

Труд историка науки

10 декабря 1983 г. исполняется 80 лет со дня рождения выдающегося советского философа и историка науки академика Бонифатия Михайловича Кедрова.

Б. М. Кедров — ученый необычайно широкого профиля, многогранных интересов, редкого трудолюбия. В его исследованиях получили разработку проблемы общей термодинамики и химической атомистики, истории естествознания и психологии научного творчества, философии и современной научно-технической революции. Перу Бонифатия Михайловича принадлежит серия трудов, раскрывающих взгляды К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина на методологическое значение материалистической диалектики для развития естествознания. Им исследованы марксистская концепция истории естествознания, проблемы систематики и классификации наук, взаимосвязи естественных, общественных и технических отраслей познания.

Особое место в творчестве Б. М. Кедрова занимает изучение научной деятельности Д. И. Менделеева. Химик по образованию, Бонифатий Михайлович глубоко и всесторонне исследовал пути менделеевской мысли в работе над открытием периодического закона. Результаты его многолетних исследований нашли отражение в целом ряде публикаций, книг и статей. В публикуемых ниже воспоминаниях Б. М. Кедров рассказывает о ярких и интересных деталях своей работы над архивом Д. И. Менделеева.

Коллектив Института, редакционная коллегия и редакция журнала сердечно поздравляют Бонифатия Михайловича с юбилеем и желают ему здоровья и новых творческих успехов.

НАД МЕНДЕЛЕЕВСКИМИ РУКОПИСЯМИ

(о том, как изучалась история открытия и разработки периодического закона)

Б. М. КЕДРОВ

Два слова по поводу этих воспоминаний. В дни менделеевского юбилея мне хочется рассказать о своих работах по изучению архивного наследия великого ученого в течение нескольких лет — с начала 1949 г. по начало 1953 г. Они получили отражение в нескольких моих монографиях и публикациях трудов самого Менделеева по периодическому закону (серия «Классики науки», 1958—1960 гг.).

Как часто случается в жизни, непосредственным толчком к этим исследованиям послужило чисто случайное обстоятельство. В самом начале 1949 г. я вынужден был оставить работу в области философии, и это освободило время для изучения менделеевских рукописей. С тех пор все свое свободное время на протяжении почти пяти лет я отдал работе над рукописным архивом Д. И. Менделеева. Вместе с женой Татьяной

Николаевной Ченцовой мы регулярно ездили в Ленинград и целыми днями просиживали в Музее-архиве Д. И. Менделеева при ЛГУ, а также в других ленинградских архивах, разыскивая и собирая новые менделеевские материалы. Возвращаясь в Москву, мы работали над ними, а потом снова и снова ехали в Ленинград. В итоге нами были подготовлены два издания: «Д. И. Менделеев. Новые материалы по истории открытия периодического закона» (1950 г.) и «Д. И. Менделеев. Научный архив». Т. I. «Периодический закон» (1953 г.). Всю проделанную нами работу можно было бы разделить на две части: 1) разгадка хода менделеевской мысли при открытии периодического закона (17 февраля 1869 г. по старому стилю) и 2) разгадка хода менделеевской мысли при последующей разработке открытого закона (с 18 февраля 1869 г. до 11 декабря 1871 г.). Хотя наши исследования начались прежде всего с первой их части, они постоянно пересекались с изучением того, что теперь я отнес ко второй их части. Это значит, что уже с самого начала наши исследования велись так, чтобы одновременно и параллельно искать и находить материалы, относящиеся к процессу открытия периодического закона и процессу его разработки Д. И. Менделеевым.

Разгадка хода менделеевской мысли при открытии периодического закона

Что было известно до тех пор? Были известны две первые публикации самого Д. И. Менделеева. Во-первых, отдельный листок с «Опытом системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве»; ее французское издание помечено I.III 1869 г. Во-вторых, статья Д. И. Менделеева «Соотношение свойств с атомным весом элементов», в которой содержалось изложение сделанного открытия; она была доложена Н. А. Меншуткиным 6 марта в Русском химическом обществе и опубликована в ЖРХО. В этой статье говорилось о том, что периодический закон был открыт в ходе подготовки и написания «Основ химии», причем первая проба была следующей: «Я отобрал тела с наименьшим атомным весом и расположил их по порядку величины их атомного веса. При этом оказалось, что существует как бы период свойств простых тел». В этой связи предполагалось, что Дмитрий Иванович начал с составления общего ряда всех элементов по возрастанию их атомного веса, а затем разделил этот ряд на отдельные периоды. Эту версию (будто бы со слов самого Менделеева) распространил его друг и соратник чешский химик Б. Ф. Браунер.

Между тем, к первой части «Основ химии», предисловие к которой помечено мартом 1869 г., приложен тот же «Опыт системы элементов». В предисловии Менделеев отмечал, что здесь дана «система распределения элементов по группам и взаимная их связь по величине атомных весов». Поэтому возникала другая версия: Менделеев открыл периодический закон, сопоставляя одну с другой известные уже группы элементов по атомному весу их членов, а отнюдь не составляя с самого начала общего ряда всех элементов. Требовалось доказать одну из версий.

Из 8-го (последнего прижизненного) издания «Основ химии» (см. дополнения 411) было известно, что на вопрос, исходя из какой мысли был найден периодический закон, Менделеев отвечал так: «Искать же чего-либо — хотя бы грибов, или какую-либо зависимость — нельзя иначе, как смотря и пробуя. Вот я и стал подбирать, написав на отдельных карточках элементы, с их атомными весами и коренными свойствами, сходные элементы и близкие атомные веса», что быстро и привело к открытию закона. Следовательно, это открытие было сделано в ходе раскладки своеобразного «химического пасьянса». Но о том, как раскладывался этот пасьянс, Менделеев нигде ничего подробнее не говорил.

Ровно полвека спустя после открытия коллега Менделеева по Петербургскому университету геолог А. А. Иностранцев рассказал философу И. И. Лапшину о том, что в день открытия периодического закона заходил на квартиру Д. И. Менделеева и застал его работающим у своей конторки. Менделеев сказал ему, что занят систематизацией элементов: «Все в голове сложилось,— с горечью прибавил Менделеев,— а выразить таблицей не могу». Немного позднее Менделеев будто бы рассказал Иностранцеву, что три дня и три ночи он не спал, безуспешно работая у конторки. Устав до предела, прилег и заснул. Иностранцев приводит его слова: «Вижу во сне таблицу, где элементы расставлены, как нужно. Проснувшись, тотчас записал на клочке бумаги, только в одном месте впоследствии оказалась нужной поправка». И. И. Лапшин опубликовал рассказ Иностранцева в 1922 г. в своей книге «Философия изобретения и изобретения в философии». С тех пор укоренилась совершенно нелепая версия, будто открытие периодического закона произошло во сне.

Но как все было? Можно ли это вообще как-либо проверить сейчас, когда прошло с тех пор столько времени, и установить, какая именно таблица «приснилась» тогда Менделееву?

В конце 30-х годов в «Литературном наследстве» был опубликован «Список моих сочинений» Д. И. Менделеева. Здесь Менделеев вновь подчеркивает, что периодичность элементов была найдена им «именно при обработке „Основ химии“» и что первые мысли о периодичности были отражены на отдельном листке с «Опытом системы элементов», который 1 марта 1869 г. был послан многим ученым. Из «Списка моих сочинений» следовало, что 20 марта 1869 г. Менделеев сделал доклад о своих поездках на артельные сыроварни. Но было неизвестно, имелась ли какая-либо связь между этими поездками и открытием периодического закона. Словом, картина того, как он был открыт, оставалась совершенно неясной до 1949 г. Острые сведения были противоречивы, во многом недостоверны и, казалось, не могли быть уже проверены. Вся история этого великого открытия была полна загадок и нерешенных вопросов, найти ответы на которые не было как будто никакой надежды. Однако вскоре все круто изменилось.

С чего все началось. В начале января 1949 г. мы с женой присутствовали на юбилейной сессии Академии наук СССР, проходившей в Ленинграде, в здании Академии наук. На соседней улице за углом, в здании ЛГУ, разместился в бывшей квартире ученого Музей-архив Д. И. Менделеева. В перерыве между заседаниями мы заглянули туда и познакомились с директором Музея-архива, дочерью Д. И. Менделеева Марией Дмитриевной Менделеевой-Кузьминой и ее помощницей Тамарой Сергеевной Кудрявцевой. Обе они были далеки от химии. Я спросил их, не нужна ли им моя помощь как химика и как историка химии. Мария Дмитриевна довольно неприветливо ответила:

— Вы все на ходу подметки рвете. Я показала менделеевский документ одному химику, а тот тут же опубликовал его от своего имени, как свою находку. Знаю я вас всех.

Я, как мог, постарался заверить ее в том, что любые материалы, которые она мне передаст, при их публикации будут идти от ее имени и, если она пожелает, также от имени Т. С. Кудрявцевой. Я же беру на себя задачу дешифровки и комментирования публикуемых материалов, так как меня интересует не то, чтобы публикация шла от моего имени, а лишь само ее содержание.

По-видимому, я сумел убедить Марию Дмитриевну, и она сказала:

— Я Вам верю. И в доказательство дам Вам две найденные мною таблицы элементов и русский оригинал статьи Менделеева „Периодическая законность химических элементов“ (1871 г.).

С этими драгоценными находками мы возвращались в Москву. Всю ночь в купе «Красной стрелы» я просидел над двумя менделеевскими

таблицами. Одна из них — беловая — была предназначена для типографского набора и имела дату 17.II. (ст. ст.) 1869 г. Это был рукописный оригинал «Опыта системы элементов», напечатанного впоследствии отдельным листком. Вторая таблица — черновая. Она вызвала у меня особый интерес. Это были записи символов элементов, сделанные как в центре большого листа бумаги, так и на его полях, сверху, внизу, в левом нижнем углу и правом верхнем. Многие элементы были записаны по несколько раз, причем зачеркивались в одном месте и записывались в другом, а иногда и снова зачеркивались и переписывались опять. То, что получилось в результате этих переносов и зачеркиваний, в основном совпадало с первой, белой таблицей, так что черновую можно было рассматривать как подготовительную к белой. Только порядок расположения элементов в обеих таблицах был прямо противоположным. В белой таблице они располагались в порядке возрастания атомных весов, а в черновой — в порядке их убывания.

На первый взгляд был совершенно непонятен ряд элементов, записанных на полях в самом низу таблицы:

In? Au Be Ce Ir Os Pt Mo Tl Pl Rh Ro Ur Wo Zr Pb.

Все эти элементы, кроме In, были перечеркнуты и появились в тех или иных местах центральной таблицы. Над ними были записаны еще: In Eг Th Yt, причем три последних тоже зачеркнуты.

