НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ
SCIENTIFIC LIFE

Петров В. В., Шпилев А. М., Евстигнеев А. И., Мокрицкий Б. Я., Коневцов Л. А.
V. V. Petrov, A. M. Shpilyov, A. I. Evstigneev, B. Ya. Mokritskii, L. A. Konevtsov

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ – СИМВОЛ НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ И ПАТРИОТ РОССИИ

D. I. MENDELEYEV – A SYMBOL OF SCIENCE ABOUT MATERIALS AND A PATRIOT OF RUSSIA

Петров Виктор Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии переработки нефти и полимеров Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: petrovpng@mail.ru.

Mr. Victor V. Petrov – Dr. hab. Of Engineering, Professor, Department of Technology of oil and polymer processing, Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Khabarovsk territory, Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin str. E-mail: petrovpng@mail.ru.

Шпилев Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: Shpilev@knastu.ru.

Mr. Anatoly M. Shpilyov – Dr. hab. of Engineering, Professor, Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Khabarovsk territory, Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin str. E-mail: Shpilev@knastu.ru.

Евстигнеев Алексей Иванович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: diss@knastu.ru.

Mr. Alexey I. Yevstigneyev – Dr. hab. of Engineering, Professor, Vice-Rector for Science and Innovation Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Khabarovsk territory, Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin str. E-mail: diss@knastu.ru.

Мокрицкий Борис Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27. E-mail: boris@knastu.ru.

Mr. Boris Ya. Mokritskii – Dr. hab. of Engineering, Professor of the Department of mechanical engineering of Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 681013, Khabarovsk territory, Komsomolsk-on-Amur, 27 Lenin str. E-mail: boris@knastu.ru.

Коневцов Леонид Алексеевич – научный сотрудник УРАН Института материаловедения Хабаровского научного центра ДВО РАН (Россия, Хабаровск). E-mail: konevts@narod.ru.

Mr. Leonid A. Konevtsov – Researcher, Institute for Materials Technology, City of Khabarovsk Scientific Centre, the Far-Eastern branch of the Russian Academy of Sciences (Russia, Khabarovsk). E-mail: konevts@narod.ru.

Аннотация. В данной статье показано, что жизненный путь и творческая деятельность Д. И. Менделеева, начиная от его образовательного, затем научного и общественно-просветительского периодов, мотивированы его мыслями по обеспечению блага народу своей страны, что не вписывалось и не вписывается в концептуальные установки ряда чиновников как его времени, так и настоящего. Тем не менее его труды ознаменовали собой целую эпоху в развитии науки о материалах. И лишь спустя сотню лет со дня его смерти зарубежная научная общественность осознала и высоко оценила его первостепенный вклад – он был признан человеком, внесшим в становление и развитие науки о материалах наиболее существенный вклад среди землян за 30 тыс. лет. Показано, что побудительным мотивом деятельности Д. И. Менделеева, обозначившего основные направления развития своей страны, являлись его мысли о своём народе, совершенствовании образования, науки, производства и общественно-политического устройства своей страны. Его гениальная прозорливость, сформулированные предложения для подъёма страны, развития её производительных и духовных сил сегодня особенно актуальны.

Summary. It is shown that D. I. Mendeleyev's course of life and creative activity, beginning from his educational period, then the scientific and public education, are motivated by his thoughts on ensuring the welfare of the people of his country, which did not fit and do not fit into the conceptual attitudes of a number of officials of both his time and the present. However, his work marked a whole epoch in the development of the science of materials. Only a hundred years after his memory, the foreign scientific community realized and highly appreciated its primary contribution – he was recognized as a man who made the most significant contribution among people to the formation and development of the science of materials for 30 thousand years. It is shown that the motive of D. I. Mendeleyev, who outlined the main directions of development of his country, were his thoughts about his people, improving education, science, production, and the socio-political structure of his country. His ingenious insight, the formulated proposals for the rise of the country, the development of its productive and spiritual forces are especially relevant today.

Ключевые слова: таблица Менделеева, химия, наука о материалах, образование, интересы народа, правительство, промышленность.

Key words: periodic table of Mendeleyev's, chemistry, education, government, industry, a science about materials, the interests of the people.

УДК 54(092):620ю22

Введение

Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) – великий русский учёный-энциклопедист (химик, физико-химик, физик, метролог, педагог, мыслитель, общественный деятель, патриот своей страны, основоположник научного периода в развитии наук о материалах) (см. рис. 1). Его имя вызывает восхищение у большинства известных и молодых учёных.

Дмитрий Иванович родился в 1834 году в г. Тобольске в семье директора гимназии, попечителя народных училищ Тобольской губернии. В 1849-м окончил гимназию, а в 1850 году поступил в Главный педагогический институт в Петербурге, где активно занимался научной работой; написал статью «Химический анализ пирита из Финляндии» (1854). С титулом «Старший учитель» в 1856 году Менделеев окончил физико-математический факультет с золотой медалью. В 1859–1861 годах он стажировался в лаборатории Бунзена в Гейдельберге «для усовершенствования в науках». Его друзьями были Иван Сеченов, Александр Бородин, Илья Мечников; они с увлечением занимались химией. В это время Менделеев открыл температуру абсолютного нуля. Друзей объединяла не только химия, но и музыка, искусство, путешествия.

В 1863 году Д. И. Менделеев вернулся в Петербург, стал профессором Петербургского технологического института, издал первый русский учебник «Органическая химия», удостоенный Демидовской премии Петербургской Академией наук. В 1865-м он защитил докторскую диссертацию на тему «О соединении спирта с водой», в которой заложил научные основы о растворах. В эти же годы создал гидратную теорию растворов. Вскоре, после защиты докторской диссертации в 1867 году, возглавил кафедру химии, систематически занимался изучением растворов и изоморфных смесей.

Закономерности распределения элементов в природе занимали Д. И. Менделеева с 1860 года и продолжались до создания первого варианта периодического закона элементов и мирового конгресса химиков в Карлсруэ 1869 года. Работая над «Основами химии» (1869–1871), Дмитрий Иванович подытожил исследования, связанные с периодическим законом химических элементов (см. рис. 1), ставшим одним из выдающихся открытий человеческой мысли в области наук о материалах, и в 1871-м в труде «Периодическая законность для химических элементов» написал «Основа химии», в котором развил эту идею.

