

Научная жизнь
Academic Life

DOI: 10.31857/S020596060007332-7

**150 ЛЕТ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА:
ОБЗОР ЮБИЛЕЙНЫХ ВЫПУСКОВ ЖУРНАЛОВ «НЕЙЧУР»
И «САЙЕНС»**

ЖЕЛТОВА Елена Леонидовна — Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН; Россия, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14;
E-mail: eleberle@gmail.com

В декабре 2017 г. Генеральная ассамблея Организации Объединенных Наций провозгласила 2019 г. Международным годом периодической таблицы химических элементов. Ведущие зарубежные научные журналы «Нейчур» (*Nature*) и «Сайенс» (*Science*) откликнулись на резолюцию ООН специальными выпусками. В данном обзоре мы познакомим читателей с теми публикациями в них, которые представляют интерес для историков науки.

Авторитетный британский междисциплинарный научный журнал «Нейчур» посвятил 150-летию периодической таблицы элементов специальный январский выпуск, названный «За пределами периодической таблицы»¹. В редакционной статье «Чествования периодической таблицы»² отдается дань уважения научным заслугам Дмитрия Ивановича Менделеева, который в 1869 г. совершил прорыв в разработке классификации



Рис. 1. Юбилейный номер журнала «Нейчур», посвященный 150-летию периодической таблицы Д. И. Менделеева

химических элементов и заложил основы знаменитой периодической системы. В качестве предшественников Менделеева называются французский геолог и химик Александр Эмиль Шанкуртуа,

¹ Nature. 2019. Vol. 565. Iss. 7741.

² Periodical Celebrations // Ibid. P. 535.

английский химик Джон Ньюлендс и немецкий химик Юлиус Лотар Мейер.

Авторы отмечают, что внимание мирового научного сообщества таблица Менделеева привлекла после открытия галлия, скандия и германия, т. е. после того, как была доказана ее предсказательная сила. Вплоть до настоящего времени таблица продолжает заполняться новыми элементами в точном соответствии с их атомным числом. В ближайшие пять лет ожидается открытие 119 и 120 элементов, которые будут первыми в новом ряду сверхтяжелых элементов. Периодическая таблица Менделеева является впечатляющим научным достижением еще и потому, что она была создана за много лет до открытия электрона, протона и строения атома.

Заключительный посыл статьи отталкивается от наблюдения, что таблица химических элементов является не только эффективным систематизирующим обучающим пособием для студентов и необходимым ориентирующим материалом для исследователей. Ее история содержит удивительные сюжеты, демонстрирующие 150-летнюю связь науки и общества, то, как таблица Менделеева проникала в разнообразные сферы человеческой культуры: от названий книг и песен, до изображений на футболках и галстуках. Статья завершается призывом к ученым в юбилейный год глубже осмыслить «чарующую массы людей силу периодической таблицы», осознать важность этой уникальной таблицы,

упорядочивающей все известные «атомные строительные блоки Вселенной».

В следующем разделе журнала опубликована статья Б. ван Тиггелен³ и А. Ликнес⁴ о вкладе женщин в развитие периодической системы⁵. Здесь фактически кратко представлен обширный материал монографии «Женщины и их химические элементы: вклад женщин в периодическую систему», соредакторами которой являются авторы статьи и которая вышла в издательстве «Уорлд сайентифик» в августе 2019 г.⁶ В статье показаны различные стороны участия женщин в исследовании химических элементов. Авторы обращают внимание на то, что все они работали в тесном сотрудничестве с другими учеными и что их индивидуальный вклад часто невозможно выделить. Так, отдавая пальму первенства Марии Кюри, которая в 1897 г. обнаружила урановую руду с излучением, которое нельзя было объяснить присутствием одного лишь

³ Бриджит ван Тиггелен — историк химии, председатель рабочей группы по истории химии Европейского химического общества, директор по связям с Европой в Институте истории науки в Филадельфии, США.