Что же могли означать эти записи? Я в поезде ломал над этим голову. И вдруг у меня появилась мысль: да ведь это же сделанная рукой Менделеева запись последовательности того самого «химического пасьянса», о котором он писал в «Основах химии». Другими словами, родилась гипотеза: Менделеев, раскладывая химические карточки в своем «пасьянсе», каждый новый шаг пасьянса отражал параллельно на отдельном листе бумаги, в результате чего в конечном итоге и составила эта черновая таблица, которую я держал в руках. Я тут же начал проверку этой гипотезы. Если это так, то можно предположить, как именно мог складываться «пасьянс». Сначала легли на свои места карточки только самых ясных для Менделеева элементов. Они больше не перемещались с места на место, поэтому не было необходимости записывать их символы на листе бумаги больше одного раза. Таких карточек оказалось 27 из общего числа 64, которые подлежали раскладыванию. Значит, когда в «пасьянс» легла последняя, 27-я карточка из числа наиболее ясных, неразложенными оставались еще 37 карточек.

Но прежде чем переходить к их рассмотрению, обращу внимание на то, что сразу же отпала версия о первоначальном составлении общего ряда всех элементов по возрастанию их атомных весов. Менделеев составлял здесь не общий ряд, а сопоставлял по величине атомных весов их членов известные уже группы элементов, начиная со щелочных металлов. Так, под натрием с атомным весом 23 подписывался фтор с весом 19, под калием с атомным весом 39,1 — хлор (35,5) и т. д., так что в итоге под группой щелочных металлов сразу же легла группа галоидов (галогенов), под ней группа кислорода, далее под группой кислорода — группа азота и т. д.

Вероятнее всего, Менделеев разделил карточки на кучки по степени изученности самих элементов, с тем чтобы установить определенную последовательность в продолжении начатого пасьянса. Затем он включил еще 13 карточек менее изученных элементов, но не удовлетворился этим и перенес их на новые места, отразив эти переносы в черновой таблице зачеркиванием символов элементов на первоначально отведенных им местах, и записыванием их на новых местах. Теперь в пасьянс и таблицу вошло уже 40 элементов, и невошедшими оставались 24 карточки. Элементы, принадлежащие к 16 из них, как раз и были записаны внизу таблицы. Их список и означал перечень отложенных пока что карточек, ждущих своего включения в «пасьянс». По мере их включения они вы-

45

процесса составления своей черновой таблицы, т. е. раскладывание «химического пасьянса». Это значит, что открытие периодического закона было сделано не во сне, а в результате вполне осознанного, целенаправленного умственного труда. Но беловая таблица ему вполне могла присниться, после чего как черновая была закончена. Оба ее признака, указанные А. А. Иностранцевым, налицо: в ней «элементы расставлены, как нужно», т. е. не в порядке убывания атомных весов, а в порядке их возрастания. Это первое. Второе — это то, что в одном месте беловой таблицы Менделеев неправильно предположил существование двух неизвестных элементов на пустых местах перед медью. В корректуре оба они были вычеркнуты. Таким образом, документально подтвердилась правильность рассказа Иностранцева в этом пункте. Можно только удивляться тому, как спустя 80 лет после событий, имевших место 17 февраля 1869 г., удалось доказать то, что мог увидеть во сне Менделеев сразу же после сделанного им великого открытия. Ничего подобного в истории науки не было известно.

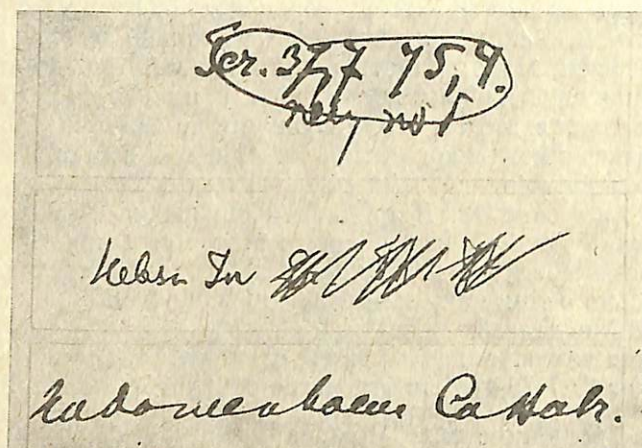
Разгадка трех загадок. Детальная дешифровка черновой таблицы элементов была связана с выяснением множества вопросов, касавшихся отдельных элементов и их групп, на чем я останавливаться здесь не могу. Расскажу только о том, как были разгаданы головоломки, которые оставил нам Д. И. Менделеев.

Одна из них заключалась в записи, сделанной в правом верхнем углу таблицы: «[Тег 37,7 75,4]. Что это могло означать? Можно было думать: ^{не су по б} здесь в зашифрованном виде указана причина того, почему карточку Тег (так он записывал символ тербия) Менделеев не включил в свой пасьянс. Вспомнив, что периодический закон был открыт в процессе создания «Основ химии», я решил поискать ответа на вопрос в этом сочинении Менделеева. В разделе о церитовых и гадолинитовых металлах, к которым относился тогда и предполагаемый тербий, делается ссылка на Бунзена и Бэра, изучавших его соли и получивших разноречивые результаты. «Вследствие этого разноречия даже отрицают существование тербия...» Так вот как расшифровывалась запись: «не су по б» значило «не существует по Бунзену».

Другая головоломка — запись внизу таблицы: «Невзо In Er Th Yt», причем три последние элемента зачеркнуты (как было уже сказано выше). Что же значило слово «Невзо»? Может быть, как в случае буквы «б», первой буквы фамилии Бунзена, равно как и фамилий других химиков, записанных в верхнем правом углу таблицы, «Невзо» — начальные буквы фамилии какого-то химика, скажем Невзорова? Но такого химика установить не удалось. А может быть это фамилия иностранного химика, вроде «Hebso». Но и такой не существовал. Г. В. Быков в свое время предположил, что это — не очень четко записанное слово «über» (над). Тогда это слово будто бы могло означать, что Менделеев все четыре следовавшие далее элемента ставил на самом верху таблицы, «над» всеми остальными элементами. Но, во-первых, «Hebso» совсем не похоже на über, а во-вторых, совершенно непонятно было бы, зачем Менделееву потребовалось прибегать к немецкому слову. Разгадка явилась неожиданно. Мы с женой смотрели оперетту «Елена Прекрасная». И вот, когда Менелай терзался вопросом, «взошел или не взошел Парис на ложе Елены», нас осенила догадка: «Невзо» значит «не взошли». Иными словами четыре перечисленных элемента не были еще включены в таблицу, «не взошли». Надо было иметь в виду своеобразие менделеевской орфографии: он иногда сокращал слова на гласных буквах, вроде «не су», а отрицание писал слитно с глаголом.

Особенно долго мы мучались с третьей головоломкой. Это была сделанная на самом верху таблицы запись: «Надо (одно слово неразборчивое) Са Ва Sr». В первой публикации это единственное место во всей черновой таблице, которое осталось неразгаданным. Я уже начал было

снова искать ответа в «Основах химии», когда Р. Б. Добротин сообщил мне во время моей очередной поездки в Ленинград, что неразборчивое слово — «теплым [кость]». В самом деле, именно с помощью измерения теплоемкости следовало бы определить истинные атомные веса щелочно-земельных металлов, в отношении которых Менделеев не был еще твердо уверен и в своей черновой таблице ставил их эквивалентные веса: Са? 20, Ва? 68, Sr? 44. Затем он эту запись вычеркнул и поставил всю группу щелочно-земельных металлов непосредственно над группой щелочных



Сильно увеличенные отдельные записи на черновой таблице

металлов. Так как в Москве в это время готовилось более полное издание рукописей Менделеева, мы послали в Издательство АН СССР фототелеграмму с просьбой внести в мою дешифровку черновой таблицы соответствующее исправление. Вернувшись же в Москву, я обнаружил в «Основах химии», в главе о теплоемкости, подтверждение правильности разгадки, сделанной Р. Б. Добротиным. Здесь было сказано, что для «(Са, Ва, Sr) не определена еще теплоемкость». Даже порядок записей металлов совпадает с тем, что мы видели в нерасшифрованной записи черновой таблицы.

Но оставались другие загадки. Почему Менделеев располагал первоначально элементы в обратном порядке, по убыванию их атомных весов? И еще. Как свидетельствовал Иностранцев, Менделеев долго не мог выразить в виде таблицы то, что у него сложилось уже в голове. Значит, химическому «пасьянсу» должны были предшествовать какие-то черновые наброски, которые, в частности, могли бы облегчить распределение в черновой таблице первых 27 карточек наиболее ясных для Менделеева элементов. Если бы этого не было, то вряд ли Менделеев мог с первого раза так уверенно составить всю центральную часть будущей системы элементов, состоящей почти из половины всех карточек.

Поиски материалов, подготовивших открытие. Для ответа на поставленные выше вопросы я обратился к «Основам химии». Вдруг окажется, что они содержат в себе какой-то материал, послуживший подготовкой к «химическому пасьянсу», зафиксированному в таблице.

Я тщательно просмотрел обе части 1-го издания «Основ химии», имевшиеся в моей библиотеке, но ничего нового в них не нашел. В очередной приезд в Ленинград я сразу же бросился к обеим частям этой книги, хранящимся в личной библиотеке Дмитрия Ивановича. И вот в томе 1009 (по менделеевской нумерации) я обнаружил два исключительно важных документа. Прежде всего в самом начале первой части, где на страницах

69—73 напечатан список элементов в алфавитном порядке, рукой Менделеева были приписаны атомные веса. Очевидно, составляя химические карточки для своего «пасьянса», Менделеев предварительно записал значение атомного веса у всех элементов как их важнейшее свойство, по которому он начал затем их сопоставление. Не менее важным был второй документ. Это были две неполные таблички элементов, записанные на отдельном листе бумаги и датированные 17 февраля 1869 г. (как и окончательная беловая таблица). Листок с таблицами был вплетен Менделеевым в конце первой части «Основ химии» 1-го издания вместе с многими другими рукописными материалами. Таблички эти позволяли судить о том, как Менделеев начинал составлять свой «Опыт системы элементов». В верхнюю табличку он включил 31 элемент, из них 21 правильно заняли свои места. Но дальше он не смог продолжать составление этой таблички и вынужден был переписать ее заново. Так образовалась вторая, нижняя табличка. В нее вошло уже 42 элемента, из них 32 (т. е. половина общего числа известных тогда элементов) заняли правильные места. Однако продолжать в этом направлении снова и снова переписывать составляемые таблички было все более затруднительным, и получаемая общая картина осложнялась и запутывалась. Можно предположить, что именно в этот момент А. А. Иностранцев и застал Дмитрия Ивановича стоящим у конторки: «Все в голове сложилось, а выразить в таблице не могу».

Таким образом, непосредственный подход к «химическому пасьянсу» был обнаружен. Понятно, что именно для того, чтобы избежать бесконечной переписки создававшейся таблицы, Менделеев и прибег к раскладыванию «пасьянса» химических карточек, фиксируя в черновой таблице лишь каждый их перенос.

Однако возникал вопрос: а не предшествовало ли что-либо составлению обеих неполных таблиц, вплетенных в «Основы химии»? Ведь в них уже четко выражен основной принцип: сопоставление различных групп элементов по атомному весу их членов. Но где же искать такой предполагаемый исходный документ? И тут я вспомнил...

Поиски исходного пункта открытия. Да, я вспомнил, что как раз около того времени, когда был открыт периодический закон, Менделеев ездил на артельные сыроварни с целью их обследования. А вдруг среди материалов, связанных с этим обследованием, случайно окажутся самые первоначальные его записи, касающиеся периодического закона?