D. Mendeleev

Периодическая система элементов по группам и рядам.

Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ:							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	—	Водород. H 1,008	—	—	—	—	—	—
2	Гелий. He 4,0	Литий. Li 7,03	Бериллий. Be 9,1	Бор. B 11,0	Углерод. C 12,0	Азот. N 14,01	Кислород. O 16,00	Фтор. F 19,0
3	Неон. Ne 19,9	Натрий. Na 23,05	Магний. Mg 24,36	Алюминий. Al 27,1	Кремний. Si 28,2	Фосфор. P 31,0	Сера. S 32,06	Хлор. Cl 35,45
4	Аргон. Ar 38	Кальций. Ca 39,15	Стронций. Sr 87,6	Иттрий. Y 89,0	Титан. Ti 48,1	Ванадий. V 51,2	Хром. Cr 52,1	Марганец. Mn 55,0
5	—	Медь. Cu 63,6	Цинк. Zn 65,4	Галлий. Ga 70,0	Германий. Ge 72,5	Мышьяк. As 75	Селен. Se 79,2	Бром. Br 79,95
6	Криpton. Kr 81,8	Рубидий. Rb 85,5	Серебро. Ag 107,93	Кадмий. Cd 112,4	Никель. Ni 58,7	Цинк. Zn 65,4	Медь. Cu 63,6	Ртуть. Hg 200,6
7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Ксенон. Xe 128	Цезий. Cs 132,9	Барий. Ba 137,4	Лантан. La 138,9	Церий. Ce 140,2	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	Иттрий. Yb 173	—	Тантал. Ta 183	Вольфрам. W 184	Осmium. Os 191
11	—	Золото. Au 197,2	Ртуть. Hg 200,0	Таллий. Tl 204,1	Свинец. Pb 206,9	Висмут. Bi 208,5	—	Иридий. Ir 193
12	—	—	Радий. Ra 226	—	Торий. Th 232,5	—	Уран. U 238,5	—

Рис. 1. Дмитрий Иванович Менделеев и его периодический закон

В 1876 году Д. И. Менделеева избрали членом-корреспондентом Петербургской Академии наук. Однако свойственные Дмитрию Ивановичу личная научная смелость и самостоятельность суждений привели к недоброжелательному отношению к нему ряда высших чиновников, утверждавших его в неблагонадежности и враждебности, так как он не мирился «ни с какими безобразиями существующего мира». Поэтому дальнейшая судьба гениального русского учёного складывалась непросто. В «Проекте реорганизации Академии наук», изложенном в одной из статей Дмитрия Ивановича, было требование решительным образом изменить «все направления деятельности и всю её структуру». Менделеев утверждал, что в том виде, в каком существует Академия наук, она не имеет требуемого значения, но могла бы иметь как для интересов России, так и для мирового развития науки. В науке он противостоял насильственно-бюрократическому навязыванию «установок сверху», заявляя: «Наука есть дело вольное и совершенно свободное». Эти выводы Менделеева не нравились многим клановым чиновникам (как и нынешним слугам народа, пробравшимся в руководство страны). Это привело к тому, что хотя Дмитрий Иванович был выдвинут кандидатом на звание академика в 1880 году, тем не менее он был забаллотирован. Влиятельные чиновники посчитали, что научные труды Менделеева «...недостаточно фундаментальны». Это всё похоже на нашу действительность... В 1890 году Менделеев уволился из университета в знак протеста против сужения университетской автономии. После прочтения последней лекции Дмитрий Иванович, увидев в зале жандармов (современным языком, «полицаев»): чиновники опасались студенческих волнений), сел на стул и, обхватив руками голову, заплакал... он прощался с университетом.

После увольнения у Д. И. Менделеева начался новый этап научной, просветительской и практической работы во благо России. Он стал директором Главной палаты мер и весов. В это время его единомышленником во многих делах был его друг, премьер России граф С. Ю. Витте. В 1990 году он разработал программу экономического преобразования России, создал физическую

теорию весов, был консультантом научно-технической лаборатории Морского министерства, в 1892-м изобрёл бездымный порох и занимался его производством. В 1905 году издал книгу «Заветные мысли», в 1906-м – книгу «К познанию России», в которой обобщил свои идеи по науке, образованию, общественной деятельности и производству. В жизни и деятельности Д. И. Менделеева можно выделить условно три этапа: 1) образовательный (от поступления в гимназию (1841) до завершения научной стажировки в Германии); 2) Д. И. Менделеев – выдающийся учёный, автор периодического закона и многих других научных работ (1861–1880); 3) общественно-просветительская деятельность (1880–1907).

Дмитрий Иванович Менделеев – первый в списке важнейших событий и людей, оказавших значительное влияние на развитие науки о материалах

В одном из лучших междисциплинарных изданий по науке о материалах JOM [23] в 2006 году был опубликован список 100 наиболее важных событий и людей, повлиявших на развитие наук о материалах, утверждённый путём голосования на встрече материаловедов общества TMS в Орlando (США, 4200 присутствующих из 68 стран). В этот список от нашей страны был представлен лишь один человек – член-корреспондент Петербургской Академии наук Д. И. Менделеев. Через год, в феврале 2007 г., путём тайного голосования участников конференции TMS (Minerals, Metals, and Materials Society) был утверждён новый список 50 событий и людей, наиболее значимых достижений человечества в области науки о материалах («The 50 Greatest Moments in Materials»), приуроченный к 50-летию TMS, и он начинался с выдающегося открытия Д. И. Менделеева. На основании этого списка путём тайного голосования был получен список 10 наиболее важных событий в области материалов («Ten Greatest Materials Moments»), который также опубликован в журнале JOM (2007, № 2, стр.14) (см. рис. 2, а, б) [24]. И первой в списке-10 единогласно признана Периодическая система элементов, задуманная в 1864 году и опубликованная в России в 1869-м Дмитрием Ивановичем. Менделеевым. Данные о результатах признания величайшего события опубликованы и в журнале «Химия и жизнь» [10]. Таким образом, в год 185-летия со дня рождения Д. И. Менделеева и 150-летия со дня его эпохального открытия (2019), объявленный ООН Годом периодического закона химических элементов Д. И. Менделеева по признанию мирового научного сообщества учёных-материаловедов, можно говорить о Менделееве как о величайшем учёном Земли, внёсшем наиболее существенный вклад в развитие науки о материалах.

