного сырья: бутилена, бутина и т.п.» [13, с. 263].

**5.5.** Дальнейшее усложнение химических теорий наблюдалось в 1970-е гг. при теоретическом описании совокупностей одновременно текущих реакций (систем биохимических реакций и т. п.), кроме закономерностей ферментативной кинетики наборов этих реакций для их описания важно было описать структуру совокупности реакций и свойства самой этой структуры реакций, по абстрактности (сложности) описания стоящей уже над отдельными

реакциями этой совокупности. Пример такой теории химической теории – работа А.Г. Малыгина «Симметрия сети реакций метаболизма» (1984 г.) [8], см. также [9].

Таким образом, основные подпериоды одной из линий развития химических теорий обозначены, схема подпериодов развития химических теорий приведена в табл. 2.

Таблица 2

№ уровня	Содержание периода развития	Исторический период
5.1	Синкретизм (отсутствие причинности). Постоянство состава, – основа для всех последующих химич. теорий	нач. XIX в.
5.2	Ближайшая причина. Теория химического строения вещества.	сер. XIX в.
5.3	Цепи причинно-следственных связей. Периодический закон	2-я пол. XIX в.
5.4	Два уровня причинности («внешняя» и «внутренняя») Теории химической кинетики и катализа	с 1920–30-х гг.
5.5	«Массовая» причинность. Теория структур совокупностей химических реакций	с 1970-х гг.

#### 4. Заключение

Соответственно онтологической структуры на первых подпериодах, 5.1, 5.2 основное внимание в изучении теорий уделено материально-вещественной составляющей действительности, на средних подпериодах, 5.3, 5.4 в теориях появляется параметр времени (цепи реакций 5.3 – распространение химической реакции во времени, кинетика и катализ 5.4 – теоретическое описание механизмов, определяющих скорость реакций), на верхнем подпериоде, 5.5 описываются сложные, надвременные структуры совокупностей реакций (их вневременные свойства: инварианты, симметрии и т. п.)

Таким образом, нами установлено, что и в развитии химии имеются определенные подпериоды усложнения химических теорий, проявляющиеся как наличие общей гносеологической закономерности развития научных представлений.

#### Библиографический список

1. *Бутлеров А.М.* Замечания по поводу новой химической теории А.С. Купера // Сочинения: в 3 т. М. 1953. Т.1. С. 37–45.
2. *Бутлеров А.М.* Сочинения: в 3 т. М. 1953.
3. *Бутлеров А.М.* О химическом строении веществ // Сочинения: в 3 т. М. 1953. Т. 1. С. 68–74.
4. *Глазьев С.Ю.* Теория долгосрочного технико-экономического развития // Международный фонд Н.Д. Кондратьева. М.: ВладДар, 1993. 310 с.
5. *Глазьев С.Ю.* Эволюция технико-экономических систем // РАН. М.: Наука, 1992. 207 с.
6. *Кузнецов В.И.*, Эволюция представлений об основных законах химии. М.: Наука, 1967. 312 с.
7. *Ломоносов М.В.* Элементы математической химии / пер. с лат. Б. Н. Меншуткин // Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. В 10 т. АН СССР М.–Л.: 1950. Т. 1. С. 65–84.
8. *Малыгин А.Г.* Карта метаболических путей (периодическая). М.: Наука, 1976 16 с.
9. *Малыгин А.Г.*, Симметрия сети реакций метаболизма / АН СССР. Ин-т биоорганической химии. М.: Наука, 1984. 112 с.
10. *Менделеев Д. И.* Периодическая законность химических элементов // Менделеев Д.И.

- Периодический закон. АН СССР. М., 1958. С. 102–175.
11. Менделеев Д.И. Периодическая законность химических элементов // Менделеев Д.И. Сочинения. в 25 т. М. 1934. Т. 2. С.164–215.
12. Мерцлин Р.В. Крупаткин И.Л. Приложение метода сечения к определению равновесий в трехкомпонентных системах с твердыми фазами // Журнал общей химии. 1940. Т. 10. Вып. 22. С. 1999–2004.
13. Соловьев Ю.И., Трифонов Д.Н., Шамин А.Н., История химии: развитие основных направлений современной химии. М.: Просвещение, 1984. 335 с.
14. Чечулин В.Л. Развитие понятия причинности в истории науки // Актуальные проблемы российской философии: сб. тр Всерос. конф. Пермь, 2011. С. 213–216.
15. Чечулин В.Л. К философии истории химии // Вестник Пермского университета. Сер. Философия. Психология. Социология, 2011, Вып. 4 (8), С. 38–43.
16. Чечулин В.Л., Мазунин С.А., Моисеевков М.С., Плоскостность линий моновариантного равновесия в водно-солевых системах и ее приложение; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. 116 с.
17. Чечулин В.Л., История математики, науки и культуры (структура, периоды, новообразования) / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2013. 66 с.
18. Чечулин В.Л. История математики и ее методологии (структуры и ограничения)/ Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 154 с.
19. Чечулин В.Л., Ткаченко Е.Р. Конечность технологических укладов // Чечулин В.Л. Статьи в журнале «Университетские исследования» 2009–2014 гг.: сборник; / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. С. 587–597.
20. Чечулин В.Л., Лопатин А.А. К периодизации истории развития доказательств непротиворечивости математических теорий // Сибирский философский журнал. 2017. №1. С. 20–34.

#### Об авторе

Чечулин Виктор Львович,  
старший преподаватель  
кафедра неорганической химии, химической  
технологии и техносферной безопасности  
ФГБОУ ВО «Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»  
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15  
chchulinvl@mail.ru

#### About the author

Chechulin Victor Lvovich,  
senior teacher  
department of inorganic chemistry, chemical  
technology and technosphere safety  
Perm State University  
Russia, 614990, Perm, Bukireva st., 15  
chchulinvl@mail.ru

#### Информация для цитирования

Чечулин В.Л. Подпериоды развития химических теорий в XIX–XX веках // Вестник Пермского университета. Серия «Химия». 2017. Т. 7. Вып. 3. С. 356–362. DOI: 10.17072/2223-1838-2017-3-356-362  
Chechulin V.L. *Podperiordy razvitiia khimicheskikh teorii v XIX–XX vekakh* [Subperiods of development of chemical theories in the 19-20th centuries] // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Khimiya» = Bulletin of Perm University. Chemistry. 2017. Vol. 7. Issue 3. P. 356–362. (In Russ.). DOI: 10.17072/2223-1838-2017-3-356-362