Руководствуясь этой мыслью, я попросил Марию Дмитриевну и Т. С. Кудрявцеву тщательно просмотреть вместе со мной весь отдел по сельскому хозяйству менделеевского архива, обращая особое внимание на материалы, датированные февралем и мартом 1869 г. И вот среди самых разнообразных документов мы обнаружили письмо секретаря Вольного экономического общества А. И. Ходнева от 17 февраля 1869 г., т. е. написанное как раз в день открытия периодического закона. В своем письме Ходнев спрашивал Дмитрия Ивановича об его отъезде на артельные сыроварни.

Немного позднее я нашел в Ленинградском областном архиве (фонде Петербургского университета) документы, подтверждающие, что Менделеев, действительно, собирался выехать 17 февраля из Петербурга в Новгородскую и Тверскую губернии для обследования артельных сыроварен, о чем он писал ректору университета. Таким образом, между двумя событиями, на первый взгляд ничего не имевшими общего, — открытием периодического закона и отъездом на артельные сыроварни — оказалась прямая связь. Оба они совпали по времени, и первое событие заставило Менделеева отложить намеченный им отъезд из Петербурга.

На обороте письма Ходнева рукою Менделеева как раз и были сделаны первые записи, с которых началось все открытие. Самая первая, верхняя запись состояла в сопоставлении двух полярно противоположных

элементов — хлора и калия. До тех пор обе группы — галоидов (галогенов) и щелочных металлов — были резко разделены между собой, их члены располагались в порядке возрастания атомного веса только внутри каждой группы. Теперь же, как видно из сделанной записи, Менделеев сопоставил хлор с атомным весом 35,5 и калий с атомным весом 39,1. Разность атомных весов равна 3,6. По-видимому, с этого момента Менделеев начинает искать разности в атомных весах элементов сопоставляемых групп. Так, он из атомных весов четырех щелочных металлов попарно вычитает атомные веса элементов другой группы и сопоставляет

17/2-26/1864

Ca=40 K=87 Na=187

F=19 Cl=35,5 Br=80 I=127

O=16 S=36 Se=78 Fe=128

N=14 P=31 As=75 Sb=122

C=12 Si=28 Zn=65 Sn=118

H=1 Li=7 Na=23 K=39 Rb=85

Be 4 Mg 24 Ca 40 Sr 87 Ba 137

B 10 Al 27 Ga 70 In 75 Tl 204

Si 28 P 31 As 75 Sb 122 Bi 208

S 36 Se 78 Te 127 Po 209

Cl 35,5 Br 80 Kr 84 Rb 85 Cs 133

K 39 Ca 40 Sc 45 Ti 48 V 51 Cr 52 Mn 55 Fe 56 Co 59 Ni 59 Cu 63 Zn 65 Ga 70 Ge 73 As 75 Se 78 Br 80 Kr 84

Rb 85 Sr 87 Y 89 Zr 91 Nb 93 Mo 96 Tc 98 Ru 101 Rh 104 Pd 106 Ag 108 Au 197 Hg 200

Li 7 Be 9 B 10 C 12 N 14 O 16 F 19 Ne 20

Na 23 Mg 24 Al 27 Si 28 P 31 S 32 Cl 35,5 Ar 36

K 39 Ca 40 Sc 45 Ti 48 V 51 Cr 52 Mn 55 Fe 56 Co 59 Ni 59 Cu 63 Zn 65 Ga 70 Ge 73 As 75 Se 78 Br 80 Kr 84

Rb 85 Sr 87 Y 89 Zr 91 Nb 93 Mo 96 Tc 98 Ru 101 Rh 104 Pd 106 Ag 108 Au 197 Hg 200

Две неполные таблички элементов. (17 февраля 1869 г.)

между собой получаемые разности. Можно предположить, что вслед за этим он проделал такую же операцию с определением разности атомных весов между членами группы щелочных металлов и группы галоидов (галогенов), получив значения, близкие между собою: 4 для натрия и фтора; 3,6 для калия и хлора; 5,4 для рубидия и брома; 6,0 для цезия и йода. Эти записи не сохранились, но они, вполне вероятно, были сделаны Менделеевым, поскольку вслед за этим он начал сопоставлять различные группы элементов в порядке убывания атомного веса их членов. Теперь стало понятным, почему он располагал элементы именно в этом порядке, обратном тому, который он принял позднее, увидя во сне таблицу, где элементы расставлены как нужно.

Таким образом, была разгадана еще одна головоломка: ведь для того, чтобы определить арифметическую разность чисел, надо большее число надписать над меньшим. Отсюда и возникло построение таблицы в обратном порядке.

И еще: теперь, когда исходный пункт всего открытия был установлен, вместе с ним было доказано, что все открытие свершилось в течение одного дня — 17 февраля 1869 г. Свидетельство А. А. Иностранцева о том, будто Менделеев не спал целых трое суток, делая свое открытие, оказалось неверным.

Реконструированный ход открытия. Итак, в моих руках имелась теперь вся цепь основных документов, дававшая возможность реконструировать в последовательном порядке ход менделеевской мысли от самого начала, когда только что родилась идея искать разности в атомных весах, до завершения открытия в белой таблице. Реставрировать ее ход можно было до мельчайших деталей, почти до последовательности по часам... Вот Менделеев собирается ехать на сыроварни, посыльный приносит ему письмо от А. И. Ходнева. Дмитрий Иванович отвечает, что едет сегодня, кладет письмо Ходнева на стол и ставит на него свою кружку. Очевидно, он завтракает. Но думает он о своих «Основах химии», о будущей системе элементов, которую следует положить в их основу. Тут ему в голову приходит мысль об исходном принципе построения такой системы, и он делает первые записи на обороте письма Ходнева. Сейчас же вслед за этим он берется составлять таблицу всех элементов, набрасывает два варианта, но с ходу решить задачу ему не удается. Он стоит, расстроенный и мрачный, у своей конторки. Тут происходит его первый разговор с А. А. Иностранцевым. После ухода Иностранцева Менделееву приходит идея о «химическом пасьянсе». Он начинает составлять карточки для элементов. Но в напечатанной уже первой части «Основ химии» нет главного — значений атомных весов. И он заносит эти значения на поля своей книги. Карточки готовы, и начинается раскладывание «пасьянса», что должно занять достаточно много времени. «Пасьянс» закончен, последняя запись в черновой таблице сделана. Усталый Дмитрий Иванович после напряженного труда ложится отдохнуть и видит во сне составленную им таблицу. Но только она переписана в обратном порядке, «как нужно». Проснувшись, он переписывает ее набело и отправляет в типографию. Позднее, в корректуре, он делает в ней только одно исправление, о чем сообщает при встрече А. А. Иностранцеву.

Куда же делись химические карточки? Этот вопрос так и остался без ответа. Зная, как скрупулезно собирал и хранил Дмитрий Иванович все, даже самые незначительные материалы, свои заметки, а тем более рукописи, как он бережно к ним всегда относился, нельзя допустить, чтобы он мог выбросить составленные им химические карточки, сыгравшие решающую роль в открытии периодического закона. Где-то они должны были у него сохраниться. Я высказал эту мысль Марии Дмитриевне и ее помощнице и просил их перерыть сверху донизу весь архив Дмитрия Ивановича в поисках этих карточек. Однажды Мария Дмитриевна радостно показала мне целую пачку карточек с записями, которые касались различных элементов.

— Вот нашла их, наконец, — сказала она. Увы, это оказались карточки с данными о водных растворах солей различных металлов, составленные Менделеевым, очевидно, при написании «Исследования водных растворов по удельному весу». Не могу даже описать, как это огорчило Марию Дмитриевну.

Но что же все-таки могло случиться с пропавшими карточками? Ясно, что Менделеев их не мог выбросить, значит, надо допустить только одно — что он их где-то использовал. Но где же? Очевидно, в какой-то другой таблице элементов. Я тщательно проверил все издания работ

Менделеева того времени, но не обнаружил ничего похожего. Тогда я снова обратился к «Основам химии», что делал уже неоднократно. И вот в большой таблице «Естественная система элементов Д. Менделеева», датированной февралем 1871 г. и приложенной ко второй части «Основ химии», я обнаружил, что у каждого элемента кроме его атомного веса указаны его соединения и их свойства (эту таблицу см. в книге: Д. И. Менделеев. Периодический закон. М., 1958). Нигде в другом месте подобной таблицы у Менделеева не встречается. Можно предположить,

Handwritten notes on a piece of paper:

A *el* - 180

K

(Na # Ba)

Br Ca Mg Pb Ky

Al Mn

Si My Co Ni Fe Mn

F: D

23	39	85	133
14	24	65	112
19	15	90	21
7	12	32	56

Заметки, сделанные Менделеевым на письме А. И. Ходнева (17 февраля 1879 г.)

что вместо того, чтобы самому вычерчивать такую таблицу, он наклеил на бумагу карточки элементов, составленные когда-то для химического пасьянса, и послал такую таблицу в типографию при подготовке второй части «Основ химии». По этому оригиналу была вычерчена таблица, вошедшая в напечатанное издание книги, а ее оригинал, как и вся рукопись «Основ химии», пропал в типографии, где рукописи не сохранялись вообще.

Какую же роль сыграли «Основы химии»? Дмитрий Иванович конкретно не объяснил, каким образом периодический закон был найден «именно при обработке „Основ химии“». Теперь, располагая всеми не-

обходимыми источниками, я смог ответить и на этот вопрос. Часть 1-я «Основ химии» была написана в соответствии с жераровской теорией типов, основу которой составил принцип атомности элементов: водород (1), кислород (2), азот (3), углерод (4)— это типы H_2 ; H_2O ; NH_3 и CH_4 . Таковы, по Менделееву, типические элементы. Далее, придерживаясь того же принципа атомности, он изложил группу галоидов (галогенов)— одноатомных по Н. Этим завершилась первая часть «Основ химии». Вторая часть их начиналась тоже с одноатомных (но по О) щелочных металлов. Затем следовала глава о теплоте. А что надо было излагать дальше? Согласно жераровскому принципу атомности, далее должны были бы следовать металлы, дающие одно- и двухатомные соединения. Таковы медь, серебро и золото. Последнее дает не двух- а трехатомное соединение. После них, согласно тому же принципу, должны были бы следовать щелочно-земельные (только двухатомные) металлы. Однако, с точки зрения химического сходства, нет других более близких к щелочным металлам, кроме щелочно-земельных. Возникло явное противоречие. Менделеев интуитивно склонялся к тому, чтобы сразу вслед за щелочными металлами излагать щелочно-земельные, но еще не нашел для этого принципиального обоснования. Как раз в этот момент он и намеревался ехать на сыроварни, продолжая все время ломать голову над тем, как найти выход из создавшегося противоречия, мешавшего излагать следующую главу «Основ химии». Письмо Ходнева застало его в этот момент. Торопясь к отъезду, он ухватился за блеснувшую идею — сопоставить калий (39,1) и хлор (35,5). В таком случае непосредственно к калию (39,1) примкнул бы кальций (40). Это позволяло обосновать с количественной стороны необходимость излагать вслед за группой щелочных металлов непосредственно примыкавшую к ней группу щелочно-земельных металлов, которая, как уже было сказано, стояла в качественном отношении ближе всего к щелочным металлам.