а)

б)

Рис. 2. Журнал JOM за 2007 год № 2: а – обложка журнала; б – изображение страницы 14 с указанием величайшего события и имени учёного (Д. И. Менделеева), внёсшего наибольший вклад в науку о материалах

Список охватывает период развития человеческой цивилизации за 30 тыс. лет (28 тыс. до н. э.), поэтому представляет значительный интерес его анализ. Отмеченные события в списке являются вехами становления и развития науки о материалах и фундаментом построения будущих её этапов. Они показывают вектор развития, являются базой прогноза, разработки перспективных направлений и исследований по созданию материалов с заданными свойствами, а также оценки вклада как отдельных учёных, так и коллективов в сокровищницу мировой науки. Эти направления развития науки о материалах, по нашему мнению, должны быть составными частями новой фундаментальной науки – материалогии, предложенной учёным-материаловедом А. Д. Верхотуровым [3]. Для оценки отдельных этапов развития науки о материалах используют теорию Т. Куна [3; 19; 12] о парадигмальном развитии наук. Ценную информацию, заложенную в содержание списка, по нашему мнению, также следует дополнить с учётом парадигмального подхода к развитию науки о материалах. Была предложена схема формирования науки о материалах: «идея – инкубационный период – практические парадигмы – научные парадигмы» [4]. В опубликованном списке не учтён парадигмальный подход, отсутствуют основополагающие данные о влиянии на развитие наук о материи, материале, «вещи» древнегреческих учёных, прежде всего Демокрита, Аристотеля, Теофаста, Левкиппа. Не отмечено появление порошковой металлургии (П. Г. Соболевский, 1827), не отражены обоснование и разработка физико-химического анализа – парадигма Н. С. Курнакова (1908), парадигмы И. В. Тананаева (1970), Г. В. Самсонова (1976), создание электроэрозионной обработки Б. Р. Лазаренко (1943) и др. (см. рис. 3). С другой стороны, спорным является включение парадигмы Совье, который в 1912 году опубликовал результаты исследований железоуглеродистых сплавов по схеме «процесс – структура – свойства». При этом утверждается, будто парадигма Совье по сей день «является главной парадигмой материаловедения». Мы считаем, что на данном этапе развития материаловедению соответствует парадигма Г. В. Самсонова «состав – технология – структура – свойства», действующая параллельно с новой парадигмой набирающего силу нового этапа в развитии науки о материалах – материалогии. Тем более, сам А. Совье в своей монографии назвал русского учёного Д. К. Чернова «отцом металлургии», который ещё до А. Совье исследовал схему «процесс – структура – свойства», впервые установил полиморфические превращения сталей, открыл критические точки фазовых превращений («точки Чернова»). Выводы Д. К. Чернова, а позже и А. Совье, скорее, явились предтечей парадигмы И. В. Тананаева «состав – структура – свойства». Таким образом, в науке о материалах первая парадигма Д. И. Менделеева появилась задолго до появления парадигмы А. Совье, и внесение в список парадигмы А. Совье является необоснованным. Д. И. Менделеевым впервые в мировой науке была чётко установлена связь атомных весов и химического состава элементов. Это был величайший научный подвиг – прорыв в науках о материалах, с которого началась, собственно, сама наука о прогнозировании свойств веществ. С именем Менделеева появилась первая концептуальная основа, модель постановки проблем и их решений – парадигма Менделеева: «химический состав элементов → свойства». В работе «Общий характер диалектики как науки» Ф. Энгельс писал, что Д. И. Менделеев «совершил научный подвиг» (Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, кн. 2, с. 227). Даже оппозиционер Л. Троцкий в докладе IV Менделеевскому съезду 17 сентября 1925 г. озвучил: «Логика периодической системы, хотя и перестроенной в дальнейшем, оказалась сильнее консервативных ограничений, которые хотел в неё внести её собственный творец... Через Периодическую систему Менделеева, через химию радиоактивных веществ диалектика празднует свою самую замечательную победу!» («Химия и жизнь», 2009, № 2).

В инкубационный период становления и развития науки о материалах в русле практической и познавательной идеи возникло алхимическое направление – превращение одного элемента в другой, появилась «атомная» парадигма Демокрита и «стихийная» Платона-Аристотеля, затем – идея создания парадигмы Аристотеля «вещь – основа бытия»: «первоматериал – энергия – интеллект – форма – вещь», которая до сих пор не получила необходимого развития применительно к современным условиям получения «вещи». Продолжала существовать и алхимическая идея. Первая научная парадигма «нового времени» Д. И. Менделеева «состав элементов – свойства» (см. рис. 4) и была признана только в 1869 году, алхимическая же идея – трансмутация вещества –

была впервые реализована в 1919-м Резерфордом, который выполнил первое искусственное превращение элементов (азота в кислород). Таким образом, первыми парадигмами в истории развития научных знаний о структуре материи и материала были последовательно познавательно-практические парадигмы Демокрита, Аристотеля, и их имена следовало бы внести в «Список». В своё время В. Гейзенберг сказал [1]: «Мне в голову не могло прийти видеть в естествознании и технике нашего времени мир, принципиально отличный от философского мира Пифагора или Евклида». Нам же, в свою очередь, и в голову не приходит мысль, что без идей инкубационного периода, рождённых древнегреческими мыслителями Демокритом, Аристотелем, Феофрастом, Левкиппом и идей парадигмального подхода научного периода русских учёных М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, П. Г. Соболевского, Д. К. Чернова, Н. С. Курнакова, В. И. Вернадского, Б. С. Балакшина, И. В. Тананаева, Г. В. Самсонова, В. И. Коптюга, А. Д. Верхотурова (см. рис. 3) можно было бы рассматривать становление и развитие науки о материалах.

