

М.И. Баранов

## **АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 1: ОТКРЫТИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*Наведено короткий нарис із історії відкриття наріжного фундаментального закону природи – періодичного закону Менделєєва, що розкриває глибинні таємниці всесвіту.*

*Приведен краткий очерк из истории открытия краеугольного фундаментального закона природы – периодического закона Менделеева, раскрывающего глубинные тайны мироздания.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Главное предназначение науки и ученых – дать человечеству верное представление о природе и соответственно дать людям верную картину устройства живой (неживой) материи окружающего нас мира и указать пути его дальнейшего развития. Начиная с 17-го столетия, практически через каждые 15 лет число людей в мире, занятых наукой, и число сделанных ими научных открытий и изобретений увеличивается вдвое [1]. Наука постепенно из людского увлечения стала особым видом человеческой деятельности. Этот вид деятельности (работы) является, как правило, тяжелым "каторжным" трудом, иногда приносящим ученым радость и большое удовлетворение от впервые сделанного ими. Именно ими из огромного многомиллионного исследовательского корпуса научных работников мира. В эти редкие минуты своего апофеоза (кульминации в совершенном ими научном событии) они испытывают гордость за себя, за свой институт (университет) и за свою державу. Развитие мировой науки и техники привело к стремительному развитию человечества. Совершенные учеными великие открытия и изобретения коренным образом изменили наш мир и привели на Земле к расцвету современной технической цивилизации. Важно, интересно и поучительно (особенно для молодежи) обобщать накопленные человечеством знания из различных областей его многогранной деятельности и представлять их в сжатом, понятном и доступном для многих печатном виде. Слово "антология", вынесенное автором в название этой весьма обширной по его задумке серии научно-исторических статей, имеет греческие корни и в переводе слова "anthologia" буквально означает "букет цветов" и используется в лирике и прозе для обозначения "наиболее представительной подборки литературных сочинений" [2]. Вот на примере такой наиболее представительной с исторических позиций и принятой международной научной общественностью подборки основных выдающихся научно-технических достижений человечества автор решил с его определенными комментариями показать нарастающие успехи земной цивилизации в области науки и техники. Эту научно-техническую подборку начинаем с наиболее великих открытий, находящихся у истоков науки.

### **1. СОСТОЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ 19-го ВЕКА**

Теоретическая химия в первой половине 19-го столетия оказалась в научном тупике: обладая атомной теорией, объясняющей количественные измене-

ния при химических процессах соединения различных атомов, она была не в состоянии объяснить причину соединения между собой атомов вещества. Первую попытку в объяснении причин соединения атомов сделал знаменитый шведский химик Йенс Берцелиус [3]. Используя результаты научных работ предшествовавших ему ученых (например, электрохимические работы от 1834 года великого английского физика Майкла Фарадея по электролизу [4, 5]), свидетельствующих об разложении электрическим током сложных веществ на две положительно и отрицательно заряженные части, он пришел к мысли о природе сил, лежащих в основе химического взаимодействия атомов или химического "сродства" элементов. По его мнению, их (атомы) связывают *электрические силы*. Он уже в 30-е годы 19-го века утверждал, что каждый атом имеет два электрических заряда – положительный и отрицательный [3]. Один из этих зарядов пересиливает другой и поэтому химические элементы становятся либо электроположительными (например, водород и все металлы), либо электроотрицательными (например, хлор и другие элементы). Так как противоположные электрические заряды притягиваются, то поэтому и возникают по Берцелиусу химические соединения между противоположными по свойствам элементами. Многие ученые сразу оценили достоинства и глубокий смысл этой новой электрохимической теории И. Берцелиуса. Среди них был и профессор Московского университета имени М.В. Ломоносова – Михаил Григорьевич Павлов [3]. Важно отметить, что этот русский ученый-химик крупнейшим достижением мировой науки конца 18-го и начала 19-го столетий считал *открытие электрического тока*. В свое время он написал [3]: *"Изобретение электрической батареи служит достойным заключением блистательных успехов естественных наук в прошлом столетии"*. М.Г. Павлов относил электрические процессы к числу наиболее важных в природе. И когда только шведский ученый И. Берцелиус попытался с помощью *электричества* объяснить сущность химических процессов, русский ученый М.Г. Павлов тут же дал новое толкование его теории, которое существенно опережало теоретические представления И. Берцелиуса. В своей статье *"О полярно-атомической теории химии"* этот русский ученый утверждал, что *"постоянные по величине и весу частицы, образующие тело, при химических соединениях не проникают друг в друга, а одна к другой присоединяются. Частицы сии означаются именем атомов"* [3]. Как же эти атомы один на другой действуют? М.Г. Павлов на этот