⁴ Аннет Ликнес — профессор химии в Норвежском университете науки и техники, заместитель председателя рабочей группы по истории химии Европейского химического общества.

⁵ *Tiggelen, B., Lykknes, A. The Women behind the Periodical Table // Nature. 2019. Vol. 565. Iss. 7741. P. 559–561.*

⁶ *Women in Their Element: Selected Women's Contributions to the Periodic System / A. Lykknes, B. Tiggelen (eds.). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2019.*

урана, авторы подчеркивают, что в 1898 г. Мария Кюри уже вместе с Пьером Кюри получила спектральные линии новых элементов — радия и полония, а спустя три года им удалось выделить радий. Рассказывая о канадском физике Гарриет Брукс, авторы отмечают, что, работая под руководством Эрнеста Резерфорда, она указала на существование нового элемента, позже названного радон. Об австрийском физике Лизе Мейтнер сообщается, что она в 1918 г. открыла 91-й элемент таблицы — протактиний совместно с немецким химиком Отто Ганом. В 1925 г. 75-й элемент таблицы, рений, был открыт немецким химиком Идой Ноддак совместно с мужем Вальтером Ноддаком при участии ассистента Отто Берга.

В статье присутствуют и не слишком известные в истории химии сюжеты. Так, упоминается, что именно шотландский врач Маргарет Тодд во время банкета предложила британскому химику Фредерику Содди, в 1913 г. высказавшему идею об изотопах, сам термин «изотоп», и что экспериментально существование изотопов подтвердила польский химик Стефани Хоровиц.

Среди упомянутых в статье есть и одна из первых русских женщин-химиков Юлия Лермонтова. Она занималась химией в Гейдельберге в лаборатории Роберта Бунзена и в 1874 г. стала первой женщиной, удостоенной степени доктора химических наук в Германии. После того как Менделеев создал таблицу элементов, Лермонтова взялась — возможно, по указанию самого ученого — за

задачу усовершенствования процессов разделения металлов платиновой группы (рутений, родий, палладий, осмий, иридий и платина).

Представленный в статье материал наиболее полно охватывает период до начала Второй мировой войны и рассказывает не только об открытии новых элементов, но и об их дальнейшем использовании. В завершении авторы пишут, что проследивание роли женщин в истории химии раскрывает более полную картину взаимодействия всех, кто работал над научными открытиями, связанными с периодической системой химических элементов, — от ассистентов и лаборантов до выдающихся ученых.

Основная историческая статья номера «Химические элементы: 2000-летняя история»⁷ историка науки из Принстонского университета Дженнифер Ремплинг⁸ знакомит читателя с предысторией возникновения атомистического взгляда на строение материи. Начав с упоминания «Физики» Аристотеля и его рассуждений о том, сколь долго можно делить кусочек золота, чтобы золото все еще оставалось золотом, Рэмплинг обращает внимание на его рассуждения о «естественном минимуме» вещества, при дальнейшем разделении

⁷ *Rampling, J. Elements: A 2,000-Year Story // Nature. 2019. Vol. 565. Iss. 7741. P. 563–565.*

⁸ Дженнифер Рэмплинг — специалист по средневековой и ранней современной науке, специализируется на истории алхимии, с 2013 г. редактор журнала «Эмбикс» (*Ambix*) — главного европейского научного журнала по истории химии и алхимии.

которого присущие ему свойства уже теряются. Она показывает, что это, казалось бы, очевидное сходство воззрений древнегреческого ученого с лежащим в основе современной химии представлением об атоме на самом деле обманчиво: Аристотель, подвергая критике более раннюю атомистическую теорию Демокрита, высказывал предположение, что все субстанции природы определены формой и соответствующей этой форме материей, которая, в свою очередь, составляется из четырех изначальных элементов — земли, воздуха, огня и воды. Автор статьи указывает, что Аристотель заимствовал идею о четырех стихиях Эмпедокла, но если у последнего эти четыре стихии неизменны, то элементы Аристотеля образовывали материальный субстрат, заполняющий мир форм, и были способны к качественному изменению. Именно эта способность элементов изменяться, согласно Аристотелю, порождает всю сложность и разнообразие мира вещей. Такой взгляд Аристотеля, хотя он и не был способен объяснить многие наблюдаемые химические реакции, лег в основу средневековой исламской и христианской натурфилософии.

