



УДК 001:92

А.Г. Морачевский

**ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ МЕНДЕЛЕЕВ
И ЕГО НАУЧНЫЕ СВЯЗИ
С ПРОФЕССОРАМИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(к 180-летию со дня рождения Д.И. Менделеева)**

A.G. Morachevsky

**DMITRI I. MENDELEEV AND HIS SCIENTIFIC CONNECTIONS
WITH THE PROFESSORS OF THE POLYTECHNIC INSTITUTE
(THE 180TH ANNIVERSARY D.I. MENDELEEV)**

В очерке приводятся краткие биографические сведения о великом русском химике Д.И. Менделееве (1834—1907) и обсуждаются его научные связи с профессорами Петербургского политехнического института — Н.А. Меншуткиным, А.А. Байковым, В.А. Кистяковским, П.П. Федотьевым, Б.Н. Меншуткиным.

ОЧЕРК; БИОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ; ВЕЛИКИЙ РУССКИЙ ХИМИК Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ; НАУЧНЫЕ СВЯЗИ; ПРОФЕССОР; ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ.

In an essay provides brief biographical information about the great Russian chemist D.I. Mendeleev (1834—1907) and discusses its scientific relations with professors Petersburg Polytechnic Institute — N.A. Menshutkin, A.A. Baikov, V.A. Kistyakovskii, P.P. Fedot'ev, B.N. Menshutkin.

ESSAY; BIOGRAPHICAL INFORMATION; THE GREAT RUSSIAN CHEMIST D.I. MENDELEEV; SCIENTIFIC COMMUNICATIONS; PROFESSOR; ST. PETERSBURG POLYTECHNIC INSTITUTE.

Профессора-химики Петербургского политехнического института Н.А. Меншуткин, Н.С. Курнаков, А.А. Байков, В.А. Кистяковский, П.П. Федотьев, Б.Н. Меншуткин в разной степени, но все имели научные связи с Д.И. Менделеевым. Прежде чем их рассматривать, очень кратко напомним основные даты жизни великого русского ученого.

Дмитрий Иванович Менделеев родился 27 января (8 февраля) 1834 года в г. Тобольске, был семнадцатым ребенком в семье преподавателя словесности и директора Тобольской гимназии Ивана Павловича Менделеева (1783—1847). После окончания Тобольской гимназии в 1850 году Д.И. Менделеев поступил в Главный педагогический институт в Петербурге, где химию преподавал А.А. Воскресенский (1808—1880), оказавший огромное влияние на молодого Менделеева. Особенно внимательно он записывал лекции своего учителя по неоргани-

ческой химии. В 1855 году Д.И. Менделеев закончил институт с золотой медалью и званием старшего учителя. Уже в апреле 1856 года он сдал магистерские экзамены на физико-математическом факультете Петербургского университета, в сентябре того же года защитил магистерскую диссертацию на тему «Удельные объемы». В январе 1857 года Д.И. Менделеев был утвержден в звании приват-доцента Петербургского университета и осенью 1857 года начал читать курс органической химии. Одновременно, нуждаясь в заработке, он преподавал химию во Втором кадетском корпусе и в Михайловской артиллерийской академии, давал частные уроки.

В апреле 1859 года Д.И. Менделеев был направлен в научную командировку за границу. После поездки по научным центрам Франции и Германии он выбрал Гейдельберг (Германия), где работал в те годы Р. Бунзен (1811—1899), широко известный и разносторонний химик. Мен-

делеев устроил в Гейдельберге собственную небольшую лабораторию, закупил необходимые приборы и приступил к исследованиям по собственной программе. Преимущественно он занимался изучением физико-химических свойств жидкостей, природы жидкого состояния [1].

Сразу же по возвращении в феврале 1861 года в Россию Д.И. Менделеев получил заказ на написание учебника «Органическая химия» и очень быстро с ним справился. Книга была издана уже в конце того же года. В апреле 1862 года Академия наук присудила Д.И. Менделееву за эту книгу Демидовскую премию. В 1863 году вышло второе издание учебника.