вопрос в далеком от нас 19-ом веке отвечал так [3]: *"Предшествующие и последующие обстоятельства химического соединения показывают, что при сем возбуждаются противоположные электричества. А поскольку химическое соединение совершается между атомами, то между ними же должно быть и возбуждение противоположных электричеств. В сем и состоит взаимное атомов одного на другой действие"*. Из приведенного выше становится ясным, что, если И. Берцелиус считал атомы всегда несущими тот или иной пересильный (избыточный) электрический заряд, то М.Г. Павлов в своей электрохимической теории утверждал, что **электрические заряды атомов** возбуждаются в процессе их химического взаимодействия. Это был принципиально новый взгляд русского ученого на процесс химического взаимодействия атомов вещества. Кстати, современная теоретическая и экспериментальная физика (химия) подтверждают эту гениальную гипотезу М.Г. Павлова. С помощью их точных методов исследования было однозначно установлено, что в обычных условиях все атомы электронейтральны. Они (атомы) могут приобретать избыточные электрические заряды лишь в процессе химического соединения или в результате специальных внешних воздействий на них (например, действия на электронейтральные атомы температурного, электромагнитного и радиационного полей). К 1827 году мировая химия знала 52 химических элемента, а к 1869 году – уже 63 элемента [3].

## 2. УЧЕНИЕ ОБ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ

История науки показывает, что представление об химических элементах – простейших вещественных составных частях всех физических тел разрабатывалось ("выковывалось") наукой долгими веками. Между элементами древних – воздухом, водой, землей и огнем и современными элементами – атомами вещества исторически располагались элементы алхимиков: сера, ртуть, соль и невесомые элементы – "огненная материя" (флогистон), "теплотворная материя" (теплород), "световая материя", "материя упругости", "материя тяжести", "магнитная материя" и другие. Алхимики средневековья считали, что золото является золотом потому, что оно имеет желтый цвет, большой удельный вес и другие известные свойства. По их (алхимиков) мнению свойства образуют тела. Хотя в действительности, тела обладают свойствами (всем нам теперь это кажется само собой разумеющимся). Поэтому не свойства являются элементами и соответственно его (тела) первичными составными частями. Настоящие элементы – сами вещества с присущими им свойствами. Но вещества простейшие, не состоящие из еще более простых веществ. Причем, глядя из современных научных вершин, из простейших веществ с присущими только им характерными свойствами, а не из элементарных частиц. Вот такое новое **учение об элементах** предложил в 1661 году знаменитый английский ученый Роберт Бойль (1627–1691 гг.), ставший в 1680 году президентом такой известной во всем мире научной организации как Лондонское Королевское общество [1, 6]. Это учение оказалось большим вкладом в физическую и химическую

науку, обессмертившим имя Р. Бойля в их истории. Кроме того, он первым получил в чистом виде такой химический элемент как белый фосфор Р. Учение Р. Бойля об элементах – простейших веществах было крупнейшим достижением физики и химии за почти 20 веков, прошедших со времен великого ученого древности грека Аристотеля и его античного учения о первоэлементах (огня, воздуха, воды и земли) [3, 7]. Разрушив алхимические "начала" и средневековые ошибочные представления об элементах-свойствах, Р. Бойль расчистил и исторически подготовил место для построения здания новой химии – науки о превращениях веществ в микро– и макрообъемах.

## 3. УЧЕНИЕ ОБ АТОМАХ

Наблюдая разнообразные явления природы, древнегреческий философ Демокрит, стремящийся проникнуть в тайны строения земного вещества, пришел к важному выводу, что все вещества имеют зернистую прерывистую внутреннюю структуру. Он утверждал [3, 7], что все в мире состоит из бесчисленного множества разнообразных мельчайших частичек, разделенных между собою пустотой (в современном представлении "вакуумом", происходящим от латинского слова "vacuum" – "пустота" [2]). Эти частички ничтожно малы и недоступны зрению человека. Поэтому макротела и кажутся человеку сплошными. Эти частички существуют вечно, они никогда не возникают и никогда не уничтожаются. Эти частички находятся в постоянном движении, то соединяясь друг с другом, то разлетаясь в разные стороны. По Демокриту эти частички не состоят из более мелких и простых частей. Поэтому Демокрит и назвал эти частички, из которых состоят все физические тела, "атомами" (это понятие происходит от греческого слова "atomos" – "неделимый" [2]). Здесь будет уместным привести глубокое по содержанию и короткое по форме знаменитое высказывание самого Демокрита [3]: *"Обыкновенно мы говорим о сладком и горьком, о теплом и холодном, о цвете и запахе. В действительности же существуют только атомы и пустое пространство"*. Великая догадка Демокрита, высказанная им почти 2,5 тысячи лет тому назад, на много веков так и оставалась только догадкой (гипотезой), не превратившейся в научную теорию. Только в 18-ом столетии великий русский физик и химик Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765 гг.) с проницательностью гения обратился к зернам истины, содержащимся в трудах Демокрита в учении об атомах. В руках академика Петербургской Академии наук (ПАН) по кафедре химии М.В. Ломоносова атомное учение впервые становится орудием научного исследования. Атомистическая теория строения физических тел нашла свое прямое научное применение в его диссертации *"Размышления о причине теплоты и холода"*, написанной им в 1744 году и зачитанной в январе 1745 года на заседании ПАН [3, 7]. Данная диссертация в 1747 году была послана на отзыв проживающему за границей в г. Берлине действительному члену ПАН, ученому с мировым именем Леонарду Эйлеру (1707–1783 гг.). В 1750 году диссертация М.В. Ломоносова была напечатана в журнале *"Новые комментарии император-*