Научный период был ознаменован появлением идей парадигмального подхода в науке о материалах, в котором первой была научная парадигма Д. И. Менделеева (см. рис. 4). Второй стала научная парадигма Д. К. Чернова «структура→свойства» (см. рис. 4). Идея второй парадигмы закладывалась в первых работах по исследованию под микроскопом структур металлов и сплавов (в том числе дамасской стали), выполненных П. П. Аносовым в 1831 году с использованием и разработкой травителей шлифов. Однако систематическая работа по изучению структуры сталей была выполнена Д. К. Черновым и позже Г. К. Сорби. Третьей общепризнанной парадигмой стала парадигма основателя физико-химического анализа Н. С. Курнакова «состав вещества→свойства» (см. рис. 4), но уже не элементов, а соединений.

Рис. 3. Учёные, с именами которых связано появление научных парадигм и этапов в становлении и развитии науки о материалах

Появилось множество диаграмм состояний, позволяющих прогнозировать многие свойства соединений [20]. Детальное исследование железоуглеродистых сталей показало, что на их свойства значительное влияние оказывает микроструктура, кристаллическая и так далее. В 1939 году

академиком И. В. Тананаевым [22] была предложена очередная, трёхзвенная парадигма «состав→структура→свойства» (см. рис. 4), которая долгое время была основополагающей в материаловедении. Однако все предыдущие парадигмы были направлены на изучение веществ и материалов, на знания их потребительских свойств для практических нужд.

1.	Парадигма Менделеева: "Химический состав элементов-свойства"	1869 г.
2.	Парадигма Чернова-Сорби: "Структура-свойства"	1878 г.
3.	Парадигма Курнакова: "Состав вещества-свойства"	1906 г.
4.	Парадигма Тананаева: "Состав-структура-свойства"	1939 г.
5.	Парадигма Самсонова: "Состав-технология-структура-свойства"	1975 г.
6.	Парадигма нового этапа НМ: "Функциональное назначение материала-состав сырья-технология $\text{ИКВМ}=f(\varphi^*)$ -структура-свойства материала"	2006 г.

Рис. 4. Парадигмы в развитии науки о материалах

К 1970-м годам резко обозначился вопрос не только изучения материалов и повышения их свойств, но и создания технологий получения принципиально новых материалов, решение которого было показано новой и последней парадигмой материаловедения члена-корреспондента Г. В. Самсонова [18]: «состав→технология→структура→свойства» (см. рис. 4). Следует заметить, что ещё в трудах М. В. Ломоносова прослеживается использование идеи этой парадигмы [13], но поднять её до уровня общепринятой парадигмы удалось Г. В. Самсонову. Парадигма Г. В. Самсонова ознаменовала собой заключительный этап в развитии материаловедения и явилась базой нового этапа в развитии науки о материалах – материалографии.

В развитие парадигмы Г. В. Самсонова в Институте материаловедения ХНЦ ДВО РАН была предложена новая парадигма нового этапа в развитии науки о материалах: «Функциональное назначение материала изделия→состав исходного сырья→технология ИКВМ →структура→свойства» (см. рис. 4) [9]. При этом благодаря трудам крупного русского учёно-машиностроителя доктора технических наук Б. С. Балакшина (см. рис. 3) [2], в формулировке парадигмы материалографии как нового этапа в развитии науки о материалах появился признак функционального (служебного) назначения материала, изделий, средств деятельности, включая методологию [5] в уточнениях этого признака. Появление нового, материалогического этапа в развитии науки о материалах связано с учётом энтропийно-экологического фактора [7] и с именами других русских учёных, в их числе А. П. Александров, В. И. Трефилов, Н. М. Жаворонков, Я. Д. Вишняков, Е. И. Богданов, Ю. В. Цветков, Ф. Д. Ларичкин, Б. А. Воронов. С появлением нового этапа предполагается использование новых технологий, не создающих глобальных проблем человечеству, решение которых способствует объединению многих наук в единую науку о материалах, учитывающую энтропийно-экологический фактор. Новая парадигма должна охватить все науки о материалах (или их разделы) в одну, способную объединить теорию и практику создания материалов с заданными свойствами и средств деятельности из них (см. рис. 5). Цепочка «дуги Ломоносова» [16] от геологии, горного дела, минералогии и кристаллографии до металлургии является основой её формирования.

Рис. 5. Объединение ряда наук о материалах решением экологических проблем биосферы

В настоящее время наука о материалах требует изменения вектора не только её развития, но и всей науки [6]. Объектом исследования материаловедения дополнительно стало исходное минеральное, растительное сырьё и отходы, формирование её новых разделов [11]: материаловедения поверхности, объёмных материалов, минералогического, отходов, энтропийно-экологического и т. д. В последнем изучается получение материалов и средств деятельности с учётом производственно-экологического циклического круговорота вещества и материалов (ЦКВМ) во «второй природе», как её называл Цицерон, природе, преобразованной и творимой руками человека. На современном этапе заключительным звеном преобразования материалов в требуемые средства деятельности является машиностроение, и ему должны быть подчинены все предыдущие звенья ЦКВМ [9].

С учётом списка-100 и парадигмального подхода к науке необходимо, по нашему мнению, дополнительно отметить, что имя Д. И. Менделеева в развитии науки о материалах следует вписать рядом с именами таких великих мыслителей, как Демокрит, Аристотель, Феофаст, Левкипп, М. В. Ломоносов и других; работа над списком должна быть продолжена. Появление в этом списке имени Д. И. Менделеева было обусловлено созданием периодического закона химических элементов – главного дела его жизни. Открытие Д. И. Менделеева – величайшее обобщение эмпирического материала в химии со дня её основания, и значение научного подвига Д. И. Менделеева, навеки обессмертившего его имя, всё больше осознаётся человечеством.