В 1861–1864 годах Менделеев читал лекции по химии и заведовал химической лабораторией в Институте корпуса инженеров путей сообщения. В январе 1864 г. он был утвержден в должности профессора химии Технологического института и в должности штатного доцента Петербургского университета. 31 января 1865 года на заседании Совета физико-математического факультета Петербургского университета Д.И. Менделеев защитил докторскую диссертацию на тему «О соединении спирта с водой». В декабре 1865 года он был утвержден в должности ординарного профессора Петербургского университета по кафедре технической химии, а в октябре 1867 года переведен на кафедру общей химии в той же должности.

В 1867–1868 годах Д.И. Менделеев активно участвует в создании Русского химического общества (с 1876 года — Русское физико-химическое общество).

17 февраля (1 марта) 1869 года считается днем открытия периодического закона. В этот день утром Д.И. Менделеев сделал наброски первого сопоставления элементов различных групп по атомным весам и уже вечером отправил в типографию «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве». 6 марта на заседании Русского химического общества Н.А. Меншуткин от имени Д.И. Менделеева сделал сообщение об «Опыте системы элементов...». Предварительно отпечатанные в типографии листки с текстом сообщения были разосланы многим отечественным и зарубежным химикам.

2 февраля 1871 года была закончена публикация всех выпусков 1-го издания «Основ химии».

Работу над текстом этого фундаментального учебника Д.И. Менделеев начал в 1867–1868 учебном году, используя в процессе написания стенограммы своих лекций, составленные студентами. В последнем выпуске 1-го издания «Основ химии» в начале 1871 года была в окончательном виде приведена система элементов. Одновременно весьма интенсивной была и его педагогическая деятельность: в 1867–1871 годах она протекала в Университете, в Технологическом институте, на Высших женских (Бестужевских) курсах, в Николаевской инженерной академии.

В 1877 году вышло из печати третье издание «Основ химии» (второе издание мало отличалось от первого), в котором в более совершенном виде излагался периодический закон. Открытия учеными разных стран галлия (1875 г.), скандия (1879 г.), германия (1886 г.) подтвердили предсказательные возможности периодической системы элементов, явились триумфом открытия, сделанного Д.И. Менделеевым.

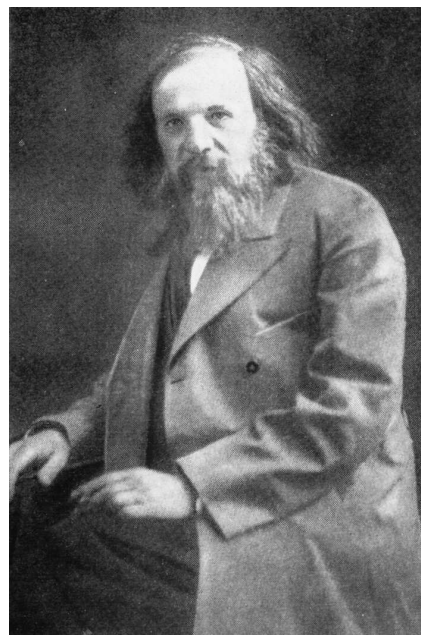
Весной 1880 года Д.И. Менделеев посетил южные районы страны, чтобы ознакомиться с нефтяными месторождениями, добычей нефти. Это послужило началом целого ряда исследований в области переработки нефти (1880–1883 гг.). В 1889 году вышло пятое издание «Основ химии», в которое автор внес существенные дополнения. Именно это издание получило распространение за границей, с него были сделаны переводы на английский, французский и немецкий языки.

