

М. Ф. Каримов

Научное и дидактическое значения «основ химии» Д. И. Менделеева

Бирская государственная социально-педагогическая академия
452323, г. Бирск, ул. Интернациональная, 10; факс: (214) 2-64-55

Освещены основные этапы создания, издания и использования классического труда «Основы химии» выдающегося российского ученого Д. И. Менделеева. Определены методологическое, теоретическое и дидактическое значения фундаментального учебника по химии для подготовки исследователей и преобразователей природной и технической действительности в XIX и XX веках. Выделена инвариантная составляющая менделеевского учебника по химии, обладающая дидактической эффективностью и в XXI веке.

Ключевые слова: основы химии, химический элемент, атомный вес, периодическая зависимость свойств химических элементов от их атомного веса, системно-структурно-функциональный подход к изучению и преобразованию природной и технической действительности, дидактическая эффективность учебника по химии.

Химия как экспериментальная наука, возникшая в XVII веке ¹, накопила к 60-м гг. XIX века такой объем научной информации, что учебники по этой дисциплине состояли из десятков томов, содержащих до тысячи страниц. Например, всемирно признанный и наиболее распространенный учебник Л. Гмелина «Руководство по теоретической химии», состоящий в начале XIX века из двух томов, к его середине превратился в 17-томное издание ².

В сферах научного и учебного познания и преобразования природной и технической действительности во второй половине XIX века появилась острая необходимость анализа и обобщения информации о сотнях тысяч химических соединений и способах их получения и использования с единой методологической и дидактической точки зрения в учебнике относительно малого объема и приемлемого для восприятия ученым или студентом в течение ограниченного периода времени.

Актуальная научно-методическая проблема успешно была разрешена выдающимся российским химиком — Дмитрием Ивановичем Менделеевым (1834—1907), чья творческая

деятельность фрагментарно представлена в табл. 1.

Все крупные ученые Западной и Северной Европы, пытавшиеся до Д. И. Менделеева классифицировать химические элементы, ограничивались тем, что объединяли в группы сходные по химическим свойствам элементы, но не находили внутренней связи между ними.

Выдающийся французский физик и химик А. Л. Ле-Шателье (1850—1936), анализируя учебники по химии, изданные во второй половине XIX века, утверждал о том, что «заслуживает быть отмеченной лишь единственная попытка отойти от классических традиций — это попытка Менделеева; его руководство по химии задумано по совершенно особому плану» ³.

Ориентированный научной необходимостью познания химической действительности и дидактической потребностью в написании фундаментального учебника по химии профессор Д. И. Менделеев взял в качестве характеристики химических элементов их атомный вес и сопоставил известные к 1860-м гг. группы элементов по величине атомного веса их членов.

Написав группу галогенов под группой щелочных металлов и расположив под ними другие группы сходных химических элементов в порядке возрастания величин их атомных весов, российский ученый Д. И. Менделеев установил, что свойства химических элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов ¹⁰.

На основе открытого им периодического закона химических элементов профессор кафедры технической химии Санкт-Петербургского императорского университета Д. И. Менделеев разрешил и сформулированную выше дидактическую проблему, написав и опубликовав классический труд «Основы химии» в 1869—1871 гг. ^{11, 12}.