ской Петербургской Академии наук" на латинском языке и разслана всем иностранным академиям. Выдающаяся научная работа русского ученого получила широкую известность в научном мире. Новые научные взгляды М.В. Ломоносова зачастую были противоположны принятым западными "великими мужами" от науки. После нескольких лет острых дискуссий на европейской научной "кухне" по диссертации М.В. Ломоносова и положительного отзыва на нее великого Л. Эйлера молекулярно-кинетическая теория теплоты М.В. Ломоносова стала завоевывать все больше своих приверженцев. Появление теории теплоты, разработанной русским ученым, было величайшим событием в истории физики [4, 7]. Впервые к научному объяснению физического явления нагрева тела была применена атомная теория, объясняющая теплоту через движение атомов и молекул вещества. Основываясь на учении об атомах, М.В. Ломоносов далее в 1748 году создал теорию упругости воздуха. Сейчас эта усовершенствованная теория называется молекулярно-кинетической теорией газов. Пользуясь этой теорией, он осуществил математический вывод химического закона Бойля-Мариотта, открытого его авторами опытным путем. В 1753 году М.В. Ломоносов доложил на заседании ПАН свою новую работу "Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих" [7, 8]. В этой работе он представил первую в мире теорию **атмосферного электричества** и объяснил ряд загадочных явлений природы (например, резкие похолодания после оттепели зимой и летние грозы). В основу этих явлений М.В. Ломоносов положил состояние воздуха, являющегося смесью газов и скоплением беспорядочно движущихся частичек и входящих в состав его газов атомов. Восходящие и нисходящие потоки воздуха и определяют, по его мнению, эти явления природы. В то далекое время он писал [3, 7]: "В восходящем потоке воздуха частички насыщающих воздух паров скорым встречным движением сражаются, трутся, электрическую силу рождают, которая, распространяясь по облаку, весь оный занимает". Электрические заряды, накопленные в большом количестве атмосферным облаком таким электрофизическим путем, и вызывают по Ломоносову грозные электрические разряды (молнии). Эти научные работы великого русского физика (химика) М.В. Ломоносова доказали всему просвещенному миру то, что **учение об атомах** вещества является истинным фундаментом физической науки и химии.

#### 4. УЧЕНИЕ О ВАЛЕНТНОСТИ АТОМОВ

В 1853 году английский химик Франкланд, изучая соединения металлов с органическими "радикалами" (одинаковыми группами атомов или строительными "блоками" длинных органических молекул), установил, что атом металла может удерживать возле себя лишь строго определенное число этих "радикалов". Например, атом натрия *Na* имеет способность к соединению (имеет химическую емкость насыщения) только с одним таким "радикалом". Атом цинка *Zn* имеет емкость насыщения уже вдвое большую. У атома алюминия *Al* эта емкость простирается до трех "радикалов". Определенной химической емкостью

насыщения, то есть свойством соединяться лишь со строго определенным числом "радикалов" или атомов другого вещества, обладают все химические элементы. Открытие англичанина Франкланда по-новому осветило понятие химического "сродства" элементов – способности атомов к соединению друг с другом. Теперь получалось, что у атомов химическое "сродство" разделено на определенные, равные между собой и одинаковые для атомов любых химических элементов порции. Соединение между атомами не образуется, пока каждая из этих порций не будет насыщена соответствующей порцией химического "сродства" другого атома. Число же этих порций или единиц "сродства" характерно для каждого химического элемента. Оказывается как все просто в механизме атомных соединений! Но за этой простотой прячутся долгие столетия кропотливой работы лучших умов мира. Способность обладать определенным числом единиц (порций) химического "сродства", то есть способность присоединять к себе лишь строго определенное число атомов ("радикалов"), в середине 19-го столетия ученые-химики называли "атомностью", а впоследствии – "**валентностью**" химических элементов [3, 7].