В результате полностью разрешалось возникшее было противоречие: теперь качественная близость обеих групп металлов (по химическим свойствам) пришла в полное соответствие с их количественной близостью (по величине атомного веса). Здесь мы имеем замечательное подтверждение того менделеевского свидетельства, что периодичность элементов была действительно найдена «именно при обработке „Основ химии“».

После этого Менделеев напряг все усилия, чтобы в минимально короткий срок довести начатое дело до завершения. Так бывает в тех случаях, когда человеческая мысль попадает в своеобразный цейтнот: она работает тогда в предельно ускоренном темпе. Но, как будет сказано дальше, уехать Менделееву не удалось и на следующий день.

Так была реконструирована история сделанного Менделеевым открытия и решены все головоломки, которые возникали в связи с этим.

Логический способ исследования. Весь ход нашего исследования шел в обратном порядке по сравнению с разворачиванием самих событий. Мы начали с дешифровки двух заключительных таблиц, составлением которых Дмитрий Иванович завершил свое открытие. Потом отыскивали промежуточные звенья, а именно две неполные, первоначально составленные таблички элементов и рукописный список атомных весов, предшествовавшие непосредственно переходу к «химическому пасьянсу». Закончили мы наше исследование обнаружением записей Дмитрия Ивановича, сделанных на письме Ходнева, с которых началось все открытие.

Искали же мы недостающие звенья всей цепи событий того дня и разгадали содержание найденных документов, придерживаясь постоянно логического способа рассуждений. Так была разгадана вся черновая «пасьянская» таблица; так были проверены и подтверждены сообщения А. А. Иностранцева и вместе с ними история появления беловой таблицы; так искались, были найдены и истолкованы документы, вплетенные Мен-

делеевым в экземпляр первой части «Основ химии», их 1-го издания; так было обнаружено письмо Ходнева и объяснены сделанные на нем пометки; так было установлено наличие своеобразного «цейтнота» у Дмитрия Ивановича в тот день, т. е. того обстоятельства, которое подгоняло менделеевскую мысль скорее завершить открытие.

Во всех этих случаях на первый план выступали логика, логические умозаключения, направлявшие наше исследование постоянно в определенное русло. Это проявлялось каждый раз в том, что я строил некоторое предположение посредством логических приемов рассуждения, затем проверял его правильность путем архивных изысканий или же путем анализа уже полученных документов, после чего, убедившись в его правильности, шел тем же путем дальше.

Когда я на одном из совещаний упомянул о применявшемся мною логическом способе исследования менделеевского научного наследия, Н. А. Фигуровский заметил:

— Да у Вас с поиском разгадок выходит совсем по Шерлоку Холмсу. Я удивился меткости этого замечания: ведь работа исследователя похожа на работу следователя именно тем, что тот и другой ищут истину, а поиск ее основан не на ожидании счастливой случайности, а на построении логически обоснованной версии и ее тщательной проверке.

Разгадка хода менделеевской мысли при разработке открытого закона

Сообщение о сделанном открытии. Когда совершено открытие, тем более очень крупное, перед ученым встает задача сделать сообщение о его содержании. Такое сообщение в форме статьи «Соотношение свойств с атомным весом элементов» Менделеев написал в течение 18—28 февраля (ст. ст.) 1869 г. Оно содержало в себе не только информацию о том, что было заключено в «Опыте системы элементов», но и подробно развивало представления о периодическом законе. Рукописный материал этой статьи Менделеева не обнаружен. Он, по-видимому, не сохранился. В Музее-архиве Д. И. Менделеева удалось найти только черновой вариант выводов из этой статьи. По сравнению с опубликованной статьей в черновике так сказано по поводу периодичности элементов: «Если бы удалось выразить (свой...) химические свойства каж[дого] элемента числом и если б по оси абсцисс отложить пай, а за ординаты принять свойства, то получилась бы волнообразная кривая, (сходственная в начале), изгибы которой представляют сходство очертаний в разных частях кривой».

Отсюда следует, что идея графического изображения периодического закона, которую в декабре 1869 г. выдвинул Л. Мейер в виде своей «кривой атомных объемов», была предвосхищена Менделеевым.

Из документов Ленинградского областного архива следовало, что срок выезда Менделеева из Петербурга на сыроварни был перенесен на 28 февраля (возвращение планировалось 12 марта).

Законченную статью Менделеев просил Н. А. Меншуткина доложить на ближайшем заседании РХО 6 марта и передал ее в журнал РХО для публикации. Естественно, что, будучи в отъезде, он не мог присутствовать на заседании в РХО. Однако причина его отсутствия на этом заседании не была зафиксирована, а позднее была объяснена неправильно. Так, историк химии Б. Н. Меншуткин, сын Н. А. Меншуткина, утверждал, будто Менделеев не присутствовал при сообщении о сделанном им открытии по болезни. Теперь эта версия отпала, и выяснилась истина.

Сопоставление двух форм периодической системы. Опубликованный «Опыт системы элементов» представляет собой как бы прообраз так называемой длинной системы элементов. Но уже в черновой таблице, а перед этим в нижней неполной табличке элементов имеются первые на-

меки на так называемую короткую систему, когда внутри группы элементов, например группы N, появляются члены подгруппы в виде $V=51$ на месте между $P=31$ и $As=75$ или в группе C появляются элементы из подгруппы $Ti=50$ после $Si=28$ или $Zr=90$ перед $Sn=118$. Однако построение длинной системы поначалу выходит на первый план. Разделение групп на подгруппы фактически не имеет места.

Но в ходе дальнейшей разработки сделанного открытия сейчас же после его свершения, т. е. в ходе написания статьи «Соотношение свойств с атомным весом элементов» Д. И. Менделеев возвращается к идее сдвоенных групп, т. е. к короткой системе. Я обнаружил две разработанные с этих позиций полные системы элементов, которые показывали, как уже на этом первом этапе разработки сделанного открытия Менделеев стремился устранить недостатки своего «Опыта системы элементов» прежде всего путем перехода от длинной формы системы к ее короткой форме. В дальнейшем мне удалось проследить работу менделеевской мысли в этом направлении по этапам — вплоть до полного перехода от длинной таблицы к короткой.

Замечателен один обнаруженный мною документ, относящийся к первому этапу разработки периодического закона. Это — вариант расположения легких элементов в два столбца по их атомности: нечетноатомные

Атомность

$H = 1$	$Li = 7$
$Li = 7 - 6$	$C = 12$
$B = 11 - 4$	$O = 16$
$N = 14 - 3$	$Mg = 24$
$F = 19 - 5$	$Si = 28$
$Na = 23 - 4$	$S = 32$
$Al = 27 - 4$	$Ca = 40$
$P = 31 - 4$	$Ti = 50$
$Cl = 35 - 4$	$Fe = 56$
$Kr = 39$	

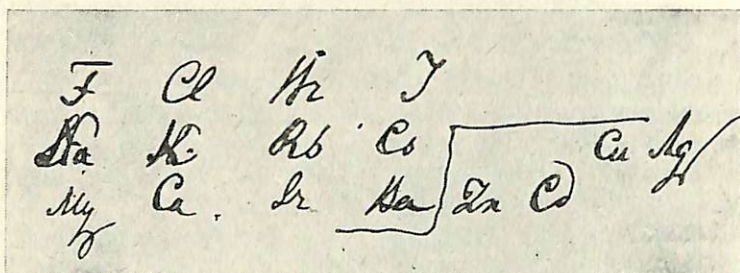
Сдвоенная

$Li = 7$	$- 7$
$C = 12$	$- 3$
$O = 16$	$- 4$
$Mg = 24$	$- 8$
$Si = 28$	$- 4$
$S = 32$	$- 4$
$Ca = 40$	$- 8$
$Ti = 50$	$- 4$
$Fe = 56$	$- 8$