Принципиально новым в изложении научной информации по химии, предложенным

Краткая хронология творческой деятельности Д. И. Менделеева

Годы	Субъект деятельности	Основной результат деятельности
1851–1855	Студент Главного педагогического института в Петербурге	Получил золотую медаль при завершении обучения на отделении естественных наук физико-математического факультета института ⁴ .
1856	Преподаватель естественных наук в Одесской гимназии	Доказал, что в среднем учебном заведении можно реализовать научную деятельность ⁵ .
1857–1859	Доцент кафедры химии Петербургского университета	Читал курсы теоретической и органической химии. Опубликовал статьи о металлургии ⁶ .
1859–1861	Командированный в Гейдельбергский университет в Германии	Выполнял работы по силам сцепления и по расширению жидкостей. Открыл наличие температуры абсолютного кипения веществ ⁷ .
1861	Автор первого отечественного учебника «Органическая химия»	Изложил в удостоенном Российской академией наук Демидовской премии учебнике представления об атомах и молекулах вещества ⁸ .
1865	Автор диссертации «Рассуждение о соединении спирта с водой»	Создал химическую или гидратную теорию водно-спиртовых растворов и объяснил химическую природу их сжатия ⁹ .
1865	Профессор кафедры технической химии Петербургского университета	Получил утверждение Министерством народного просвещения России в ученом звании профессора по кафедре технической химии ⁴ .
1869	Автор открытия фундаментального периодического закона химических элементов	Установил, что химические свойства элементов естественных групп периодически повторяются в зависимости от их атомного веса ¹⁰ .
1869–1871	Автор фундаментального труда «Основы химии»	Впервые изложил неорганическую химию на основе периодического закона элементов ^{11, 12} .
1874	Соавтор основного газового закона	Вывел общее уравнение состояния идеального газа, включающее все частные случаи ¹³ .
1876	Член-корреспондент Российской академии наук	Содействовал развитию российской нефтяной, угольной и химической промышленности ¹⁴ .
1880	Выдвинутый учеными кандидат в действительные члены Академии наук	Получил отказ в избрании в действительные члены Российской академии наук в связи со сложными отношениями с властями ⁴ .
1881	Преподаватель химии на Высших женских курсах	Обосновал необходимость изучения химии во всех высших учебных заведениях ¹⁵ .
1890	Отставленный профессор столичного университета	Протестовал против усиления полицейских функций властей в руководстве вузами ^{4, 15} .
1893	Управляющий Главной палаты мер и весов	Разработал точнейшие эталоны весов, необходимые для развития науки и производства ¹⁶ .

и реализованным профессором Д. И. Менделеевым, было представление множества сведений о химических объектах, процессах и явлениях в форме единой, логически непротиворечивой, целостной и развивающейся системы. Суммативная форма освещения экспериментального и теоретического материала, принятая в ранних многотомных зарубежных учебниках по химии, уступала место, благодаря научным работам Д. И. Менделеева, системно-структурно-функциональному подходу к описанию природной действительности.

Фундаментальный учебник Д. И. Менделеева «Основы химии» выдержал восемь прижизненных и шесть посмертных изданий (табл. 2).

Научно-педагогическому сообществу известно ^{17, 18}, что после выхода в свет учебника профессора Д. И. Менделеева по общей

химии, представившего наглядно и доступно процесс становления и развития химии как науки, этой книгой пользовались студенты, преподаватели и ученые дореволюционной России и Советского Союза в первой половине XX века.

Получившим мировое признание образцовым учебником по химии, переведенным на английский язык ¹⁹, воспользовались для повышения уровня своей профессиональной подготовки несколько поколений студентов и ученых Великобритании и США.

Имея в виду величайшую заслугу русского ученого в открытии периодического закона химических элементов и учитывая фундаментальность учебника по химии, написанного профессором Д. И. Менделеевым, мы использовали его на лекционных, практических

Выходные данные изданий учебника Д. И. Менделеева «Основы химии»

№ издания	Год издания	Издательство или типография	Часть (том)	Кол-во стр.
1	1869 1871	Санкт Петербург: Типография тов-ва «Общественная польза»	Ч. 1 Ч. 2	816 915
2	1872 1873	Санкт Петербург: Типография тов-ва «Общественная польза»	Ч. 1 Ч. 2	827 932
3	1877	Санкт Петербург: Типография В. Демакова	Т. 1, 2	1434
4	1881 1882	Санкт Петербург: Типография В. Демакова	Т. 1 Т. 2	694 768
5	1889	Типография В. Демакова (энциклопед. формат)	Т. 1,2	780
6	1895	Типография В. Демакова (энциклопед. формат)	Т. 1,2	780
7	1903	Санкт Петербург: Типография М. П. Фроловой	Т. 1,2	800
8	1906	Санкт Петербург: Типография М. П. Фроловой	Т. 1,2	816
9	1927	М.-Л.: Государственное изд-во	Т. 1 Т. 2	527 638
10	1931	М.-Л.: Государст. научно-техническое изд-во	Т. 1 Т. 2	639 755
11	1932	М.-Л.: Госхимтехиздат	Т. 1 Т. 2	488 648
12	1934	М.-Л.: Госхимтехиздат	Т. 1 Т. 2	620 704
13	1947	М.-Л.: Госхимтехиздат	Т. 1 Т. 2	624 708
14	1949	М.-Л.: Изд-во АН СССР	Ч. 1 Ч. 2	851 943

и лабораторных занятиях по естественно-математическим дисциплинам в ряде вузов Урала в течение последней четверти XX века ²⁰. В процессе обучения студентов высших учебных заведений физике, химии и концепциям современного естествознания нами использовалось 13-е издание классического труда по общей химии Д. И. Менделеева ²¹.