Далее в статье линия истории возникновения атомистического взгляда на структуру веществ проводится через известную ртутно-серную теорию, появившуюся в VIII в. н. э. в работах, приписываемых арабскому алхимику Джабиру ибн Хайяну. После перевода в XII в. трудов Хайяна с арабского языка на латинский ртутно-серная теория стала главной теорией,

объяснявшей происхождение металлов на протяжении последующих 500 лет.

Перейдя к XVI в., автор обратилась к рассмотрению взглядов швейцарского врача Парацельса, добавившего к паре ртуть — сера еще и соль и провозгласившего, что эти три субстанции лежат в основе не только металлов, но всего материального мира. Триада Парацельса соотносилась с догматом христианской веры о Пресвятой Троице, но на практике обслуживала только нужды медицины.

Останавливаясь на представлениях первой половины XVII в., Ремплинг выделяет французского натурфилософа и священника Пьера Гассенди, возрождавшего древний атомизм в христианских рамках, и философа Рене Декарта, предложившего механистическую модель Вселенной, состоящую из движущихся частиц, воздействующих друг на друга при контакте. Так автор статьи демонстрирует возникновение различных интерпретаций идеи о лежащих в основании материального мира элементах. В качестве примера заимствования и смешения разных идей рассматривается учение фламандского химика и физиолога Яна Баптисты ван Гельмонта (1580–1644), который воспринял некоторые механистические идеи. В то же время он находился под влиянием идей Парацельса, хотя критиковал его медицину, и задавался вопросом, составляют ли ртуть, сера и соль все другие вещества или сами являются продуктами горения и химических процессов.

Подход ван Гельмонта оказал влияние на Роберта Бойля, одного из организаторов Лондонского королевского общества и «защитника механицизма», который в своем труде «Химик-скептик» (1661) высказывал, по сути, те же сомнения, что и ван Гельмонт. Автор приводит знаменитое определение «элемента» Бойля: «первоначальные и простые тела, из которых смешанные [сложные] тела состоят и на которые последние в конечном итоге могут быть разложены». Этим определением Бойль уравнивал «элементы» Аристотеля и его последователей (землю, воздух огонь и воду) и алхимические элементы-принципы (ртуть, серу и соль). Основываясь на своем определении, Бойль лишил Парацельсовы элементы-принципы статуса физических компонентов сложных тел. Бойль, указывает Ремплинг, стремился найти универсальную первозданную материю (*catholic matter*), которая соединялась бы группами и в результате составляла бы различные корпускулы (маленькие тела). Корпускулами Бойль называл наименьшие доступные человеческому познанию частицы вещества, которые сохраняют отличительные свойства веществ. То есть, подчеркивает Ремплинг, корпускулы Бойля функционально были тождественны атомам.

Завершается статья обобщающим абзацем о том, что в период зарождения науки Нового времени и химия, и медицина, и механика вносили свой вклад в решение проблемы о структуре материи. Такой плюрализм подходов продолжался вплоть до XVIII в.,

когда целый массив теоретических выкладок и экспериментов — от работ британского химика Джозефа Пристли (1733–1804) до французского химика Антуана Лавуазье (1743–1794) — в конечном итоге привел к появлению нового видения атомной структуры веществ.