и др. $2 = 20$ $3 = 30$ $4 = 40$ $5 = 50$ $6 = 60$ $7 = 70$ $8 = 80$ $9 = 90$ $10 = 100$ $11 = 110$ $12 = 120$ $13 = 130$ $14 = 140$ $15 = 150$ $16 = 160$ $17 = 170$ $18 = 180$ $19 = 190$ $20 = 200$ $21 = 210$ $22 = 220$ $23 = 230$ $24 = 240$ $25 = 250$ $26 = 260$ $27 = 270$ $28 = 280$ $29 = 290$ $30 = 300$ $31 = 310$ $32 = 320$ $33 = 330$ $34 = 340$ $35 = 350$ $36 = 360$ $37 = 370$ $38 = 380$ $39 = 390$ $40 = 400$ $41 = 410$ $42 = 420$ $43 = 430$ $44 = 440$ $45 = 450$ $46 = 460$ $47 = 470$ $48 = 480$ $49 = 490$ $50 = 500$ $51 = 510$ $52 = 520$ $53 = 530$ $54 = 540$ $55 = 550$ $56 = 560$ $57 = 570$ $58 = 580$ $59 = 590$ $60 = 600$ $61 = 610$ $62 = 620$ $63 = 630$ $64 = 640$ $65 = 650$ $66 = 660$ $67 = 670$ $68 = 680$ $69 = 690$ $70 = 700$ $71 = 710$ $72 = 720$ $73 = 730$ $74 = 740$ $75 = 750$ $76 = 760$ $77 = 770$ $78 = 780$ $79 = 790$ $80 = 800$ $81 = 810$ $82 = 820$ $83 = 830$ $84 = 840$ $85 = 850$ $86 = 860$ $87 = 870$ $88 = 880$ $89 = 890$ $90 = 900$ $91 = 910$ $92 = 920$ $93 = 930$ $94 = 940$ $95 = 950$ $96 = 960$ $97 = 970$ $98 = 980$ $99 = 990$ $100 = 1000$ $101 = 1010$ $102 = 1020$ $103 = 1030$ $104 = 1040$ $105 = 1050$ $106 = 1060$ $107 = 1070$ $108 = 1080$ $109 = 1090$ $110 = 1100$ $111 = 1110$ $112 = 1120$ $113 = 1130$ $114 = 1140$ $115 = 1150$ $116 = 1160$ $117 = 1170$ $118 = 1180$ $119 = 1190$ $120 = 1200$ $121 = 1210$ $122 = 1220$ $123 = 1230$ $124 = 1240$ $125 = 1250$ $126 = 1260$ $127 = 1270$ $128 = 1280$ $129 = 1290$ $130 = 1300$ $131 = 1310$ $132 = 1320$ $133 = 1330$ $134 = 1340$ $135 = 1350$ $136 = 1360$ $137 = 1370$ $138 = 1380$ $139 = 1390$ $140 = 1400$ $141 = 1410$ $142 = 1420$ $143 = 1430$ $144 = 1440$ $145 = 1450$ $146 = 1460$ $147 = 1470$ $148 = 1480$ $149 = 1490$ $150 = 1500$ $151 = 1510$ $152 = 1520$ $153 = 1530$ $154 = 1540$ $155 = 1550$ $156 = 1560$ $157 = 1570$ $158 = 1580$ $159 = 1590$ $160 = 1600$ $161 = 1610$ $162 = 1620$ $163 = 1630$ $164 = 1640$ $165 = 1650$ $166 = 1660$ $167 = 1670$ $168 = 1680$ $169 = 1690$ $170 = 1700$ $171 = 1710$ $172 = 1720$ $173 = 1730$ $174 = 1740$ $175 = 1750$ $176 = 1760$ $177 = 1770$ $178 = 1780$ $179 = 1790$ $180 = 1800$ $181 = 1810$ $182 = 1820$ $183 = 1830$ $184 = 1840$ $185 = 1850$ $186 = 1860$ $187 = 1870$ $188 = 1880$ $189 = 1890$ $190 = 1900$ $191 = 1910$ $192 = 1920$ $193 = 1930$ $194 = 1940$ $195 = 1950$ $196 = 1960$ $197 = 1970$ $198 = 1980$ $199 = 1990$ $200 = 2000$ $201 = 2010$ $202 = 2020$ $203 = 2030$ $204 = 2040$ $205 = 2050$ $206 = 2060$ $207 = 2070$ $208 = 2080$ $209 = 2090$ $210 = 2100$ $211 = 2110$ $212 = 2120$ $213 = 2130$ $214 = 2140$ $215 = 2150$ $216 = 2160$ $217 = 2170$ $218 = 2180$ $219 = 2190$ $220 = 2200$ $221 = 2210$ $222 = 2220$ $223 = 2230$ $224 = 2240$ $225 = 2250$ $226 = 2260$ $227 = 2270$ $228 = 2280$ $229 = 2290$ $230 = 2300$ $231 = 2310$ $232 = 2320$ $233 = 2330$ $234 = 2340$ $235 = 2350$ $236 = 2360$ $237 = 2370$ $238 = 2380$ $239 = 2390$ $240 = 2400$ $241 = 2410$ $242 = 2420$ $243 = 2430$ $244 = 2440$ $245 = 2450$ $246 = 2460$ $247 = 2470$ $248 = 2480$ $249 = 2490$ $250 = 2500$ $251 = 2510$ $252 = 2520$ $253 = 2530$ $254 = 2540$ $255 = 2550$ $256 = 2560$ $257 = 2570$ $258 = 2580$ $259 = 2590$ $260 = 2600$ $261 = 2610$ $262 = 2620$ $263 = 2630$ $264 = 2640$ $265 = 2650$ $266 = 2660$ $267 = 2670$ $268 = 2680$ $269 = 2690$ $270 = 2700$ $271 = 2710$ $272 = 2720$ $273 = 2730$ $274 = 2740$ $275 = 2750$ $276 = 2760$ $277 = 2770$ $278 = 2780$ $279 = 2790$ $280 = 2800$ $281 = 2810$ $282 = 2820$ $283 = 2830$ $284 = 2840$ $285 = 2850$ $286 = 2860$ $287 = 2870$ $288 = 2880$ $289 = 2890$ $290 = 2900$ $291 = 2910$ $292 = 2920$ $293 = 2930$ $294 = 2940$ $295 = 2950$ $296 = 2960$ $297 = 2970$ $298 = 2980$ $299 = 2990$ $300 = 3000$ $301 = 3010$ $302 = 3020$ $303 = 3030$ $304 = 3040$ $305 = 3050$ $306 = 3060$ $307 = 3070$ $308 = 3080$ $309 = 3090$ $310 = 3100$ $311 = 3110$ $312 = 3120$ $313 = 3130$ $314 = 3140$ $315 = 3150$ $316 = 3160$ $317 = 3170$ $318 = 3180$ $319 = 3190$ $320 = 3200$ $321 = 3210$ $322 = 3220$ $323 = 3230$ $324 = 3240$ $325 = 3250$ $326 = 3260$ $327 = 3270$ $328 = 3280$ $329 = 3290$ $330 = 3300$ $331 = 3310$ $332 = 3320$ $333 = 3330$ $334 = 3340$ $335 = 3350$ $336 = 3360$ $337 = 3370$ $338 = 3380$ $339 = 3390$ $340 = 3400$ $341 = 3410$ $342 = 3420$ $343 = 3430$ $344 = 3440$ $345 = 3450$ $346 = 3460$ $347 = 3470$ $348 = 3480$ $349 = 3490$ $350 = 3500$ $351 = 3510$ $352 = 3520$ $353 = 3530$ $354 = 3540$ $355 = 3550$ $356 = 3560$ $357 = 3570$ $358 = 3580$ $359 = 3590$ $360 = 3600$ $361 = 3610$ $362 = 3620$ $363 = 3630$ $364 = 3640$ $365 = 3650$ $366 = 3660$ $367 = 3670$ $368 = 3680$ $369 = 3690$ $370 = 3700$ $371 = 3710$ $372 = 3720$ $373 = 3730$ $374 = 3740$ $375 = 3750$ $376 = 3760$ $377 = 3770$ $378 = 3780$ $379 = 3790$ $380 = 3800$ $381 = 3810$ $382 = 3820$ $383 = 3830$ $384 = 3840$ $385 = 3850$ $386 = 3860$ $387 = 3870$ $388 = 3880$ $389 = 3890$ $390 = 3900$ $391 = 3910$ $392 = 3920$ $393 = 3930$ $394 = 3940$ $395 = 3950$ $396 = 3960$ $397 = 3970$ $398 = 3980$ $399 = 3990$ $400 = 4000$ $401 = 4010$ $402 = 4020$ $403 = 4030$ $404 = 4040$ $405 = 4050$ $406 = 4060$ $407 = 4070$ $408 = 4080$ $409 = 4090$ $410 = 4100$ $411 = 4110$ $412 = 4120$ $413 = 4130$ $414 = 4140$ $415 = 4150$ $416 = 4160$ $417 = 4170$ $418 = 4180$ $419 = 4190$ $420 = 4200$ $421 = 4210$ $422 = 4220$ $423 = 4230$ $424 = 4240$ $425 = 4250$ $426 = 4260$ $427 = 4270$ $428 = 4280$ $429 = 4290$ $430 = 4300$ $431 = 4310$ $432 = 4320$ $433 = 4330$ $434 = 4340$ $435 = 4350$ $436 = 4360$ $437 = 4370$ $438 = 4380$ $439 = 4390$ $440 = 4400$ $441 = 4410$ $442 = 4420$ $443 = 4430$ $444 = 4440$ $445 = 4450$ $446 = 4460$ $447 = 4470$ $448 = 4480$ $449 = 4490$ $450 = 4500$ $451 = 4510$ $452 = 4520$ $453 = 4530$ $454 = 4540$ $455 = 4550$ $456 = 4560$ $457 = 4570$ $458 = 4580$ $459 = 4590$ $460 = 4600$ $461 = 4610$ $462 = 4620$ $463 = 4630$ $464 = 4640$ $465 = 4650$ $466 = 4660$ $467 = 4670$ $468 = 4680$ $469 = 4690$ $470 = 4700$ $471 = 4710$ $472 = 4720$ $473 = 4730$ $474 = 4740$ $475 = 4750$ $476 = 4760$ $477 = 4770$ $478 = 4780$ $479 = 4790$ $480 = 4800$ $481 = 4810$ $482 = 4820$ $483 = 4830$ $484 = 4840$ $485 = 4850$ $486 = 4860$ $487 = 4870$ $488 = 4880$ $489 = 4890$ $490 = 4900$ $491 = 4910$ $492 = 4920$ $493 = 4930$ $494 = 4940$ $495 = 4950$ $496 = 4960$ $497 = 4970$ $498 = 4980$ $499 = 4990$ $500 = 5000$ $501 = 5010$ $502 = 5020$ $503 = 5030$ $504 = 5040$ $505 = 5050$ $506 = 5060$ $507 = 5070$ $508 = 5080$ $509 = 5090$ $510 = 5100$ $511 = 5110$ $512 = 5120$ $513 = 5130$ $514 = 5140$ $515 = 5150$ $516 = 5160$ $517 = 5170$ $518 = 5180$ $519 = 5190$ $520 = 5200$ $521 = 5210$ $522 = 5220$ $523 = 5230$ $524 = 5240$ $525 = 5250$ $526 = 5260$ $527 = 5270$ $528 = 5280$ $529 = 5290$ $530 = 5300$ $531 = 5310$ $532 = 5320$ $533 = 5330$ $534 = 5340$ $535 = 5350$ $536 = 5360$ $537 = 5370$ $538 = 5380$ $539 = 5390$ $540 = 5400$ $541 = 5410$ $542 = 5420$ $543 = 5430$ $544 = 5440$ $545 = 5450$ $546 = 5460$ $547 = 5470$ $548 = 5480$ $549 = 5490$ $550 = 5500$ $551 = 5510$ $552 = 5520$ $553 = 5530$ $554 = 5540$ $555 = 5550$ $556 = 5560$ $557 = 5570$ $558 = 5580$ $559 = 5590$ $560 = 5600$ $561 = 5610$ $562 = 5620$ $563 = 5630$ $564 = 5640$ $565 = 5650$ $566 = 5660$ $567 = 5670$ $568 = 5680$ $569 = 5690$ $570 = 5700$ $571 = 5710$ $572 = 5720$ $573 = 5730$ $574 = 5740$ $575 = 5750$ $576 = 5760$ $577 = 5770$ $578 = 5780$ $579 = 5790$ $580 = 5800$ $581 = 5810$ $582 = 5820$ $583 = 5830$ $584 = 5840$ $585 = 5850$ $586 = 5860$ $587 = 5870$ $588 = 5880$ $589 = 5890$ $590 = 5900$ $591 = 5910$ $592 = 5920$ $593 = 5930$ $594 = 5940$ $595 = 5950$ $596 = 5960$ $597 = 5970$ $598 = 5980$ $599 = 5990$ $600 = 6000$ $601 = 6010$ $602 = 6020$ $603 = 6030$ $604 = 6040$ $605 = 6050$ $606 = 6060$ $607 = 6070$ $608 = 6080$ $609 = 6090$ $610 = 6100$ $611 = 6110$ $612 = 6120$ $613 = 6130$ $614 = 6140$ $615 = 6150$ $616 = 6160$ $617 = 6170$ $618 = 6180$ $619 = 6190$ $620 = 6200$ $621 = 6210$ $622 = 6220$ $623 = 6230$ $624 = 6240$ $625 = 6250$ $626 = 6260$ $627 = 6270$ $628 = 6280$ $629 = 6290$ $630 = 6300$ $631 = 6310$ $632 = 6320$ $633 = 6330$ $634 = 6340$ $635 = 6350$ $636 = 6360$ $637 = 6370$ $638 = 6380$ $639 = 6390$ $640 = 6400$ $641 = 6410$ $642 = 6420$ $643 = 6430$ $644 = 6440$ $645 = 6450$ $646 = 6460$ $647 = 6470$ $648 = 6480$ $649 = 6490$ $650 = 6500$ $651 = 6510$ $652 = 6520$ $653 = 6530$ $654 = 6540$ $655 = 6550$ $656 = 6560$ $657 = 6570$ $658 = 6580$ $659 = 6590$ $660 = 6600$ $661 = 6610$ $662 = 6620$ $663 = 6630$ $664 = 6640$ $665 = 6650$ $666 = 6660$ $667 = 6670$ $668 = 6680$ $669 = 6690$ $670 = 6700$ $671 = 6710$ $672 = 6720$ $673 = 6730$ $674 = 6740$ $675 = 6750$ $676 = 6760$ $677 = 6770$ $678 = 6780$ $679 = 6790$ $680 = 6800$ $681 = 6810$ $682 = 6820$ $683 = 6830$ $684 = 6840$ $685 = 6850$ $686 = 6860$ $687 = 6870$ $688 = 6880$ $689 = 6890$ $690 = 6900$ $691 = 6910$ $692 = 6920$ $693 = 6930$ $694 = 6940$ $695 = 6950$ $696 = 6960$ $697 = 6970$ $698 = 6980$ $699 = 6990$ $700 = 7000$ $701 = 7010$ $702 = 7020$ $703 = 7030$ $704 = 7040$ $705 = 7050$ $706 = 7060$ $707 = 7070$ $708 = 7080$ $709 = 7090$ $710 = 7100$ $711 = 7110$ $712 = 7120$ $713 = 7130$ $714 = 7140$ $715 = 7150$ $716 = 7160$ $717 = 7170$ $718 = 7180$ $719 = 7190$ $720 = 7200$ $721 = 7210$ $722 = 7220$ $723 = 7230$ $724 = 7240$ $725 = 7250$ $726 = 7260$ $727 = 7270$ $728 = 7280$ $729 = 7290$ $730 = 7300$ $731 = 7310$ $732 = 7320$ $733 = 7330$ $734 = 7340$ $735 = 7350$ $736 = 7360$ $737 = 7370$ $738 = 7380$ $739 = 7390$ $740 = 7400$ $741 = 7410$ $742 = 7420$ $743 = 7430$ $744 = 7440$ $745 = 7450$ $746 = 7460$ $747 = 7470$ $748 = 7480$ $749 = 7490$ $750 = 7500$ $751 = 7510$ $752 = 7520$ $753 = 7530$ $754 = 7540$ $755 = 7550$