Для студентов высших педагогических учебных заведений, обучающихся на естественно-математических, общетехнических и социально-гуманитарных факультетах, важное аксиологическое значение и предмет гордости составляет тот исторический факт, что Д. И. Менделеев учился на отделении естественных наук физико-математического факультета Главного педагогического института России. В связи с этим каждый обучающийся в педвузе с повышенным вниманием слушает на лекционных занятиях речь преподавателя о научно-методических достижениях выдающегося российского химика.

В содержании обучения будущих учителей-исследователей информационного общества наиболее важными научно-методическими положениями, следующими из классического учебника по химии выпускника педвуза Д. И. Менделеева, выделяются:

1. Периодический закон, впервые показавший единство природы различных химических

элементов, обладает не только описательными и объяснительными возможностями, но и позволяет предвидеть на основе экспериментальных данных о свойствах одних химических элементов и соединений отличительные признаки других известных и неоткрытых веществ.

2. Периодическая система химических элементов лежит в основе постановки и решения актуальных задач химической и физической науки, металлургической, микроэлектронной, нефтяной, газовой и нефтехимической промышленности экономически развитых стран мира.

3. Табличное представление периодического закона о зависимости свойств химических элементов и их соединений от величины заряда ядер их атомов служит дидактической основой преподавания современной химии и физики в средней общеобразовательной и высшей профессиональной школах.

На лекционных, практических и лабораторных занятиях по естественно-математическим дисциплинам нами были выделены положения теории познания и преобразования химической и технической действительности, изложенные в классической работе профессора Д. И. Менделеева (табл. 3).

Дидактический опыт показывает, что при изучении главы 17 «Основ химии» на студентов

Методологические элементы учебника Д. И. Менделеева «Основы химии»

Структурный элемент учебника	Том, стр.	Характеристики познавательных элементов учебника
1	2	3
Предисловие	Т. 1 7–19	Определение и развитие положений и приемов теории познания химических превращений и действующих в них элементарных объектов и процессов.
Введение	Т. 1 21–53, 353–364	Изучение в научном смысле как выражение неизвестного при помощи известного, нахождение по измерениям эмпирической зависимости, составление гипотез.
Глава 1. О воде и ее соединениях	Т. 1 54–85, 365–410	Установление приближенных законов, выражающих только часть сложного явления, или предел, к которому стремится исследуемый процесс или явление.
Глава 2. О составе воды и водороде	Т. 1 86–104, 411–436	Представление системной методологии на примере воды как прочного и определенного химического соединения водорода с кислородом в виде целого.
Глава 3. Кислород и его солеобразные соединения	Т. 1 105–133, 437–461	Выделение неясного в науке на примере коренного различия между солеобразными соединениями химических элементов и органическими соединениями.
Глава 4. Озон и перекись водорода. Закон Дальтона	Т. 1 134–151, 462–476	Выяснение важности изучения явления изомерии, которая состоит в различии свойств при одном и том же элементарном составе на примере кислорода и озона.
Глава 5. Азот и воздух. Аргон и его аналоги	Т. 1 152–175, 477–496	Показ эффективности логического и материального приема анализа на примере определения состава воздуха – смеси азота, кислорода, воды и углекислоты.
Глава 6. Водородные и кислородные соединения азота	Т. 1 176–210, 497–526	Демонстрация необходимости сочетания исторического и логического в познании и преобразования действительности на примере получения аммиака.
Глава 7. Частицы и атомы. Законы Гей-Люссака и Авогадро	Т. 1 211–247, 527–541	Разграничение эмпирического и теоретического уровней познания реальности на примере установления и обоснования законов Гей-Люссака, Авогадро и Жерара.
Глава 8. Углерод и углеводороды	Т. 1 248–269, 542–566	Обоснование элементов системно-структурно-функциональной методологии познания объекта на примере углерода, имеющего формы угля, алмаза и графита.
Глава 9. Соединения углерода с кислородом и азотом	Т. 1 270–293, 567–581	Перечисление функций устройств экспериментальных установок для определения химического состава соединений углерода с кислородом и азотом.
Глава 10. Хлористый натрий. Учение Бертолле	Т. 1 294–322, 582–594	Указание на развитие теории познания реальности на примере того, что по принципу атомности (валентности) нельзя предсказать все соединения элемента.
Глава 11. Галоиды: хлор, бром, йод и фтор	Т. 1 323–350, 595–620	Выдвижение гипотезы о зависимости всех физических и химических свойств простых тел и их соответствующих соединений от их атомного веса.
Глава 12. Натрий	Т. 2 1–21, 323–335	Описание основ химического анализа и синтеза на примере получения металлического натрия электролитическим способом и изучения его соединений.
Глава 13. Калий, рубидий, цезий и литий. Спектральные исследования	Т. 2 22–44, 336–353	Представление данных спектрального анализа простых и сложных веществ, способствовавших открытию новых щелочных металлов – цезия и рубидия по ярким синим и характерным линиям в длинноволновой области спектра.
Глава 14. Эквивалентность и теплосодержание металлов. Магний, кальций, стронций, барий и бериллий	Т. 2 45–68, 354–375	Выделение явления диморфизма углекислотной соли или карбоната кальция, имеющего природные формы в виде ромбоэдрической (известковый шпат) и ромбической (арагонит) кристаллических систем.
Глава 15. Сходство элементов и периодический закон	Т. 2 69–99, 376–400	Заклучение о том, что если все химические элементы расположить в порядке по величине их атомного веса, то получится периодическое повторение свойств.