Следом за статьей Ремплинг помещено эссе известного британского журналиста Тима Редфорда⁹ «Периодическая таблица»¹⁰. Эссе посвящено всемирно известным мемуарам итальянского химика и литератора Примо Леви «Периодическая система»¹¹. В 1985 г. Редфорд написал рецензию на английское издание книги Леви и теперь напоминает, что каждая из 21 биографических новелл книги носит название одного из элементов периодической системы. Профессиональная работа Леви как химика с различными химическими элементами определила его судьбу и в муссолиниевской Италии, и в Освенциме (в котором он, активный антифашист и партизан, провел 11 месяцев, а незадолго до освобождения начал работать в лаборатории по специальности), и после окончания Второй мировой войны. Названия химических

⁹ Тим Редфорд в 1980–2005 гг. занимал пост научного редактора в ежедневной британской газете «Гардиан» (*The Guardian*).

¹⁰ *Radford, T. The Periodical Table // Nature. 2019. Vol. 565. Iss. 7741. P. 565.*

¹¹ Впервые «Периодическая система» Примо Леви была опубликована в 1975 г. в Италии; в 2006 г. она была названа Королевским институтом Великобритании «лучшей научной книгой всех времен»; в 2008 г. вышла на русском языке в издательстве «Текст».

элементов становятся метафорами жизни Леви, констатирует Редфорд и выражает уверенность, что книгу будут читать и через много лет.

Еще одно историческое эссе написано британским научным журналистом Китом Чапманом и посвящено истории создания первого искусственного элемента таблицы Менделеева № 43 — экамарганца, или технеция (от греческого *τεχνητός* — «искусственный») ¹². Статья начинается с напоминания о том, что, когда Менделеев в 1869 г. создал первоначальный вариант периодической системы, в ней были оставлены незаполненные клетки, одна из которых предназначалась для элемента № 43, провидчески названного экамарганцем. В 1937 г. 32-летнему итальянскому физик Эмилио Джини Сегре удалось искусственным путем получить атом технеция. Эссе Чапмана является изложением первого сюжета его только что вышедшей книги ¹³.

Завершая обзор специального выпуска «Нейчур», отметим, что на сайте номера можно ознакомиться с публикациями журнала, касающимися периодической системы, за все годы существования журнала. Для историков науки наибольшую ценность представляет статья о Менделееве известного британского химика сэра Томаса Эдварда Торпа, написанная и опубликованная сразу после

смерти великого русского ученого ¹⁴. Текст является свидетельством того, как высоко ценились труды и деятельность Менделеева в Великобритании.

Журнал «Сайенс» посвятил 150-летию периодической системы февральский номер ¹⁵. На его обложку вынесено изображение монумента Менделееву и его периодической системе скульптора Карола Ласко, установленного в Словацком технологическом университете в Братиславе.

Во вступительном слове, предваряющем номер ¹⁶, Филип Сзуроми — старший редактор журнала, ответственный за разделы химии, физики и материаловедения, отдает дань Менделееву, подчеркивая, что периодическая система в современном мире символизирует собой не только химию, но науку в целом. Успех периодической таблицы, опубликованной в 1869 г., состоял, в частности, в том, что ученый оставил пробелы для многих еще не открытых элементов, предсказал некоторые характеристики этих элементов и тем самым положил начало целой череде научных экспериментов и гипотез.

Историческим аспектам периодической таблицы Менделеева в специальном номере «Сайенс» посвящена только статья профессора истории Принстонского университета Майкла Гордина «Упо-

¹² *Chapman, K.* The First Synthetic Element // *Nature*. 2019. Vol. 565. Iss. 7741. P. 570–571.

¹³ *Chapman, K.* Superheavy: Making and Breaking the Periodic Table. London: Bloomsbury Sigma, 2019.

¹⁴ *Thorpe, T. E.* Prof. D. I. Mendeleeff // *Nature*. 1907. Vol. 75. No. 1946. P. 371–373.

¹⁵ *Science*. 2019. Vol. 363. Iss. 6426.

¹⁶ *Szuromi, P.* Setting the Table // *Ibid.* P. 464–465.