к переходу от длинной формы таблицы элементов к короткой. Этот «ключ» — большая ломаная линия, указывающая, что внутри основных групп должны быть включены элементы будущих побочных подгрупп, а именно в группу щелочных металлов — медь и серебро, в группу щелочно-земельных — цинк и кадмий.

Ящик неразобранных документов. После первых же публикаций, сделанных от имени Марии Дмитриевны и ее сотрудницы, я завоевал полное доверие Марии Дмитриевны. Теперь она свободно предоставляла мне любые менделеевские материалы, хранящиеся у нее. Это был целый большой ящик разрозненных записок, различных табличек элементов, иногда просто каких-то обрывков не установленного содержания, не включенных в архив Менделеева. Сама она, так же как и Т. С. Кудрявцева, не будучи химиком, не могла разобраться во всем этом хаосе менделеевских записей. В течение многих месяцев я проделал громадную работу по расшифровке и сортировке записей. Главным здесь для меня было установление хронологической последовательности сделанных записей и черновых набросков (как правило, они не имели дат). Когда эта колоссальная работа подвигалась к концу, Марья Дмитриевна сделала сообщение в Ленинградском Доме ученых; я при этом присутствовал. Она рассказывала:



Табличка, содержащая идею о подразделении групп элементов на главные и побочные (вероятно, конец февраля 1869 г.)

— Вы не можете себе представить, какая свалка всяких химических записей моего отца была в этом ящике. Казалось, что разобраться тут нет никакой возможности. С моей точки зрения, это был архивный хлам, сохранившийся только потому, что записи были сделаны рукою Дмитрия Ивановича. Просто удивительно, как Б. М. Кедрову удалось разобраться во всем этом, да разобраться так, что любой кусочек с записями по химии нашел свое место в общем ряду работ моего отца тех лет.

Итак, в мое распоряжение поступил огромный ящик, доверху набитый всяким, по выражению Марии Дмитриевны, архивным хламом. Теперь мне надо было как-то рассортировать этот «хлам», который в действительности представлял ценнейший и уникальный материал, позволяющий проникнуть в лабораторию творческой мысли Менделеева и проследить ее ход при разработке открытого уже периодического закона. Для этого прежде всего следовало отделить записи, сделанные в период после его открытия и до конца 1871 г., а затем распределить в последовательном порядке документы и записи, относящиеся ко времени с марта 1869 по декабрь 1871 г. А это означало, что надо хотя бы приблизительно датировать все эти материалы. Но как это сделать?

Датировка документов. Это можно было делать по-разному.

а) По их наименованию и ссылкам. Это было самым простым делом. Если в документе упоминалась какая-либо известная, особенно опубликованная, работа Менделеева или же делалась ссылка на

нее, это служило ориентиром для датировки. Тем более это касалось заглавий черновых набросков или подготовительных вариантов его будущих законченных работ. С марта 1869 г. свою систему элементов Менделеев именовал «Опытом»; в конце ноября 1870 г. он дал ей название «Естественная система элементов»; в марте 1871 г. он окончательно назвал ее «периодической». Это могло служить известным ориентиром для датировки того или иного документа.

Что же касается списков или табличек с символами элементов, то легко понять, что появление в них символа Ga свидетельствовало, что документ составлен не ранее конца 1875 г., а символа Sc — не ранее 1879—1880 гг. Таким же ориентиром служило появление символов Ge и инертных газов. Однако этим ограничиться было нельзя. Главным было установление последовательности написания материалов, относящихся к периоду 1869—1871 гг., когда сам Дм. Ив. доводил до конца разработку своего открытия.

б) По содержанию. Подобная датировка требовала тщательного изучения рукописных фрагментов и отдельных записей, которые не имели прямых ссылок на известные уже работы Менделеева. Необходимо было найти связь таких фрагментов и записей с теми или иными известными работами Дм. Ив. по их содержанию. Для этого пришлось составить последовательный ряд датированных менделеевских работ, как бы разбив весь период его трехлетнего творчества на отдельные этапы. Перечислю их здесь: 1) исследование атомных объемов в зависимости от атомных весов элементов как их физической функции (лето до конца августа 1869 г.); 2) исследование кислородных соединений и высшей атомности элементов в их окислах в зависимости от атомных весов как их химической функции для семи групп (кроме VIII) (до начала октября 1869 г.); 3) изучение закона теплоемкости в особенности у легких элементов (конец 1869 г.—начало 1870 г.); 4) изучение аммиачно-металлических (комплексных) соединений (до начала марта 1870 г.); 5) изучение вопроса о месте церия в системе элементов, а в особенности разработка естественной системы элементов с предсказанием свойств неоткрытых элементов (с появлением VIII группы) (до конца ноября 1870 г.); 6) приоритетная заметка «К вопросу о системе элементов», где она окончательно названа «периодической» (март 1871 г.); 7) итоговая статья «Периодическая законность химических элементов» (август 1871 г.); 8) изучение перекисей (до октября 1871 г.); 9) определение атомного веса иттрия (начало декабря 1871 г.).

Таковы основные этапы разработки открытого Менделеевым закона за трехлетие (1869—1871 гг.), если судить по сделанным публикациям. Кроме того, важно учесть работу над 3-м выпуском «Основ химии» и ее завершение в 1870 г. и над 4-м (последним) их выпуском, вышедшим в свет в феврале 1871 г.

в) По особенностям написания символов элементов и величинам их атомных весов. Этот способ датировки оказался весьма любопытным и оригинальным. Он связан со спецификой памяти Дм. Ив. Когда он занимался интересующим его сложным вопросом и в особенности когда он почему-то очень торопился с проведением начатого исследования, он не всегда обращался к известной уже литературе, а записывал и символы элементов, и значение их атомных весов по памяти. При этом он нередко ошибался, а затем, обнаружив у себя неточность, исправлял ее и далее уже не нарушал принятых обозначений. Кроме того, как известно, он и сам изменял атомные веса у многих элементов.

Скруплезные исследования материалов позволили мне выделить своего рода два определителя. Первый касался начертания символов элементов. Так, вольфрам Менделеев обозначил сначала через Wo, а затем, к концу дня 17 февраля 1869 г., исправил на W при написании бело-

вой таблицы и в дальнейшем не менял этого обозначения. Значит, наличие символа W_o свидетельствует, что запись была сделана до составления белой таблицы. Символ палладия до конца 1870 г. записывается неизменно как P_l , а с начала 1871 г. исправляется на P_d и так остается до конца. Значит, мы имеем еще один ориентир для датировки документов. Точно так же символ родия пишется сначала как R_o , а после 18 февраля исправляется на R_h и затем уже не меняется.

Второй определитель касается значений атомных весов. Так, до осени 1870 г. для индия записывается атомный вес 75,6 или близкий к нему. Позднее он исправляется на 113. Тогда же резко изменяются атомные веса для Ce , La , Di , Eg и Yt . Немного позднее столь же резко изменяются атомные веса для Ug и Th . Иногда речь идет о мелких уточнениях. Так, до февраля 1871 г. для Ti принимается атомный вес 50, позднее — 48; для Se до поздней осени 1870 г. атомный вес записывается как 79,4 или 79, а позднее — 78, а для Al в то же время — сначала как 27,4, что позднее было исправлено на 27,3. Тогда же небольшие исправления были сделаны для атомных весов W и Bi . Все это давало возможность, хотя и приблизительно, но довольно точно датировать изучаемые документы.

Наконец, помогало и то, что Менделеев иногда изменял последовательность расположения элементов в таблице. Так, с определенного момента он изменил последовательность расположения двух членов семей-

Ni

ства железа — вместо $NiCo$ или $\parallel$ он стал писать $CoNi$.

Co

Точно так же до осени 1870 г. место между Cd и Sn у него занимал Ug , а позднее на это место он поставил индий и т. д. Словом, было выявлено множество всякого рода изменений, вызванных частично ошибками памяти Менделеева, частично же — сознательно вносимых им в свою систему элементов.

Учитывая названные выше и некоторые другие ориентиры, о которых я не буду говорить, удалось датировать все без исключения документы, содержащиеся у Марии Дмитриевны в неразобранном виде в большом ящике, и расположить их хронологически в строго последовательном порядке. Сейчас я затрудняюсь сказать, сколько пошло времени на этот громадный труд. Далее я расскажу о нескольких эпизодах, связанных с розыском, нахождением и толкованием отдельных менделеевских рукописей и записей.

Казалось бы, навсегда утерянная таблица. Решающим переломом в разработке открытого им периодического закона явилось увеличение Менделеевым в 1,5—2 раза атомных весов ряда элементов, таких, как In , Yt , Ce и два его спутника, а также Th , Ug . Это произошло осенью 1870 г. В Музее-архиве при ЛГУ я обнаружил большую черновую таблицу, написанную рукой Дмитрия Ивановича, в которой изменение атомных весов названных выше элементов было уже произведено, а сами элементы передвинуты на новые места. Был обнаружен также черновой набросок заметки об атомном весе индия, содержавший мысль о возможности изменения этой величины, если теплоемкость металла окажется равной 0,055. Однако было совершенно не ясно, каким образом перед этим Д. И. Менделеев пришел к мысли о необходимости внести такие изменения в атомные веса многих элементов с вытекающим отсюда изменением мест этих элементов в системе. Ни в «большом ящике», ни в других местах Музея-архива ничего обнаружить не удавалось.