В 1890 году Д.И. Менделеев прекратил педагогическую деятельность в Университете. Непосредственным поводом для этого был конфликт с министром народного просвещения графом И.Д. Деляновым. Еще раньше Д.И. Менделеев прекратил преподавание в других учебных заведениях. В 1890–1895 годах Менделеев — консультант Научно-технической лаборатории Морского министерства, где занимался разработкой технологии производства бездымного пороха. В 1891–1892 годах он принял активное участие в составлении Энциклопедического словаря по заказу издателей Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона и продолжал этим заниматься в последующие годы. В 1893 году ученый был назначен Управляющим Главной палатой мер и весов — метрологического центра России.

В 1895 году выходит из печати 6-е издание «Основ химии», а в 1902-м — 7-е издание. В оба издания автор внес дополнения в интересные его разделы. В эти же годы Д.И. Менделеев уделяет большое внимание экономическим проблемам России, он неоднократно встречал с С.Ю. Витте и, особенно, с В.И. Ковалевским, готовил по их просьбам соответствующие записки. Еще в июле 1899 года Д.И. Менделеев с группой помощников совершил поездку на Урал, ознакомился с состоянием промышленных предприятий. В целом ряде публикаций суммируются идеи ученого, связанные с его общественно-политической, научной и экономической деятельностью.

Сам Д.И. Менделеев на склоне лет так оценивал результаты своей деятельности: «Всего более четыре предмета составили мое имя: периодический закон, исследование упругости газов, понимание растворов как ассоциации и «Основы химии». Тут все мое богатство. Оно не отнято у кого-нибудь, а произведено мною». И далее: ««Основы» — любимое дитя мое. В них — мой образ, мой опыт педагога и мои задушевные мысли...» [2]. При жизни ученого «Основы химии» переиздавались восемь раз, почти всегда с дополнениями автора, неоднократно переиздавались они и после его кончины, переводились за границей. На изучении «Основ химии» Д.И. Менделеева выросло не одно поколение русских и зарубежных химиков.

Дмитрий Иванович Менделеев скончался после непродолжительной болезни 20 января (1 февраля) 1907 года. На его похороны из разных городов России прибыли представители научной общественности, делегации от университетов, других учреждений. Научные заслуги Д.И. Менделеева были высоко оценены в России и мировым сообществом [1, 2]. Наиболее полную характеристику ученому дал профессор Л.А. Чугаев, один из крупнейших химиков России: «Гениальный химик, первоклассный физик, плодотворный исследователь в области гидродинамики, метеорологии, геологии, в различных отраслях химической технологии и других сопредельных с химией и физикой дисциплинах, глубокий знаток химической промышленности вообще, особенно русской, оригинальный мыслитель в области учения о народном хозяйстве» [2].



Д.И. Менделеев, 1887 г.

Сам Д.И. Менделеев писал: «Плоды моих трудов, прежде всего, — в научной известности, составляющей гордость — не одну мою личную, но и общую русскую, так как все главнейшие научные академии начиная с Лондонской, Римской, Бельгийской, Парижской и Бостонской избрали меня своим сочленом, как и многие ученые общества России, Западной Европы и Америки, всего более 50-ти обществ и учреждений» [2].

В сборнике [3] содержатся сведения о профессорах Политехнического института, имена которых перечислены в начале очерка.

Николай Александрович Меншуткин (1842—1907) — с 1902 года первый декан металлургического отделения Петербургского политехнического института и профессор аналитической и органической химии в нем, один из крупнейших российских химиков, окончил Петербургский университет в 1862 году и с того времени был знаком с Д.И. Менделеевым, работал с ним многие годы. При защите Н.А. Меншуткиным в марте 1866 года диссертации на степень магистра в Петербургском университете Д.И. Менделеев был одним из оппонентов. В январе 1868 года молодой Н.А. Меншуткин вместе с Д.И. Менделеевым и Н.Н. Зининым выступил с инициативой создания Русского химического

общества (РХО). Как уже выше упоминалось, 6 марта 1869 года Н.А. Меншуткин от имени Д.И. Менделеева сообщил на заседании РХО об открытии периодической зависимости элементов. В начале апреля того же года при защите Н.А. Меншуткиным докторской диссертации оппонентами были Д.И. Менделеев и А.М. Бутлеров. При избрании Н.А. Меншуткина на должность ординарного профессора в Петербургском университете записку об его ученых трудах готовили Д.И. Менделеев и А.М. Бутлеров.