рядочение элементов»¹⁷, автора книги о Менделееве, второе издание которой только что вышло¹⁸. Статья начинается с размышления о том, что даже люди, имеющие приблизительное знание о химии, в общих чертах представляют себе, как выглядит таблица химических элементов, а те, кто чуть больше знаком с предметом, знают, что в таблице визуаль-но отражены структуры атомного строения химических элементов, стоящих в основе всего разнообразия материального мира.

В 1869 г. ни атомистическое строение химических элементов, ни их визуальное представление в виде таблицы не были известны. И хотя до Менделеева были попытки двумерного упорядочивания химических элементов, они были неудачны, ученый, по всей видимости, о них не знал. В феврале 1869 г. Менделеев опубликовал свой вариант таблицы, которая стала общепризнанной предшественницей современной периодической таблицы химических элементов; в ее названии сохранилось прилагательное «периодическая», которое ученый заимствовал из тригонометрических функций, чтобы обозначить повторение свойств химических элементов. Гордан указывает, что связь современной периодической таблицы с таблицей Менделеева 1869 г. гораздо сложнее, чем



Рис. 2. Юбилейный номер журнала «Сайенс», посвященный 150-летию периодической таблицы Д. И. Менделеева

может показаться с первого взгляда. Он посвящает последующее изложение подробному разбору того, как следует рассматривать таблицу 1869 г. с позиции знания современной периодической таблицы, утвержденной Международным союзом теоретической и прикладной химии (ИЮПАК). Автор статьи обращает внимание на то, насколько в первоначальном варианте таблицы отразился общий уровень химической науки того времени, и подчеркивает, что Менделеев, ушедший из жизни в 1907 г., ничего не знал об атомном числе (порядковом номере химического элемента), которое спустя шесть лет после его смерти разработал и связал со строением атома английский физик Генри Мозли. В действительности, пишет Гордан, Менделеев

¹⁷ Gordin, M. Ordering the Elements // Science. 2019. Vol. 363. Iss. 6426. P. 471–473.

¹⁸ Gordin, M. D. A Well-Ordered Thing: Dmitrii Mendeleev and the Shadow of the Periodic Table. Revised Edition. Princeton: Princeton University Press, 2019.

постоянно менял свое отношение к понятию атома в целом и особенно недоверчиво относился к электрону, открытому Джоном Томсоном в 1897 г. Единственный принцип, которому следовал Менделеев при классификации химических элементов, был их атомный вес.

Автор статьи подробно рассматривает, какие изменения произвел Менделеев в своей таблице после Международного конгресса химиков 1860 г. в Карлсруэ в Германии, на котором итальянский химик Станислао Канниццаро на основе закона Авогадро предложил рационализировать определение атомных весов элементов. При этом наиболее впечатляющим достижением Менделеева Гордан считает то, что для трех элементов в таблице, расположенных под номерами 45, 68 и 70, были указаны их атомные веса, но стоял знак вопроса. К 1871 г. Менделеев в деталях предскажет их химические свойства, а вскоре эти элементы будут открыты: скандий (в 1879 г.), галлий

(в 1876 г.) и германий (в 1886 г.). Факт открытия этих трех элементов закрепил в европейском научном сообществе за Менделеевым статус первооткрывателя периодической системы.

Далее Гордан сравнивает современную таблицу элементов с первоначальной таблицей Менделеева 1869 г. и ее последующей версией 1871 г. и показывает, в чем более поздняя версия стала ближе к современной. Гордан завершает статью наблюдением о том, что периодическая таблица, 150-летие которой мы отмечаем, была создана Менделеевым в попытке систематизировать информацию о химических элементах для студентов и что современная периодическая система, весьма отличающаяся от своего прототипа, служит той же цели.

Завершая обзор, отметим, что исторические статьи рассмотренных специальных выпусков «Нейчур» и «Сайенс» проиллюстрированы рядом документов и снабжены ссылками на использовавшуюся литературу.