Однажды я был в мемориальном музее Д. И. Менделеева при Институте метрологии в Ленинграде. Его заведующий А. С. Сковрцов среди прочих экспонатов, уже мне известных, показал вклеенную в музейный альбом фотокопию какой-то таблицы, написанной рукой Дмитрия Ивановича. Это был негативный отпечаток, но не очень ясный, судя по многочисленным перекрестным линиям, проведенным с целью найти разности

между атомными весами элементов, расположенных прежде всего по диагонали. Эта таблица как раз и представляла недостававшее до сих пор звено в творчестве Дмитрия Ивановича, которое я так тщетно и долго искал. Внизу таблицы слева можно было обнаружить пересчет атомных весов интересующих меня элементов с учетом изменения формулы их окислов с RO на R_2O_3 . Соответственно этому атомные веса возрастали в 1,5—2 раза. Не могу описать охватившей меня радости.

— Но где же сам оригинал этой таблицы? — спросил я А. С. Скворцова. Он развел руками и сказал, что не знает. Взяв альбом с вклеенной фотокопией, я отправился в Музей-архив к Марии Дмитриевне и Т. С. Кудрявцевой.

— Скажите, что это за таблица? Ее надо найти во что бы то ни стало. Иначе нельзя будет восстановить самого главного поворотного пункта в развитии менделеевской мысли тех лет.

Несколько дней мы вместе буквально обыскивали папку за папкой менделеевского архива. Но все было безрезультатно. Тогда кто-то вспомнил, что имевший отношение к Музею-архиву химик М. Н. Младенцев имел привычку уносить к себе домой менделеевские рукописи и там работать с ними. Он-то, вероятно, и унес эту злополучную таблицу для того, чтобы ее сфотографировать, а оригинал оставил у себя. Во время ленинградской блокады дом, где жил М. Н. Младенцев, разбомбили, а сам он погиб. Если таблица была у него дома, значит и она погибла, от нее остался только этот негативный отпечаток. Неужели навсегда утерян такой важный документ и придется довольствоваться лишь смутным намеком на него? И вот, казалось бы, когда надежд уже больше не было, я обратил внимание, что в левом верхнем углу негативного отпечатка ясно виден какой-то большой подтек неизвестного происхождения. Я знал, что во время ленинградского наводнения в 1924 г. частично пострадала личная библиотека Дмитрия Ивановича, находившаяся в здании ЛГУ на Васильевском острове. А вдруг эта таблица была вклеена в один из томов его библиотеки? Если так, то обнаруженный мною подтек на негативном отпечатке должен быть одинаковым по форме, размеру и своему местонахождению, общим для всего данного тома. Я стал просматривать подряд все тома менделеевской библиотеки и обнаружил в томе 1002 такого же рода подтек. И действительно, в конце тома была вклеена пропавшая таблица. Найти ее было трудно по той причине, что том 1002 содержит ранние работы Дмитрия Ивановича, опубликованные не позднее 1861 г. Было бы поэтому странно искать среди них вклейку таблицы 1870 г.

Так было найдено решающее звено, связывающее начальную стадию разработки периодического закона (март 1869 г. — осень 1870 г.) и завершающую ее стадию (с поздней осени 1870 г. по самый конец 1871 г.).

Формирование VIII группы и появление общей нумерации рядов и групп. В найденной таблице, о которой я только что рассказал, была произведена нумерация пяти рядов. В следующей большой таблице, о которой было сказано ранее, их нумерация была продолжена до VI, а еще в одной, обнаруженной мною, была произведена нумерация групп, начиная со щелочных металлов (группа I) и кончая галоидами (группа VII). Еще в одной таблице, как я обнаружил, была дана одновременно нумерация семи групп (они назывались столбцами) и девяти горизонтальных рядов, из которых верхний был обозначен как нулевой. Наконец, в следующей таблице число рядов было увеличено до 11 (верхний ряд снова значился фактически нулевым, и появилась новая VIII группа). Это было поздней осенью 1870 г. Но мне удалось разыскать в томе 1010 личной библиотеки Дмитрия Ивановича (с. 515), куда вошла вторая часть «Основ химии», следующее место. Здесь было напечатано, что в окислах число атомов O не может быть больше трех. Подчеркнув это место, Д. И. Менделеев против него на полях записал: « OsO_4 ». Это было

сделано не раньше середины 1870 г., когда печатались первые листы последнего выпуска «Основ химии».

Таким образом, проследивая ход нумерации рядов и групп, удалось установить последовательность составления Менделеевым целого ряда таблиц осенью 1870 г., а также выявить первый шаг к образованию VIII группы в виде ссылки на существование окиси OsO_4 .

Литографическое издание лекций. Как уже было сказано, я не ограничивался работой в Музее-архиве, но выявлял в других ленинградских учреждениях (в том числе и архивах) новые менделеевские документы. Так, в библиотеке химического факультета ЛГУ мне удалось обнаружить неполное и сильно попорченное литографическое издание лекций Дмитрия Ивановича, читанных, как я установил, осенью и в начале зимы 1870 г. Начало записей отсутствовало, а конец их обрывался на 9-й лекции. На листах этих записей стояла подпись «Профессор Д. Менделеев», сделанная его рукой. Однако судя по вкравшимся и неисправленным неточностям, можно было предположить, что он не читал самих этих записей. Подтверждение такому предположению я нашел у Менделеева в «Списке моих сочинений». Так, по поводу записей своих лекций о растворах (1873/74 г.) он заметил: «Хотя моя надпись есть на листах, но я не читал их, я сделал подпись, потому что она требовалась для цензурных формальностей».

Как подготавливались важнейшие статьи Менделеева о периодическом законе. При изучении менделеевских рукописей я обнаружил следующую особенность движения мысли Менделеева. При подведении итогов проделанной им работы за определенный период он сначала планировал написать большую статью общего характера. Однако в ходе ее подготовки он приходил к выводу о необходимости расчленить ее на отдельные статьи, чтобы иметь возможность более подробно рассмотреть по частям затрагиваемые вопросы.

Так, после долгих и напряженных исследований, проведенных осенью 1870 г., когда была более детально разработана короткая система элементов, он сначала задумал написать общую статью о системе элементов. Я обнаружил первый, наиболее ранний вариант такой статьи, точнее сказать, ее развернутого плана. Вслед за этим шел более или менее развернутый набросок этой статьи, в котором развивались положения, выдвинутые в предыдущем ее плане. Затем следовала сама статья, озаглавленная «О системе элементов» и подписанная «Д. Менделеев».

Таким образом, устанавливался последовательный ход мысли Менделеева при работе над этой статьей. Это было примерно в конце октября — начале ноября 1870 г. Набросок статьи и сама статья сопровождались таблицами короткой формы. В последней из них Менделеев привел формулу для выражения атомных весов элементов левой подгруппы IV группы элементов: $12 + 36x + 1,7x^2$, где x есть $1/2$ номера ряда, в котором находится данный элемент. Так, для углерода (0-й ряд) результат равен 12; для Ti (2-й ряд) — 49,7, тогда как в таблице стоит 50; для Zr (4-й ряд) — 90,8, тогда как стоит 90; для Se (6-й ряд) — 135,7, при 138 в таблице и т. д. Совпадения получаются достаточно полные, но больше обнаружить у Дм. Ив. подобных попыток мне не удалось.

По-видимому, в начале ноября 1870 г. Менделеев пришел к выводу о том, что статью «О системе элементов» надо разделить на две отдельные статьи. Во-первых, это была статья «О месте перия в системе элементов», которую он доложил в Академии наук 24 ноября 1870 г. и в которой сообщалось о том, что ему удалось определить теплосодержание индия независимо от Бунзена. Это позволило установить истинный атомный вес этого элемента (113).

До тех пор был известен лишь немецкий перевод этой статьи, написанный рукой Менделеева. Из записей лабораторных работ того времени видно, что Менделеев определял теплосодержание индия с помощью им же

сконструированного калориметра. Особый интерес представляет таблица элементов, в которой воспроизводится по существу дела тот же прием сопоставления элементов по диагональным направлениям, который был отражен на фотоснимке считавшейся утерянной таблицы.

Во-вторых, это была статья «Естественная система элементов и приращение ее к указанию свойств неоткрытых элементов», датированная 29 ноября 1870 г. Она была доложена в декабре того же года на экстренном заседании Русского химического общества. Удалось обнаружить предварительный план этой статьи и список санскритских слов — «Эка», «Дви», «Три» и т. д., которые были использованы Дмитрием Ивановичем при составлении названий для предсказанных элементов. От рукописного оригинала самой статьи был обнаружен мною только ее конец с приложенной к ней таблицей элементов. В реферативном немецком журнале «Berichte» за 1870 г. я обнаружил подробный реферат В. Рихтера о сделанном Менделеевым сообщении в РХО. Он заканчивался словами о том, что эксилиций «может быть найден среди соединений титана или циркония. Интересные предсказания, если бы удалось этот элемент действительно открыть! Путь к этому был бы указан через а priori предположенные свойства».

По-видимому, делая свое сообщение в РХО, Менделеев особое внимание уделил именно эксилицию. Об этом я еще скажу далее. Вскоре после выхода в свет второй части «Основ химии» Менделеев задумал написать сводную статью обобщающего характера о сделанном им открытии для иностранной печати. Ведь до тех пор за рубежом не появлялось подробных сообщений на этот счет, кроме кратких рефератов. Вначале была задумана опять-таки большая, единая статья. Мною было проследжено, как она готовилась, а затем как она разветвилась на две самостоятельные статьи. Первой записью, относящейся сюда, я считаю следующую: «Наши химич[еские] све[дения] сводятся на элементы — и кр[атко] систем[атизируются] в систем[е] элементов. Твердого в этом есть пай — и вот утвердив это достиг[нуты] естес[венная] классификация и закон периодичности».

За ней шел черновой набросок плана статьи о законе периодичности, написанный тоже на отдельном листке бумаги. Он был гораздо более подробный, нежели предыдущая запись. В нем многое переплеталось с первой статьей Менделеева, написанной сразу же после сделанного открытия (февраль 1869 г.).

Оба эти документа я обнаружил в «большом ящике» Марии Дмитриевны. Я нашел также отдельный оттиск упомянутой статьи Менделеева «Соотношение свойств с атомным весом элементов» с менделеевской правкой, которая свидетельствовала, что первоначально Менделеев, по-видимому, собирался превратить эту статью в новую, предназначенную для зарубежной печати. Так, он производит в ней множество сокращений, вносит во многих местах те или иные добавления. Некоторые из этих последних свидетельствуют, что начатая переработка первой публикации предназначена для иностранного читателя и что в ней затрагиваются вопросы, вошедшие позднее в одну из двух статей, на которые разветвилась первоначально задуманная единая статья. В числе добавлений имеются указания на то, что «Основы химии» теперь закончены. Следовательно, вся предпринятая работа начата не ранее февраля 1871 г. В дальнейшем Менделеев по всем данным отказался от простой переработки своей первой статьи для опубликования в иностранном журнале, а разделил ее на две самостоятельные статьи, написанные заново. Одна — «К вопросу о системе элементов», вторая — «Периодическая законность химических элементов», русский оригинал которой был передан мне Марией Дмитриевной при первой встрече.