В этой связи химические элементы, емкость насыщения которых была равна одной единице (порции) химического "сродства" получили название **одновалентных** элементов (например, литий *Li*, натрий *Na* и другие). Элементы же, атомы которых способны удерживать возле себя два одновалентных атома (например, цинк *Zn*, кислород *O* и другие), стали именоваться **двухвалентными** элементами и т.д. Валентность стала одним из важнейших свойств химических элементов. Учение о валентности атомов было в 1858 году использовано выдающимся русским химиком, профессором ведущего учебного заведения России Казанского университета Александром Михайловичем Бутлеровым (1828–1886 гг.) при создании им главной теории органической химии – структурной теории [3, 9]. Так как каждому атому вещества свойственна определенная валентность, рассуждал А.М. Бутлеров, то вступая в химическое соединение, атомы затрачивают все свои валентности на связь друг с другом. Образующаяся в результате такого химического соединения молекула является не случайным нагромождением атомов. Взаимно насыщая свои валентности, атомы вещества по Бутлерову вынуждены располагаться в составе молекулы в строгом порядке. Вот в этом вкратце и заключается главная физико-химическая сущность структурной теории или теории соединения А.М. Бутлерова [3, 9]. Он в 1861 году на 36-ом съезде немецких естествоиспытателей в докладе "**Нечто о химическом строении тел**" о новых задачах химии говорил [3]: "**Формулы на основе теории типов (типические формулы) должны выйти из употребления. Пора основать понятия наши о химических свойствах веществ на идеях валентности и химического строения**". Научная идея русского ученого-химика А.М. Бутлерова о построении молекул по законам валентности указала химической науке и ее истинным сторонникам верный путь к выяснению зависимости между строением молекул вещества и свойствами физических тел из них состоящих.

## 5. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЕЕВА

Именно теми основными теоретическими звеньями в "цепи" научного поиска, ведущего молодого русского ученого-химика Дмитрия Ивановича Менделеева (1834–1907 гг.) к открытию им в 1869 году основного закона атомов химических элементов, как раз и оказались приведенные и вкратце описанные нами выше: во-первых, учение об химических элементах; во-вторых, учение об атомах химических элементов; в-третьих, учение о валентности атомов. С учетом этих учений талантливому Д.И. Менделееву (рис. 1) стало ясно, что каждый химический элемент может быть охарактеризован двумя важнейшими свойствами: весом и валентностью его атомов. Рассматривая эти свойства для различных веществ, Д.И. Менделеев обратил внимание на глубокую разницу в характере изменения этих свойств для химических элементов.



Рис. 1. Д.И. Менделеев (1834–1907 гг.)

По атомному весу все известные ему в количестве 63 названий элементы (виды или сорта атомов) различались в широком пределе. Наряду с легчайшим атомом водорода *H* имелись и тяжелые атомы, вес которых в 200 с лишним раз был тяжелее веса атома водорода (например, урана *U*). В тоже время валентность атомов различных химических элементов численно изменялась в достаточно узких пределах: от 1 до 7 (к концу 19-го столетия было установлено, что при нулевой валентности группа элементов практически не вступала в химические реакции и образовывала так называемые "благородные" газы – гелий *He* и другие). В настоящее время нам точно известно, что валентность атомов вещества определяется числом неспаренных связанных электронов на внешних *s*- и *p*-электронных оболочках (энергетических уровнях) атомов [10, 11]. Максимальное число валентных электронов в атомах может составлять восемь. Образование таких полностью заполненных связанными электронами подоболочек в атомах приводит к созданию устойчивых внешних электронных слоев и соответственно к появлению устойчивых химических элементов (восьмой группы элементов). Именно валентные электроны и определяют химические свойства атомов и молекул. Во времена творческой работы Д.И. Менделеева в области систематизации химических элементов эти научные положения были не известными (да и сам электрон еще не был открыт). Русскому ученому для облегчения работы пришлось выписать на картонных карточках названия некоторых химических элементов с одинаковой валентно-

стью [3, 7]: *одновалентные* – натрий *Na*, калий *K*, литий *Li*; *двухвалентные* – кальций *Ca*, магний *Mg*, барий *Ba*; *трехвалентные* – алюминий *Al*, бор *B*; *четырёхвалентные* – углерод *C*, кремний *Si*; *пятивалентные* – азот *N*, фосфор *P*, мышьяк *As*; *шестивалентные* – кислород *O*, сера *S*, селен *Se*; *семивалентные* – хлор *Cl*, фтор *F*, бром *Br*. Было видно, что элементы каждой из этих групп валентности очень схожи по своим химическим свойствам. Если *одновалентные* – типичные металлы, то *семивалентные* – типичные неметаллы (галогиды). Промежуточные по валентности элементы, например, из группы *четырёхвалентных* (углерод *C* и кремний *Si*) – "стоят" на распутье между металлами и неметаллами. Д.И. Менделеев в соответствии с данными истории науки и техники обратил свое пристальное внимание на резко отличающиеся свойства *одновалентных* щелочных металлов (натрия *Na*, калия *K*, лития *Li*) и *семивалентных* галогидных неметаллов (хлора *Cl*, фтора *F*, брома *Br*). Все галогиды были электроотрицательными атомами, а щелочные металлы – электроположительными атомами. Идя по пути таких сопоставлений химических элементов, выдающийся русский ученый Д.И. Менделеев пришел к важному выводу о том, что существует естественная последовательность элементов, характеризующаяся тем, что в ней при переходе от одного сорта атомов к другому свойства атомов изменяются строго закономерно. Поэтому он в 1869 году весьма обоснованно заключил [3, 7]: "*Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную периодичность их свойств. Сопоставление элементов по величине атомного веса соответствует атомности (валентности) их и, до некоторой степени, различию химического характера, что видно ясно в ряде литий *Li*, бериллий *Be*, бор *B*, углерод *C*, азот *N*, кислород *O*, фтор *F* и повторяется в других рядах*". Такой исторически была первая словесная формулировка открытого нашим бывшим соотечественником Д.И. Менделеевым *великого периодического закона*, ставшего важнейшим законом природы и сыгравшего фундаментальную роль в развитии мировой химии, атомной и ядерной физики.