Д. И. Менделеев – великий мыслитель и патриот нашей страны

К существующим проблемам России, которые необходимо было решать в интересах её народа, чтобы подняться до уровня передовых европейских стран, Д. И. Менделеев обращался ещё до увольнения из Петербургского университета. Чтобы поднять этот вопрос и привлечь к нему внимание думающих людей, он после увольнения из университета издавал газету «Подъём», в которой освещал пути «подъёма» возрождения России, её культуры и промышленности во благо народа. На первом заседании Общества для содействия развитию заводского дела в России в 1882 году он выступил с докладом «Об условиях развития заводского дела в России», в котором сказал следующее: «Россия уже вошла в круг производств, участвующих в деле общего развития человечества. Замереть России – гибель. Её удел поэтому – всё двигаться вперёд. Ведь только независимость экономическая есть независимость действительная – всякая прочая есть фиктивная, воображаемая» [17]. Менделеев страстно мечтал поднять на более высокую ступень отечественную науку, образование, промышленность, сельское хозяйство, благосостояние народа и его культурный уровень. Как говорил С. Ю. Витте, «вопрос о значении промышленности в России ещё не был оценён и понят. Только наш великий учёный Менделеев... вопрос этот понял и постарался просветить русскую публику» [8]. По нашему мнению, этот вопрос до сих пор так и не понят и не осознан нашим правительством. Можно удивляться прозорливости мыслей Д. И. Менделеева: «Без свечотча науки и с нефтью будут потёмки» [21]. Его мысли о развитии нашей страны блестяще изложены в его книгах «Заветные мысли» (1904) [14] и «К познанию России» (1906) [15]. В «Заветных мыслях» он писал, что предметами просвещения должны быть промышленное производство и управление преимущественно ради «блага народного, ...а потому в предлагаемой книге желающие найдут мои ответы на все указанные требования протекционизма, понимаемого в том смысле, который диктуется началами, лежащими в основе государственности, национализма, блага народ-

ного». В «Заветных мыслях» Менделеев обозначал неразрывно связанные направления развития России, отставание в любом из которых грозит ей всеобщим отставанием в образовании, науке, промышленности, правительственной системе.

В образовании и науке

В «Познании России» [15] Д. И. Менделеева занимают вопросы образования, преимущественно высшего: «В жизни мне пришлось многое узнать лично на месте и увидеть те препятствия, которые мешают надлежащему широкому развитию русской промышленности. Общий вывод в этом отношении мой тот, что наша образованность не в ту сторону направлена, в которую ей должно направляться, и что направленная, начиная с высших учебных заведений, в правильную сторону, она может быстро повернуть всё дело к коренным улучшениям... Конечно, не только живёт ещё остаток от прежнего времени расцвета русского образования, но есть и между новыми учащими и учащимися некоторый процент таких, которые понимают, что дело политики ни под каким видом нельзя смешивать с делом обучения... поэтому стремиться к так называемому “всеобщее обязательному образованию”, то есть к бесплатному обучению всех детей, не могущих получить на свои средства начального образования, должно всемерно, но пути к этому одни: надо сперва увеличивать условия накопления достатка в народе (чтобы – без особых налогов – стремились учиться и могли это выполнять) и постепенно готовить хороших учителей для элементарных, или народных школ». При этом Д. И. Менделеев подчёркивал связь правительственного, промышленного и просветительного направлений в образовании. Он отмечал, что «в стране с неразвитой или первобытной правительственной машиной и промышленностью нет спроса для истинного образования, особенно высшего, и там, где господствует вялость и формализм, самостоятельные специалисты с высшим образованием не находят деятельности в общественных и государственных сферах». Надо отметить, ничего не изменилось с тех пор, как Менделеев написал эти строки. Он утверждал, что человек с высшим образованием и самостоятельными суждениями будет важен и востребован только тогда, когда в нём будет нуждаться правительство или промышленность, или образованное общество, «а иначе он лишний». Менделеев отмечал, что образование «достигается только трудом, и очень долгим, и даётся только немногим к нему способным. В связи с этим лица, его получившие, должны пользоваться преимуществами, или, если угодно, привилегиями». «Преимущества, или привилегии, достигаемые высшим образованием, конечно, зовут к себе многих, и никакому сомнению не подлежит, что многие из жаждущих – не образования, а привилегий, им доставленных, не в силах вынести на своих плечах обязанности служить тем или иным путём для общественных и государственных целей», – подчёркивал учёный. По нашему мнению, Д. И. Менделеев сегодня не смог бы даже представить, что до сих пор «высшие учебные заведения готовят таких практических деятелей, особенно нужных в настоящее время России, которые зачастую не любят своего дела, плохо понимают русские местные потребности и не умеют их изучить сколько-нибудь самостоятельно и разумно к ним приноровляться» [15]. Он удивился бы, что диплом о высшем образовании можно купить, что наиболее востребованными специалистами станут адвокаты и экономисты (признак ослабления государства), но востребованные в чиновничьих кругах, создающих условия «пилить» госбюджет и общественную собственность.

Важнейшими практическими следствиями образования Д. И. Менделеев считал [14]:

- доступность высших учебных заведений: «Высшие учебные заведения должны быть доступны для всех подготовленных к восприятию тех специальностей, для которых они назначаются... без ограничения»;

- забота правительства не только об учреждении, но и содержании учебных заведений: «Не только учреждение, но и содержание учебных заведений и их организация должны составлять одну из первейших забот правительства», «правительство, заботящееся о будущем народной, должно открывать и вызывать высшие учебные заведения, вовсе не следует того, чтобы оно могло руководить ими во всех их отправлениях», «нужны профессора-специалисты, которые одни могут влиять на юношество так, как должно по вышеизложенному, то есть подводить их к самому алтарю знания»;

- расширение, а не уничтожение существующих узкоспециализированных высших учебных заведений: «Ввиду громадного расширения потребности в высшем образовании, нет никакой надобности уничтожать существующие узкоспециализированные высшие учебные заведения, а есть только надобность в расширении», «и если Россия желает избежать следствий возгласа “горе отсталым”, необходимо “вызвать современными заботами о получении высших специалистов-профессоров, что за последнее время совершенно упущено из виду”»;

- подготовка профессоров, самостоятельных русских сил: «В десятый раз повторю затем, что весь успех дела будет зависеть от профессоров, и, не обинуясь, скажу, что больше всего и первее всего надо позаботиться о том, чтобы подготовить таких лиц... По отношению к месту, пригодному для обсуждаемого высшего учебного заведения и так удалённому от столиц, чтобы в нём могли слагаться самостоятельные русские силы, скажу только то, что, по моему мнению, его надобно искать вблизи географического центра России».