1	2	3
Глава 16. Цинк, кадмий и ртуть	Т. 2 100–110, 401–413	Выяснение функциональной зависимости изменения с концентрацией скорости химического действия соляной кислоты на цинковые шарики.
Глава 17. Бор, алюминий и сходные с ним металлы III группы	Т. 2 111–133, 414–449	Сравнение физических и химических свойств аморфного и кристаллического бора и образуемых им неорганических соединений.
Глава 18. Кремний и другие элементы IV группы	Т. 2 134–163, 450–477	Установление сходства и различия в химических и физических свойствах кремния и углерода и их соединений в аморфном и кристаллическом состояниях.
Глава 19. Фосфор и другие элементы V группы	Т. 2 164–192, 478–506	Демонстрация закона скорости химической реакции, математически моделируемого дифференциальным уравнением, на примере поглощения кислорода фосфором.
Глава 20. Сера, селен и теллур	Т. 2 193–232, 507–549	Отражение химии и физики двух кристаллических форм серы — ромбических октаэдров и косых призматических кристаллов одноосной системы.
Глава 21. Хром, молибден, вольфрам, уран и марганец	Т. 2 233–250, 550–579	Умозаключение по аналогии при описании и объяснении химических свойств элементов четных рядов шестой группы периодической системы элементов.
Глава 22. Железо, кобальт и никель	Т. 2 251–277, 580–610	Сравнительное описание химических и физических свойств красного, бурого, шпатового и магнитного железняков, представляющих сырье для металлургии.
Глава 23. Платиновые металлы	Т. 2 278–288, 611–630	Указание на то, что вся группа платиновых металлов характеризуется множеством общих признаков, как в физическом, так и в химическом аспектах.
Глава 24. Медь, серебро и золото	Т. 2 289–318, 631–660	Выделение функциональных возможностей сплавов меди с оловом (бронзы) и с цинком (латуни), получаемых и используемых человечеством с древних времен.

высших учебных заведений сильное эмоциональное воздействие оказывают высказывания профессора Д. И. Менделеева о том, что «За цинком (II группы), имеющим атомный вес 65, в III группе должно ждать элемента с атомным весом около 69. ... Такие свойства указаны были мною для аналога алюминия в 1871 г., и я предварительно назвал его (гл. 15) экаалюминием. В 1875 г. Лекок де-Боабодран, много работавший над спектральными исследованиями, в пиринейской цинковой обманке (из Пьеррефита) нашел новый металл»²¹.

На наш взгляд, всем вузовским преподавателям естественно-математических дисциплин на своих занятиях следует особо выделить положение о том, что открытие в 1875 г. французским химиком П. Э. Лекоком де Буабодраном (1838–1912) редкого металла галлия²² и дальнейшие научные достижения химиков полностью подтвердили периодический закон Д. И. Менделеева, ставшей достоверной системно-структурно-функциональной табличной моделью для описания, объяснения и предсказания строения и свойств вещества.