В качестве более доступного для многих комментария к этому закону следует сказать, что сущность открытого Д.И. Менделеевым периодического закона атомов химических элементов заключается в том, что в естественной последовательности элементов, расположенных по мере изменения (как правило, по мере возрастания) величины их атомного веса, свойства одних элементов периодически повторяют свойства других, отличаясь от них лишь степенью проявления этих свойств. Эта периодическая повторяемость свойств атомов в естественной последовательности химических элементов и есть основной закон атомов [3, 7]. Д.И. Менделеев открытый им закон в области физической химии назвал периодическим законом, а естественную последовательность химических элементов – *периодической системой элементов* [7]. Так обобщение русским ученым трех главных достижений химической науки за все ее предшествующее существование (напомним, что это – учение об химических элементах, учение об атомах и учение о валентности атомов) и привело его к открытию этого великого закона химии и физики.

Первый вариант периодической системы хими-

ческих элементов (рис. 2) Д.И. Менделеевым был завершен 1 марта 1869 года (по новому стилю) [3, 7]. Эта дата и вошла в историю мировой науки как день открытия *периодического закона Менделеева*.

## ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182	
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4.	
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.	
		Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199.	
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sh = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,4	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Tb = 118?		

Рис. 2. Первый вариант периодической системы Менделеева

Этот вариант периодической системы химических элементов и был разослан Д.И. Менделеевым многим русским и иностранным ученым в начале марта 1869 года [3, 7]. Первый вариант своей ставшей в скором времени известной таблицы под заглавием "*Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве*" был опечатан на русском (см. рис. 2) и французском языках. Гениальность этого русского ученого проявилась и в том, что он сразу оценил фундаментальное значение своего научного открытия для химической и физической наук. Загадочные знаки вопросов на этой таблице (см. рис. 2) разъяснились на заседании Русского химического общества (РХО), состоявшемся 18 марта 1869 года в г. Петербурге. Д.И. Менделеев из-за болезни не присутствовал на этом историческом заседании РХО. Его научный доклад "*Соотношение химических свойств с атомным весом элементов*" прочел от его имени профессор Петербургского университета Николай Александрович Меншуткин [3,7]. В этом сообщении Д.И. Менделеев изложил историю рассматриваемого им вопроса и те причины, которые побудили его заняться этим важным исследованием. Вот тут-то и узнали присутствующие на заседании РХО то, что открытый Д.И. Менделеевым периодический закон дает возможность [3, 7]: 1) по-новому подойти к изучению известных химических элементов; 2) исправить неверно определенные атомные веса ряда химических элементов; 3) предсказать существование не открытых еще химических элементов. Из периодического закона Менделеева следовало, что если некоторые из членов его естественной последовательности элементов отсутствуют, то это не потому, что они не существуют в природе, а только потому, что они пока еще не открыты учеными. Поэтому Д.И. Менделеев в своей таблице (см. рис. 2) там, где естественная последовательность атомов нарушалась из-за отсутствия