В производстве

Дмитрий Иванович Менделеев не сомневался, что надо развивать производство: «Малопомалу Россия, особенно быстро после освобождения крестьян, входит в тот разряд стран, в котором промышленные отношения становятся на первом месте и во главу “блага народного”, начиная с торговли, с добычи хлеба не только для себя, а для продажи, с перевозки, с горного дела и всяких ремесленных и фабрично-заводских дел». «Но как мы далеки ещё от среднего уровня тех стран, с которыми хотим и, наверное, можем равняться, становится видным уже из того, что вся сумма ценности нашего фабрично-заводского производства едва превосходит 3 млрд р. До заработков испанских или итальянских, потом до немецких, французских и английских, а тем паче до американских, нам очень далеко» [14].

Сегодняшние же чиновники-временщики довели страну до резкого сокращения промышленного производства, которое в значительной степени было разрушено. Менделеев называл таких чиновников «обвиняемыми», «виновными», что они «появляются у нас при наших нравах». Подобно М. В. Ломоносову [16], Д. И. Менделеев писал: «Этих главных виновных я ничуть не хочу осудить, потому что они плод нашей истории» [14], а перспективы развития промышленности России обнадеживающие: «Мы можем, коли хорошо сумеем да хорошо захотим». При этом Д. И. Менделеев говорил, что «нам следует отправлять за границу сырьё – и ископаемое и растительное (нефть, уголь, лес, лён, хлопок, зерно и т. п.), но – только в переработанном виде... Добывать только сырьё – значит отказаться от сливок, довольствуясь снятым молоком, потому, что и его отправка, переделка и обработка требуют труда не меньшего, чем сама добыча сырья» [14]. «Торговец должен уметь найти сбыт всему тому, что может производить страна, а через этот сбыт должен возбуждать внутреннее производство. Торговцы находят сбыт и для никому, по-видимому, ненужных японских товаров, и для избытка апельсинов, производимых некоторыми странами, а у нас почти всё избыточное, но всюду спрашиваемое, вроде хлеба, яиц и масла, скупается не по нашей инициативе для заграничного вывоза, а присланными оттуда агентами, умеющими попутно сбывать нам немало товаров, которые мы могли бы производить дома. И вот эта-то сторона дела в России чрезвычайно мало развита» [15]. Он пишет: «Вся моя книга сводится к тому, чтобы убедить в необходимости широкого роста русской промышленности» [14]. Менделеев доходчиво пояснял: «Преобладание промышленников составляет сущность современной эволюции, предвестник предстоящего и то, чего многие даже из передовиков у нас ещё не поняли» [15]. «Это естественный, новый плод умножения народонаселения, знаний, потребностей и достатков. Пока этого не поймут – старая чепуха неизбежно будет повторяться. Если наша Государственная дума и всё правительство хотят добра народу, а себе вечной славы, они должны понять эти новые начала и положить их в основу своих действий и усиленно – всякими законами – покровительствовать расцвету промышленности. Социалисты тут кое-что увидели и даже отчасти поняли, но сбились, следуя за латинщиной, рекомендуя прибегать к насилиям, потворствуя животным инстинктам черни и стремясь к переворотам и власти» [15].

Размышляя о социальном устройстве в «Познании России» [15], Д. И. Менделеев сделал пророческий вывод: «Следствия социализма очевидны: застой и неизбежность порабощения но-

выми, или свежими народами, чуждыми утопических увлечений социалистов; для них общее благо низводится исключительно для сытости... Поэтому и не могу не высказаться, заметив, – без всяких уступок и в явном противоречии с социалистами, коммунистами и всякими иными политиканствующими, – что суть дела, по мне, вовсе не в общественно-политических строях и передрыгах, а в таком явном умножении народонаселения, которое уже не укладывается в прежние сельскохозяйственно-патриархальные рамки, создавшие мальтусов и требующие войн, революций и утопий». Далее, в отношении к капитализму он писал: «Капиталом является только та часть богатства, которая обращена на промышленность и производство, но не на спекуляцию и перепродажу». Далее: «Надо вновь обратить внимание, во-первых, на то, что возбуждению русской перерабатывающей промышленности, если она разовьётся правильно и широко без постоянных перерывов и сомнений, должен ответить вывоз части продуктов, производимых промышленностью, за границу, что и поправит баланс страны... Количественно труда, то есть количеством произведённых полезностей и всего спрашиваемого людьми определяется и чем дальше, тем больше будет определяться весь достаток людей, всё их так называемое богатство и весь их капитал, который есть не что иное, как результат произведённого труда». Следствием «неправильного» капитализма Менделеев считал ухудшение условий жизни простого народа. Он писал: «Для добычи капиталов, промышленности надобных и могущих прийти, хотя отчасти через правительство, ни под коим видом я не рекомендую увеличивать прямые и косвенные налоги. Дел промышленных мешать не следует в одну кучу с теми делами (войско, администрация, дипломатия, образование, суд и т. п.), ради которых подати и налоги уплачиваются; промышленность (а в том числе, по мне, не только дороги и торговля, но и земледелие) должна сама себя дозволить, основываться, содержать и свои начальные займы оплачивать». Далее: «Для меня высшая или важнейшая и гуманнейшая цель всякой «политики» яснее, проще и осознательнее всего выражается в выработке условий для размножения людского». И многократно повторял, «что в основу всего должно положить вопрос об умножении народонаселения. С него непременно должно начинать». Он писал: «Я уже в своих «Заветных мыслях» ставлю вопросы о народонаселении на первый план между всеми другими внешними вопросами человеческого общения и полагаю, что не только наука, но и политика, даже религия и понятия о прекрасном должны поставить задачу народонаселения на первейший план. Её забвение составляет одну из ошибок мышления, которая, по моему мнению, объясняет немалое число мировых погрешностей... С течением времени, когда поразбогатеет и когда вывозить станем не тот хлеб, который надобен своему же народу, придёт, быть может, время для уместности подоходного налога...». Затем: «Предложение же подоходного налога для введения сельскохозяйственных улучшений (что делали не раз) должно считать простым недомыслием или недоразумением».