На основе анализа и обобщения вышеприведенного материала о научном и дидактическом значениях «Основ химии» Д. И. Менделеева можно сформулировать следующие выводы:

1. Научное значение фундаментального труда «Основы химии» с изложением открытого автором периодического закона о зависимости свойств химических элементов от величины их атомных весов состоит в представлении химии в виде единой и целостной области познания и преобразования природной и технической действительности.

2. Повышение уровня описательной, объяснительной и приобретение новой — предсказательной функции химической науки обусловлено успешной реализацией и отражением в классическом произведении «Основы химии» системно-структурно-функциональной методологии исследования природных объектов, процессов и явлений.

3. Дидактическое значение уникального учебника «Основы химии» в главном сводится к тому, что периодическая система химических элементов, носящая имя автора, является

инвариантной основой обучения школьников в средних и студентов в высших учебных заведениях современной химии и физике.

Литература

1. Boyle R. Chymista scepticus; vel Dubia et paradoxa chymico-physica, circa spagyricorum principia, vulgr dicta hypostatica, prout proporii & propugnari solent a turba alchymistarm. Cui pars praemittitur alterius cujrtam dissertations ad idem argementum spectans.— Roterodami: A. Leers, 1668.— 392 p.
2. Кузнецов В. И. Принципы активной педагогики: Что и как преподавать в современной школе: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений.— М.: Академия, 2001.— 120 с.
3. Le Chatelier H. L. Lecons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques.— Paris: Nouvelle edition, 1926.— P. VII.
4. Чугаев Л. А. Дмитрий Иванович Менделеев. Жизнь и деятельность.— Л.: Научное химико-техническое изд-во, 1924.— 58 с.
5. Менделеев Д. И. Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу. Диссертация представлена при окончании курса в Главном педагогическом институте студентом Д. Менделеевым.— СПб.: Тип. И. И. Глазунова и Компании, 1856.— 234 с.
6. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 12. Работы в области металлургии.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1949.— 1095 с.
7. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 5. Жидкости.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1947.— 316 с.
8. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 8. Работы в области органической химии.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1948.— 664 с.
9. Менделеев Д. И. Рассуждение о соединении спирта с водой, представленное в Физико-математический факультет Императорского Санкт-Петербургского университета Д. Менделеевым для получения степени доктора химии.— СПб.: Тип. «Общественная польза», 1865.— 120 с.
10. Менделеев Д. И. Соотношение свойств с атомным весом элементов // Журнал Русского химического общества.— 1869.— Т. 1, вып. 9 и 10.— С. 60.
11. Менделеев Д. И. Основы химии. Ч. 1.— СПб.: Тип. «Общественная польза», 1869.— 816 с.
12. Менделеев Д. И. Основы химии. Ч. 2.— СПб.: Тип. «Общественная польза», 1871.— 915 с.
13. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 4. Газы.— Л.-М.: ГОНТИ; Ред. Химической литературы, 1939.— 692 с.
14. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 10. Нефть.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1949.— 831 с.
15. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 23. Народное просвещение и высшее образование. 1. Народное образование в России. 2. Химия — Преподавание в высшей школе.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1952.— 386 с.
16. Менделеев Д. И. Сочинения. Т. 22. Метрологические работы.— Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1950.— 867 с.
17. Вольфович С. И. (ред.) и др. Дмитрий Иванович Менделеев. Жизнь и труды. Сборник научных статей.— М.: Изд-во АН СССР, 1957.— 256 с.
18. Макареня А. А., Рысев Ю. В. Менделеев Д. И.— М.: Просвещение, 1977.— 136 с.
19. Mendeleeff D.I. The principles of chemistry. Translated from the Russian (fifth edition) by G.Kamensky: In two volumes.— London: Longmans, Green and Company, 1891.
20. Каримов М. Ф. Подготовка будущих учителей-исследователей в информационном обществе: Монография.— Челябинск: Изд-во ЧГПУ «Факел», 2002.— 612 с.
21. Менделеев Д. И. Основы химии: В 2-х тт.— М.-Л.: Государственное научно-техническое изд-во химической литературы, 1947.— Т. 1.— 624 с.; Т.2.— 708 с.
22. Lecoq de Boisbaudran P.E. Caracteres chimiques et spectroscopiques d'un nouveau metal, le gallium, decouvert dans une blendle de la mine de Pierrefitte, valees d'Argeles (Pyrenees) // Comptes rendues.— 1875.— V. 81.— P.493.