таких неоткрытых пока химических элементов, и оставил пустые места, отмеченные им знаком вопроса. Открытие Д.И. Менделеева выводило науку об атомах вещества из "смутного" периода, оно давало химикам (физикам) возможность проверять и уточнять атомные веса (массы) химических элементов в соответствии с их положением в периодической системе Менделеева. Автор этого фундаментального открытия в скором времени продемонстрировал научному миру эту возможность на примере атома урана *U* (в таблице на рис. 2 этот атом тогда имел атомный вес или атомную массу 116). 15 декабря 1870 года Д.И. Менделеев в докладе на заседании РХО предложил изменить этот атомный вес урана *U* на число 240 (согласно современным уточненным данным этот стабильный радиоактивный элемент имеет атомную массу, равную 238 [12]). Именно атомный вес числом 240, указывал Д.И. Менделеев, ставит уран *U* на свое место в одну группу с родственными ему элементами. С поразительной точностью и отчетливостью Д.И. Менделеев на основе своей таблицы химических элементов сделал еще ряд смелых научных предсказаний относительно неоткрытых пока элементов [3, 7]. *Во-первых*, по его мнению, между кальцием *Ca* с атомным весом (атомной массой) 40 (современное значение 40,08 [12]) и титаном *Ti* с атомным весом 50 (современное значение 47,90 [12]) в группе элемента бора *B* должен находиться недостающий элемент с атомным весом 45. Этот элемент он предлагал назвать экабором (следующим за бором *B*). *Во-вторых*, за кремнием *Si* в его группе должен следовать новый элемент экасилиций с атомным весом 72. *В-третьих*, за алюминием *Al* в его группе должен следовать такой элемент как экаалюминий (следующий за алюминием *Al*) с атомным весом 68. Что касается экабора Менделеева, то он был открыт в 1880 году шведским химиком Л. Нильсеном и назван скандием *Sc* (в честь географической родины его открытия – Скандинавии) с атомным весом 44,10 (современное значение 44,95 [12]). Экаалюминий Менделеева, предсказанный русским ученым в 1872 году, был открыт в 1875 году французским химиком Л. Буабодраном и назван в честь древнего названия Франции (Галлии) – галлием *Ga* с атомным весом 70,0 (современное значение 69,72 [12]). Экасилиций Менделеева был открыт немецким химиком Винклером в 1885 году и назван германием *Ge* (в честь родины открытия – Германии) с атомным весом 72,50 (современное значение 72,59 [12]). Только в 1875 году (через три года после публикации соответствующей статьи Д.И. Менделеева в немецком химическом журнале [3, 7]) иностранные химики обратили серьезное внимание на периодический закон Менделеева. Случай с прогнозируемым русским ученым открытием галлия *Ga* французского ученого Л. Буабодрана показывал, что игнорировать дальше пионерские работы в области физической химии русского ученого-химика Д.И. Менделеева нельзя. Указанные выше открытия новых химических элементов убедительно доказывали научному миру справедливость учения Д.И. Менделеева о периодичности свойств элементов.

Слишком резкий скачок в свойствах атомов при переходе в естественной последовательности химических элементов от фтора *F* к натрию *Na* и от хлора *Cl* к кальцию *Ca* ясно указывали Д.И. Менделееву на существование целой группы пока неизвестных науке

элементов. И действительно, такие химические элементы вскоре были открыты. Так, в 1895 году английский химик В. Рамсэй выделил новый газообразный элемент – гелий *He* с атомным весом 4,0 (современное значение 4,002 [12]), оказавшийся переходным элементом между неметаллами (галоидами) и металлами [3, 7]. Этот химический элемент с нулевой валентностью был совершенно инертен – его атомы не соединялись ни друг с другом, ни с какими-либо иными атомами вещества. За это свойство гелий *He* и получил название "благородного" газа. По прошествии небольшого времени учеными-химиками были открыты новые представители группы "благородных" газов: неон *Ne*, аргон *Ar*, криптон *Kr* и ксенон *Xe*, которые придали периодической системе Менделеева большую стройность и определенную упорядоченность.

Не меньший триумф ожидал Д.И. Менделеева в связи с его другими научными предсказаниями в рядах тяжелых металлов [3, 7]: существование элемента, аналогичного по свойствам теллуру *Te* и с атомным весом большим, чем у висмута *Bi*; существование элемента, схожего по свойствам цезию *Cs*, и элемента, схожего с барием *Ba*, атомные веса которых равны около 210-230; между радиоактивными элементами торием *Th* и ураном *U* следует ожидать существование элемента с атомным весом 235. Поразительно то, что все эти химические элементы были найдены в природе и описаны. Элементом, "аналогичному теллуру *Te*", оказался радиоактивный полоний *Po* (был назван в честь Польши) с атомным весом 209, открытый выдающимися французскими учеными Марией и Пьером Кюри в 1898 году [7, 13]. Элементом, "схожим с цезием *Cs*" и с атомным весом 210-230, оказался выделенный французскими учеными в 1939 году радиоактивный франций *Fr* (был назван в честь Франции) с атомным весом (атомной массой) 223 [3, 7]. Элементом, "схожим с барием *Ba*" и с атомным весом 210-230, оказался впервые выделенный также знаменитыми французскими супругами Кюри в 1898 году радий *Ra* (название этого серебристо-белого радиоактивного металла произошло от латинского слова "*radius*" – "луч" [2]) с атомным весом 226 [7, 13]. И наконец, радиоактивный элемент "между торием *Th* и ураном *U*" был открыт в 1918 году и назван протактинием *Pa* с атомным весом 231 [3, 7]. Приведенные выше тяжелые металлы, существование которых вытекало из периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, обладали новым свойством радиоактивности и изучение в дальнейшем их физико-химических свойств оказало огромное влияние на развитие мировой науки и техники.

Имело ли открытие предсказанных Д.И. Менделеевым на основе периодического закона новых химических элементов чисто электротехническое значение? Да, имело. Когда в 20-х годах минувшего столетия для развития электротехники потребовались новые материалы с техническими характеристиками, превосходящими свойства металла вольфрам *W*, то данный закон подсказал специалистам, что искать такой металл необходимо в одной группе с марганцем *Mn*. В 1925 году такой элемент был открыт немецкой четой Вальтером и Идой Ноддак и назван рением *Re* [3, 7]. Из него действительно получались превосходные нити для электрических лампочек накаливания.