В правительственной системе Д. И. Менделеев был озабочен задачей «как достичь того, чтобы между членами Государственной думы преобладали, по возможности, люди, любящие Россию, в её будущее верящие и способные ту любовь отстаивать, умом поддерживать. Задача та сложная и опытным путём – по примерам других народов – мне кажется, ещё далеко не решённая с ясностью» [14]. Надо сказать, эта задача не решена в России до сих пор. Ещё до Д. И. Менделеева М. В. Ломоносов [14] отмечал важнейшую проблему для России – увеличение народонаселения. Дмитрий Иванович по этому вопросу писал: «Для всех стран важно увеличение народонаселения, а для России его значение, по моему мнению, стоит на первейшем плане» [14]. «Для меня высшая или важнейшая и гуманнейшая цель всякой политики яснее, проще и осознательнее всего выражается в выработке условий для размножения людского» [15]. В работе правительства Д. И. Менделеев видел массу недостатков: «Мне недостаёт умения в доказательстве того, что высшей функцией правительства должно считать заботы о просвещении народа и его промышленного развития, но я твёрдо знаю, что это составляет моё заветное убеждение» [14] (в ответ на заветные мысли Д. И. Менделеева нынешние правительственные чиновники делают, по нашему мнению, всё наоборот). В «Заветных мыслях» много внимания Менделеев уделял отношениям России с Китаем: «Союз России с Китаем будет предтечей общего мирного союза уже по той причине, что в нём было бы более всех людей, и он не мог бы быть иным как чисто мирным и охраня-

тельным. Думаю, что служа в некотором смысле противовесом англо-японскому союзу, русско-китайский не только послужит не менее первого делу мира в Азии, но положению обоих союзников в Европе» [14]. Он советовал: «Так, ничего не желая, надо тотчас приступить на берегах Тихого океана к своему военному судостроению, к получению местной стали, своих пушек, своего каменного угля... Государственная дума не выполнит свои задачи, если не выскажется в этих делах категорически, потому что жизненное и абсолютнее дел этого рода найти трудно» [14]. Да и «Ледовитый океан должен обратить на себя русское внимание, как я старался доказать это выше» [15]. Дмитрий Иванович Менделеев предлагал программу справедливых выборов в Государственную думу, в которую должны входить люди, у которых «есть мысль о “благе народном” и желание довести нашу страну до уровня более высокого, чем современный. Дело общее для всех нас, и только через это посредство оно входит и войти может в круг дел правительственных» [14]. Весьма правильное наставление Менделеева и для современного правительства страны.

В противоположность современному направлению чиновнических установок Д. И. Менделеев писал в [15], что «государственное единство прежде и больше всего определяется господствующей народностью, которая выражается яснее всего в принадлежащем ей языке». «Разъединять, как чаще всего делается на картах, Европейскую Россию от Азиатской представляется во многих смыслах неправильным, особенно же вследствие того единства русского народа (великороссы, малороссы и белорусы), который явно преобладает во всём населении страны»; «Сколько я понимаю русскую историю, русский народ никогда не был склонен к завоевательству и если воевал и покорил немало народов, то лишь потому, что к этому принуждали его прямо слагавшиеся обстоятельства». «Россия, взятая в целом, думается мне, доросла до требований свободы, но не иной, как соединённой с трудом и выполнением долга. Виды и формы свободы узаконить легко прямо статьями, а надо ещё немало поработать мозгами в Государственной думе, чтобы законами поощрять труд и вызывать порывы долга перед Родиной». Эти наставления актуальны сегодня для современного правительства и Думы.

В последние годы жизни Д. И. Менделеев всё больше размышлял над своей многолетней научно-исследовательской, производственной деятельностью, углубляясь к сущности и особенностям развития современной и будущей эпохам, при этом он всё время обращался к социально-философской публицистике. После своих эпохальных научных достижений Д. И. Менделеев как истинный патриот России всё более и более занимался осмыслением её исторического пути. Он думал о возможности превращения её из аграрной страны в страну с высокоразвитой промышленностью и эффективным сельским хозяйством на основе достижений науки, а также превращения из страны с сырьевой экономикой в страну промышленного производства. Его забота о просвещении, высшем образовании была одним из основных стратегических направлений деятельности во благо России. Однако поставленные Дмитрием Ивановичем проблемы и пути их решения даже сегодня не только не выполняются в нашей стране, но зачастую решаются чиновниками во вред, в прямо противоположном направлении.

О славе нашей страны страстно мечтал Д. И. Менделеев. Сегодня он поразился бы многим решениям правительственных чиновников, направленным против интересов российского народа. Он был революционером в науке о материалах, совершил научный подвиг, обессмертивший его имя. С течением времени всё ярче светят творения Д. И. Менделеева, его труды вдохновляют и указывают направления деятельности не только в науке, но и в образовании, промышленности, государственных делах. Менделеев, как бы предвидя сегодняшнее разграбление национальных богатств страны олигархическим руководством, вывоз капитала, разрушение промышленности, образования и науки говорил, что величие России может быть только при организации правильной правительственной системы, развитии промышленного производства, просвещения и науки, отвечающим национальным интересам и национальной идее страны.

Некоторые цитаты и изречения Д. И. Менделеева актуальны и сегодня:

1. «Посев научный взойдёт для жатвы народной».
2. «Без светоча науки и с нефтью будут потёмки».
3. «Наука есть дело вольное и совершенно свободное».