Статья «К вопросу о системе элементов» была посвящена в основном приоритетным вопросам. Она датирована мартом 1871 г. Ей предшест-

вовал подробный черновой набросок, написанный по-русски с включением отдельных немецких слов и фамилий зарубежных химиков в иностранной транскрипции. Что же касается второй статьи, то о ней можно сказать очень многое. Ограничусь лишь отдельными замечаниями. Я обнаружил небольшой отрывок из ее первоначального наброска, который, однако, не представлял особого интереса. В отдельном ее оттиске на немецком языке в таблице 2 я обнаружил запись, сделанную рукой Дмитрия Ивановича, следующего характера. Менделеев отметил разность в атомных весах между Se (78) и Te (125), равную 47. На этом основании он предположил, что ниже теллура (125) должен стоять экателлур с атомным весом 173, поскольку разность в атомных весах здесь была бы равна 48. Но так как атомный вес Te в действительности больше, чем 125, и равен 128, Менделеев предположил, что к Te подмешан более тяжелый экателлур, трудно от него отделимый. Запись «173», сделанная в названной выше таблице, говорит о том, что уже летом 1871 г. Менделеев приближался к такой мысли.

Поиски экасилиция. Кроме уже названных выше архивов, в которых я разыскивал менделеевские рукописи, я обратился к Архиву АН СССР, размещенному в Москве и Ленинграде. В Москве я нашел письмо Менделеева к А. Ю. Давыдову от 28 сентября 1871 г. по поводу приглашения Дмитрия Ивановича в Московский университет. Отклоняя это предложение, Менделеев мотивирует свой отказ тем, что он не хочет прерывать «начатые работы», которым посвятит «предстоящие годы. Думаю работать с редкими металлами, и подготовка к этой работе потребовала уже немало времени и средств. Жаль бросить начатое». Когда я нашел это письмо, то задумался над тем, какие же конкретно исследования собирався вести Дмитрий Иванович в то время. Вскоре я обнаружил черновик его ответного письма Эрленмейеру, написанный, очевидно, в конце октября — начале ноября (ст. ст.) 1871 г., так как письмо Эрленмейера Менделееву датировано 5 ноября 1871 г. (н. ст.). Следовательно, этот черновик писался месяц спустя после письма Менделеева А. Ю. Давыдову. В черновике письма Эрленмейеру сказано: «Хочу сперва проделать всякую штуку с редкими элементами, причем постараюсь поискать подтверждений для тех изменений в весах атомов, которые я предложил сперва для Se, La, Di, потом для Yt, Eg, потом обращусь к Ti, Zr, Nb и Ta, поштудирую их и, когда буду господином этих химических редкостей, постараюсь, изучая подходящие случаи, поискать между ними один из предсказанных мною экаметаллов».

Конечно, тут же встал вопрос, какой же металл из числа предсказанных им, не открытых еще элементов намеревался открыть сам Дмитрий Иванович. Из названных в черновике металлов, а также из сообщения Менделеева, что он уже получил просимый им колумбит (минерал, содержащий соединения Nb и Ta), можно предположить, что речь шла об экасилиции. Я сопоставил это с концом реферата Рихтера о сообщении Менделеева в РХО в начале декабря 1870 г. Мое предположение, кажется, подтверждалось. Я снова отправился в Ленинградский областной архив и одновременно стал вновь просматривать менделеевские записи в «большом ящике» Марии Дмитриевны. И вот что я обнаружил.

5 декабря 1870 г., сразу же после своего сообщения в РХО, Менделеев написал ректору Петербургского университета К. Ф. Кесслеру о том, что он хочет проверить хотя бы часть высказанных им заключений. Для этого он вынужден «заняться исследованием некоторых редких минералов» и просит ректора обратиться в Горный институт с просьбой выдать таковые. «Особенно важно было бы мне получить возможно большее количество титановых минералов... а именно перовскита, рутила, ильменита, а также из других минералов: циркона, ортита, или церита и эшинита».

Теперь стала понятной записка известного минералога П. А. Кочубея

(датировано субботой без числа), в которой сообщалось, что для Дмитрия Ивановича найдены некоторые из просимых им минералов. Следовательно, оказывалось несомненным, что Менделеев намеревался приступить к поискам предсказанного им экасилиция как возможного спутника титановых и цирконовых соединений (минералов). В начале февраля 1871 г. Менделеев просил горячо поблагодарить руководство Горного института за оказанную помощь.

Таким образом, все эти события вязались в одну логическую цепочку. Менделеев предсказал экасилиций и сам хотел его экспериментально открыть.

Замечу, что 27 ноября 1870 г. Дмитрий Иванович начал вести рабочий дневник, в который записывал свои идеи и мысли, планы намечаемых исследований и программы своих публичных лекций, а также ход своих лабораторных исследований. Эти последние были посвящены редкоземельным элементам и поискам экасилиция, о чем Менделеев и писал Эрленмейеру. Интересно проследить всю цепь поисков экасилиция. Впервые мысль о нем появляется на полях черновой таблицы (слева на полях) при раскладывании химического «пасьянса». Здесь поставлено « $x=72$ ». Фактически это был первый предсказанный Менделеевым не открытый элемент. Далее он фигурировал во всех таблицах, но сначала без подробного его описания и без выделения его среди других предсказанных новых элементов. Впервые такое выделение было сделано в черновой таблице, приложенной к последнему варианту статьи «К системе элементов». Здесь атомный вес будущего экасилиция «равно 72» заключен в рамку. Значит, уже в начале ноября 1870 г. Менделеев особое внимание уделил экасилицию. В конце ноября — начале декабря того же года Дмитрий Иванович выделяет экасилиций уже совершенно ясно. В своем только что начатом рабочем дневнике он делает запись (1871 г.): «Ильмений Германа есть ни что иное, как экасилиций». Значит, Дмитрий Иванович с этого момента пытался подтвердить, что якобы открытый Германом новый металл (II) совпадает с предсказанным экасилицием. В соответствии с этим Менделеев делает примечания в гранках своей статьи «Естественная система элементов...» и записывает в своей таблице, приложенной ко второй части «Основ химии» (февраль 1871 г.): « $?72 = \text{Es}?? \text{II}, \text{EsO}_2?$ ». Однако вскоре он убедился в ошибочности такого предположения, и ссылки на ильмений Германа отпали. В дальнейшем попытки обнаружить экасилиций опытным путем оказались тщетными, так как искомый экаметалл не присутствует в качестве спутника титана и других металлов IV и V групп, как это предполагал Дмитрий Иванович.

В связи с этим хочу заметить, что логический способ был направлен в наших исследованиях к тому, чтобы устанавливать последовательную связь обнаруженных документов, находить место каждого из них в общей цепи всех менделеевских рукописей. Этой цели и служила работа по датировке документов. Речь могла идти, конечно, не о том, чтобы установить точную дату каждого из них, но лишь о том, чтобы найти его место в ходе развития менделеевской мысли, как это я показал на примере поисков Менделеевым экасилиция.

Завершение разработки периодического закона. Вплоть до 11 декабря 1871 г. Менделеев заполняет свой рабочий дневник записями химического характера. Он анализирует соединения церитов и продолжает тщетно искать экасилиций. В самом начале декабря 1871 г. он делает сообщение в РХО относительно атомного веса иттрия. Черновой текст этого сообщения также был найден мною, тогда как до тех пор был известен лишь краткий реферат сообщения, опубликованный в ЖРХО. Таким образом, вся первая декада декабря 1871 г. была занята у Дмитрия Ивановича исследованием химических вопросов. И вдруг — внезапный, резкий переход от химических проблем к изучению свойств сильно разреженных газов. Начиная с 14 декабря 1871 г., содержание записей

в рабочем дневнике Дмитрия Ивановича круто меняется: с этого момента исследуются сильно разреженные газы. Но означало ли это, что Менделеев бросил разработку периодического закона и переключился с химии на чистую физику? Этот вопрос меня сильно волновал. И вот во второй части «Основ химии» (том 1010 личной библиотеки Менделеева) я обнаружил вклеенную таблицу элементов, в середине которой красным карандашом исправлены атомные веса щелочных металлов, что свидетельствовало о связи этих исправлений с общими работами Дмитрия Ивановича над этими металлами и их соединениями. И одновременно в левом углу той же таблицы над символом водорода Менделеев записал синими чернилами: «Легче всего эфир? выяснить опытом». Так эту запись расшифровала Мария Дмитриевна. От этой записи проведена линия к ниже стоящему от нее $H=I$. Что же это могло означать? Я сопоставил эту запись с тем, что сказано Дмитрием Ивановичем в «Списке моих сочинений» по поводу его сообщения в физическом обществе (октябрь 1875 г.) «О температуре верхних слоев атмосферы». Здесь говорится: «Вопрос этот очень меня занимал. Он связан с моими работами над разреженными газами, а они направлялись к вопросу о природе светового эфира. Кое-что я и тут делал, но не публиковал».

Позднее, в работе «Попытка химического понимания мирового эфира» (1902 г.), Дмитрий Иванович сообщил в одном из примечаний: «Уже с 70-х годов у меня назойливо засел вопрос: да что же такое эфир в химическом смысле? Он тесно связан с периодической системой элементов, ею и возбудился во мне, но только ныне я решаюсь говорить об этом. Сперва и я полагал, что эфир есть сумма разреженнейших газов в предельном состоянии. Опыты велись мною при малых давлениях — для получения намеков на ответ».

Так и на этот раз пришла разгадка: переходя к изучению разреженных газов в середине декабря 1871 г. Дмитрий Иванович не только не бросал разработку периодического закона, а, напротив, предполагал перейти к раскрытию его самых глубоких основ. Думая о существовании мирового эфира в качестве легчайшего химического элемента, он полагал, что этим он найдет ключ к пониманию самой сути периодического закона и раскроет природу зависимости свойств элементов от их атомного веса.

* * *

Так, в итоге громадной, кропотливой пятилетней работы, которую под моим руководством провел наш маленький коллектив в составе четырех человек — Т. Н. Ченцова, М. Д. Менделеева-Кузьмина, Т. С. Кудрявцева и я, раскрылась вся картина движения мысли Д. И. Менделеева, направленной на открытие и разработку нового великого закона природы. Итог этой работы составил том I «Научного архива» Д. И. Менделеева «Периодический закон». Этот том вышел в свет в начале 1953 г. Незадолго перед этим скончалась М. Д. Менделеева-Кузьмина, а спустя два года — Т. Н. Ченцова, и наш маленький коллектив распался. Но и то, что было сделано нами в работе над рукописями Менделеева, позволило реконструировать развитие его творческой мысли настолько полно и точно, как будто мы были непосредственными наблюдателями ее работы. Это было удивительно и, можно сказать, потрясательно. В работе над рукописями Дмитрия Ивановича оживала его мысль.

READING MENDELEEV'S MANUSCRIPTS (HOW THE HISTORY OF DISCOVERY AND ELABORATION OF THE PERIODIC LAW WAS STUDIED)

B. M. Kedrov

Outstanding specialist in the studies of the Mendeleev's scientific heritage tells how the history of discovery and elaboration of the periodic law was investigated according to the archives documents.