Когда к концу 19-го столетия подтвердились

многие научные предсказания Д.И. Менделеева о новых неоткрытых химических элементах и весь научный мир громко "заговорил" о периодическом законе, то замалчивать великое открытие русского ученого было уже просто невозможно. Вот тогда-то западные "мудрецы" от науки стали делать любые попытки и шаги, чтобы отобрать (нагло украсть) у Д.И. Менделеева приоритет и славу первооткрывателя периодического закона, а у России – право называться родиной великого научного открытия. Так, во Франции вспомнили, что в 1863 году их геолог Б. Шанкуртуа сообщил Парижской Академии наук о своей попытке расположить химические элементы в определенном порядке по спиральной линии, намотанной на боковой поверхности цилиндра [3]. По Шанкуртуа получалось, что химические элементы со схожими свойствами должны располагаться через каждые 16 мест. Автор этого предложения не смог объяснить французским ученым причины такого размещения элементов и тех преимуществ, которые дает его "система" элементов для химической науки. Поэтому сообщение Б. Шанкуртуа даже не было опубликовано в научных трудах французской академии. Его просто отправили в архив. В 1869 году это сообщение французскими учеными было извлечено из академического архива и использовано для доказательства того, что вовсе не русский ученый-химик Д.И. Менделеев открыл периодический закон, а француз Б. Шанкуртуа. Английские ученые-химики также припомнили доклад в 1866 году своего соотечественника Дж. Ньюлэнда в Английском химическом обществе (АХО). В этом докладе молодой английский ученый сообщал о замеченной им повторяемости свойств химических элементов через каждые восемь мест, если располагать их в порядке возрастания атомного веса [3]. Некоторые участки таблицы химических элементов Дж. Ньюлэнда были похожи на соответствующие участки периодической системы элементов Д.И. Менделеева (см. рис. 2). Ошибок в таблице Дж. Ньюлэнда было так много, что ему было отказано в печати его доклада в научных трудах АХО. Тем не менее, это не помешало англичанам в 1882 году провозгласить Дж. Ньюлэнда, а не Д.И. Менделеева автором периодического закона атомов. В Германии в 1880 году, когда значение великого открытия Д.И. Менделеева стало общепризнанным, вспомнили о рукописи немецкого профессора Л. Мейера, написанной якобы им в 1868 году и напечатанной в 1870 году (через год после появления в немецком журнале соответствующей статьи Д.И. Менделеева [3, 7]). Таблица химических элементов Л. Мейера довольно близко напоминала таблицу периодической системы элементов Д.И. Менделеева (см. рис. 2). Сам Л. Мейер в своей статье был неуверен в работоспособности его таблицы элементов и просил ученых не придавать ей большого значения. Данные истории науки и техники говорят о том, что именно из-за такого заявления немецкого ученого Л. Мейера в западной Европе и затормозилось признание периодического закона химических элементов, открытого в России [3, 7]. Несмотря на это обстоятельство, немецкие научные круги стали объявлять Л. Мейера творцом данного закона. Архивные исторические материалы свидетельствуют о том, что Д.И. Менделеев не гнался за личной славой первооткрывателя этого великого закона природы. Но примириться с попытками

отобразить у России приоритет открытия периодического закона атомов он не мог. В 1906 году незадолго до своей кончины Д.И. Менделеев по поводу периодического закона элементов написал [3, 7]: "Увидев периодический закон, я со своей стороны в 1869–1871 годах вывел из него такие логические следствия, которые могли показать – верен ли он или нет. К числу их относится предсказание свойств неоткрытых элементов и исправление атомных весов многих, мало в то время обследованных элементов. Без такого способа испытаний не может утвердиться ни один закон природы. Ни Б. Шанкуртуа, которому французы приписывают право на открытие периодического закона, ни Дж. Ньюлэндс, которого выставляют англичане, ни Л. Мейер, которого цитировали иные как основателя периодического закона, не рисковали предугадать свойства неоткрытых элементов, изменить принятые атомные веса атомов и вообще считать периодический закон новым, строго поставленным законом природы, могущим обхватывать еще доселе не обобщенные факты, как это сделано мной с самого начала в 1869 году".

Периодический закон химических элементов, касающийся основ природы и раскрывающий самые глубокие ее тайны, выдержал длительное испытание временем. Последующие успехи мировой науки в 20-ом столетии в области атомной и ядерной физики полностью подтвердили то, что этот закон является фундаментальным законом материи. Со времени его открытия учеными мира было найдено в природе свыше 40 новых химических элементов с самыми разнообразными физико-химическими свойствами. Периодическая система элементов служила и служит в настоящее время руководящей научной "нитью" при открытии новых трансураниевых элементов. Новая современная формулировка периодического закона, говорящая о том, что свойства химических элементов являются периодической функцией величины положительного **электрического заряда ядра атомов**, не внесла никаких принципиальных изменений в знаменитую таблицу периодической системы элементов. Мировое научное сообщество, в конце концов, признало, что данный закон является периодическим законом выдающегося русского ученого Д.И. Менделеева [7, 12]. В знак этого признания американские ученые после открытия ими в 1955 году химического элемента под номером 101 назвали его менделевием *Md* и заявили, что ими это сделано "в знак признания пионерской роли великого русского химика Дмитрия Менделеева, который первым использовал периодическую систему для предсказания химических свойств еще не открытых элементов – принцип, который послужил ключом к открытию последних" [7].