4. «Сжигать нефть – всё равно, что топить печку ассигнациями».
5. «Нет без явно усиленного трудолюбия ни талантов, ни гениев».
6. «Вся гордость учителя в учениках, в росте посеянных им семян».
7. «Границ научному познанию и предсказанию предвидеть невозможно».
8. «Все даётся только труду. Всё – труду людскому, таков лозунг истории».
9. «Роль наук служебная, они составляют средство для достижения благ».
10. «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука немыслима без меры».
11. «Суеверие есть уверенность, на знании не основанная. Наука борется с суевериями, как свет с потёмками».
12. «Национализм во мне столь естественный, что никогда никаким интернационалистами меня из него не выбить».
13. «Человек тем более совершенен, чем более он полезен для широкого круга интересов общественных, государственных и всего человечества».
14. «Законную степень народной гордости, составляющую принадлежность любви к отечеству, должно глубоко отличать от кичливого самообожания».
15. «Необходимо, чтобы годовое потребление древесины не превышало её годового прироста, ибо тогда потомкам останется столько же, сколько получено нами».
16. «Законную степень народной мудрости, составляющую принадлежность любви к отечеству, должно глубоко отличать от кичливого самообожания: одно есть добродетель, а другое – порок или зло, задерживающее движение прогресса».
17. «Наука есть достояние общее, а потому справедливость требует не тому отдать наибольшую научную славу, кто первый высказал известную истину, а тому, кто сумел убедить в ней других, показал её достоверность и сделал её применимой в науке».
18. «Справедливо считать творцом научной идеи того, кто не только признал философскую, но и реальную стороны идеи, который сумел осветить вопросы так, что каждый может убедиться в её справедливости, и тем самым сделал идею всеобщим достоянием».
19. «Я ставлю вопросы о народонаселении на первый план между всеми другими внешними вопросами человеческого общения и полагаю, что не только наука, но и политика, даже религия и понятия о прекрасном должны поставить задачу народонаселения на первейший план».
20. «К педагогическому делу надо призывать, как к делу морскому, медицинскому или тому подобным не тех, которые стремятся только обеспечить свою жизнь, а тех, которые чувствуют к этому делу и к науке сознательное призвание и предчувствуют в нём своё удовлетворение, понимая общую народную надобность».
21. «Работая на пользу всемирной науки, мы, конечно, вносим свою дань Родине. Но ведь у неё есть нужды личные, местные... Будем же их сознать, чтобы не сказали когда-нибудь: “они собирались, обсуждали всемирные интересы науки, а близкого, знакомого, в чём могли оказать прямую пользу стране, – того не видели...”».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахутин, А. В. Вернер Гейзенберг и философия. Книга В. Гейзенберга «Физика и философия. Часть и целое» / А. В. Ахутин. – М.: Наука, 1989. – С. 363-394.
2. Балакшин, Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. – М.: Машиностроение, 1969. – 358 с.
3. Верхотуров, А. Д. Материалогия / А. Д. Верхотуров // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 5. – С. 80-86.
4. Верхотуров, А. Д. Основы материалогии. Т. 1: моногр. / А. Д. Верхотуров, А. М. Шпилев, А. И. Евстигнеев. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 270 с.
5. Верхотуров, А. Д. Метод как основа новой парадигмы материаловедения / А. Д. Верхотуров, Б. Я. Мокрицкий, Д. А. Пустовалов // Научно-технический журнал «Новости материаловедения. Наука и техника». – 2015. – № 1(13). – С. 1-14.
6. Верхотуров, А. Д. Избранные труды профессора А. Д. Верхотурова. В 2 т. Т. 1. Общие проблемы науки о материалах на современном этапе развития человеческой цивилизации. В. И. Вернадский и изменение вектора развития наук при переходе человечества из биосферы в ноосферу / А. Д. Верхотуров, Б. А. Воронов, Л. А. Коневцов. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016. – С. 28-40.

7. Верхотуров, А. Д. Энтропийно-экологическая материаловедение / А. Д. Верхотуров, Б. А. Воронов, Л. А. Коневцов // Экология промышленного производства. – 2012. – № 1. – С. 5-15.
8. Витте, С. Ю. Воспоминания. В 3 т. Т. 2 / С. Ю. Витте. – М., 1960. – 505 с.
9. К вопросу становления материаловедения (по материалам книги Р. Кана «Становление материаловедения»). Профессор А. Д. Верхотуров. Избранные труды и воспоминания. В 3 т. Т. 3. Материаловедение / А. Д. Верхотуров, А. Д., Шпилев, А. М., Евстигнеев [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – С. 58-70.
10. Комаров, С. М. Календарь материаловедения / С. М. Комаров // Химия и жизнь. – 2006. – № 11. – С. 18-21.
11. Коневцов, Л. А. Производство материалов, экологические проблемы и материаловедение / Л. А. Коневцов // Физика бесвинцовых пьезоактивных и родственных материалов (анализ современного состояния и перспективы развития): труды VII Междунар. междисциплинар. молодежн. симпозиума. – Ростов-на-Дону, 20-24 сент. 2018 г. В 2 т. Т. 2. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2018. – С. 17-22.
12. Кун, Т. Структура научных революций / Т. Кун – М.: Изд-во «Прогресс», 1977. – 300 с.
13. Ломоносов, М. В. Полное собрание сочинений. В 11 т. Т. 4. Металлургия / М. В. Ломоносов. – СПб.: Изд-во Императорской Академии наук, 1803. – 294 с.
14. Менделеев, Д. И. Заветные мысли / Д. И. Менделеев. – СПб.: Типография М. П. Фроловой, 1903-1904. – 428 с.
15. Менделеев, Д. И. К познанию России / Д. И. Менделеев. – СПб.: Изд-во «А. С. Суворин», 1912. – 157 с. с прил. карты России.
16. Михаил Васильевич Ломоносов и современная наука о материалах / А. Д. Верхотуров, В. А. Достовалов, П. С. Гордиенко [и др.]. – Владивосток: Изд-во Дома Дальневосточного федерального университета, 2012. – 92 с.
17. Младенцев, М. Н. Дмитрий Иванович Менделеев: его жизнь и деятельность. Т. 1. / М. Н. Младенцев, В. Е. Тищенко. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – С. 290.
18. Самсонов, Г. В. Электронная локализация в твердом теле / Г. В. Самсонов, И. Ф. Прядко, Л. Ф. Прядко. – М.: Наука, 1976. – 338 с.
19. Смит, С. С. Материалы. Современные материалы / С. С. Смит. – М.: Мир, 1970. – С. 9-20.
20. Соловьев, Ю. И. Николай Семёнович Курнаков: 1860–1941 / Ю. И. Соловьев. – М.: Наука, 1986. – 272 с.
21. Соловьев, Ю. Б. Д. И. Менделеев о путях развития России / Ю. Б. Соловьев // Вестник Российской академии наук, 2000. – Т. 70. – № 1. – С. 57-62.
22. Тананаев, И. В. Основные этапы развития неорганического материаловедения в СССР / И. В. Тананаев. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 8-29.
23. JOM'S The Greatest Moments in Materials' Science and Engineering // JOM. – 2006. – № 2. – Р. 1-8.
24. Voting for JOM's Ten Greatest Materials Moments: Fact Sheet // JOM. – 2006. – № 9(26). – Р. 1-9.