Поэтому подытоживая представленную выше краткую занимательную историю великого научного открытия человечества можно заключить, что периодический закон химических элементов оказался не только основой научной систематики различных атомов вещества (да и их химических соединений), но и научным "ключом" к познанию безграничных тайн устройства атомов (молекул) материи природы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климов А.А. Большая книга знаний. – Харьков: Веста, 2010. – 160 с.
2. Большой иллюстрированный словарь иностранных слов. – М.: Русские словари, 2004. – 957 с.
3. Степанов Б. История великого закона. – М.: Молодая гвардия, 1952. – 327 с.
4. Выдающиеся физики мира. Рекомендательный указатель / Научн. ред. Б.Г. Кузнецов. – М.: Типография Б-ки им. В.И. Ленина, 1958. – 436 с.
5. Баранов М.И. Майкл Фарадей и его научные заслуги перед человечеством // *Электротехника і електромеханіка*. – 2009. – № 6. – С. 5-12.
6. Скляренко В.М., Сядро В.В. Открытия и изобретения. – Харьков: Веста, 2009. – 144 с.
7. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1974. – 312 с.
8. Баранов М.И. Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах. Том 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира. – Харьков: Изд-во НТУ "ХПИ", 2008. – 252 с.
9. Бутлеров А.М. Избранные работы по органической химии. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 688 с.
10. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1990. – 624 с.
11. Баранов М.И. Электроны и земная цивилизация // *Электротехника і електромеханіка*. – 2009. – № 5. – С. 3-12.
12. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 864 с.
13. Кюри Е. Мария Кюри / Пер. с франц. – М.: Атомиздат, 1979. – 320 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Klimov A.A. Bolshaja kniga znani'. – Harkov: Vesta, 2010. – 160 s. 2. Bolsho' illjustririvann'i' clovar inostrann'ih clov. – M.: Rucckie clovari, 2004. – 957 s. 3. Stepanov B. Istoriija velikogo zakona. – M.: Molodaja gvardija, 1952. – 327 s. 4. V'ida-juschiecia fiziki mira. Rekomendatel'n'i' ukazatel' / Nauchn. red. B.G. Kuznetsov. – M.: Tipografija B-ki im. V.I. Lenina, 1958. – 436 s. 5. Baranov M.I. Ma'kl Farade' i ego nauchn'ie zaclugi pered chelovechectvom // *Elektrotehnika i elektromehaniika*. – 2009. – № 6. – С. 5-12. 6. Ckljarenko V.M., Cjadro V.V. Otkr'itija i izobretenija. – Harkov: Vesta, 2009. – 144 s. 7. Kudrjajtsev P.C. Kurc iclorii fiziki. – M.: Procveschenie, 1974. – 312 s. 8. Baranov M.I. Izbrann'ie voproc'i elektrofiziki: Monografija v 2-h tomah. Tom 1: Elektrofizika i v'ida-juschiecia fiziki mira. – Harkov: Izd-vo NTU "HPI", 2008. – 252 s. 9. Butlerov A.M. Izbrann'ie robot'i po organichecko' himii. – M.: Izd-vo AN CCCR, 1951. – 688 s. 10. JAvorcki' B.M., Detlaf A.A. Spravochnik po fizike. – M.: Nauka, 1990. – 624 s. 11. Baranov M.I. Elektron'i i zemnaja tsivilizatsija // *Elektrotehnika i elektromehaniika*. – 2009. – № 5. – С. 3-12. 12. Kuzmichev V.E. Zakon'i i formul'i fiziki / Otv. red. V.K. Tartakovcki'. – Kiev: Naukova dumka, 1989. – 864 s. 13. Kjuri E. Marija Kjuri / Per. c frants. – M.: Atomizdat, 1979. – 320 s.

Поступила 30.11.2010

Баранов Михаил Иванович, д.т.н., с.н.с.  
НИПКИ "Молния"  
Национального технического университета  
"Харьковский политехнический институт"  
61013, Харьков, ул. Шевченко, 47  
тел. (057) 707-68-41, e-mail: eft@kpi.kharkov.ua

*M.I. Baranov*  
**An anthology of outstanding achievements in science and technology. Part 1: discovery of periodic law of chemical elements.**

A brief outline from the history of discovery of the basic fundamental law of nature, Mendeleev law, that reveals essential intrinsic secrets of the universe, is given.

**Key words – outline, history, periodic law, chemical elements.**