В 1880 году, когда Д.И. Менделеев не был избран на вакантную должность действительно члена Императорской Академии наук (членом-корреспондентом он был с 1876 года), Н.А. Меншуткин выступил с резким заявлением по этому поводу: «Физико-химическое отделение Императорской Академии наук в заседании 11 ноября 1880 года забаллотировало Д.И. Менделеева, который был предложен в члены отделения на место покойного Н.Н. Зинина. Бесспорность заслуг кандидата, которому равного русская наука представить не может, известность его за границей делают совершенно необъяснимым его забаллотирование. Ввиду повторяющихся неизбранных в Физико-химическое отделение Академии наук лучших русских ученых мы считаем нужным обратить на это общественное внимание» [4]. Будучи делопроизводителем Общества, Н.А. Меншуткин разослал это заявление для подписи всем иногородним членам Химического общества. Практически все члены Химического общества согласились с заявлением, подписали его. На ближайшем, декабрьском (1880 г.) заседании Химического общества Д.И. Менделеев был избран его почетным членом и ему был поднесен приветственный адрес.

Когда в семидесятые-восемидесятые годы XIX века заходила речь о блестящем преподавательском составе Естественного отделения Физико-математического факультета Петербургского университета, то, как правило, первой называлась фамилия Д.И. Менделеева, второй — Н.А. Меншуткина, далее шли фамилии известных биологов, геологов и т. д.

Д.И. Менделеев любил и понимал живопись. На традиционные «Менделеевские среды» у него собирались многие художники, его друзья: И.Н. Крамской, И.Е. Репин, И.И. Шишкин, А.И. Куинджи, Н.А. Ярошенко и другие. Из чис-

ла профессоров Университета на средах чаще всего бывали А.Н. Бекетов и Н.А. Меншуткин.

Д.И. Менделеев и Н.А. Меншуткин ушли из жизни почти в одно время — 20 и 23 января 1907 года. Российская химическая наука понесла невосполнимые утраты.

Николай Семенович Курнаков (1860–1941, академик с 1913 г.) — выпускник Горного института, профессор Политехнического института с 1902 по 1930 год, оставил о Д.И. Менделееве очень теплые воспоминания: «Мне приходилось встречаться с Менделеевым на заседаниях Химического общества, и я вынес о нем самое глубокое впечатление. Это один из самых великих, выдающихся ученых людей, которых я встречал на своем веку. Личность в высшей степени замечательная и как профессор, и как лектор, и как ученый-общественник. Менделеев и по внешнему виду... поражал своей титанической фигурой» [5].

В личной библиотеке Д.И. Менделеева имеются многие работы Н.С. Курнакова, подаренные автором. В 5-м (1889 г.) и последующих изданиях «Основ химии» есть ссылки на работы Н.С. Курнакова, относящиеся к химии комплексных соединений и к металлическим сплавам.

В 1934 году академик Н.С. Курнаков возглавил Оргкомитет по подготовке и проведению юбилейного Менделеевского съезда в ознаменование 100-летия со дня рождения Д.И. Менделеева. Съезд проходил в Ленинграде с 10 по 13 сентября 1934 года с большим участием иностранных делегаций. Во вступительном слове Н.С. Курнаков подчеркнул, что «...титаническая фигура Д.И. Менделеева предстает перед нами во всем величии как в прошлом, так и, в особенности, для научной работы настоящего». Значительным вкладом в развитие теории физико-химического анализа стал доклад Н.С. Курнакова на этом съезде «Особые точки учения о растворах Д.И. Менделеева и топология химической диаграммы».

Александр Александрович Байков (1870–1946, академик с 1932 г.) — профессор Политехнического института с 1902 до конца жизни, также оставил воспоминания о своих встречах с Д.И. Менделеевым. А.А. Байков в 1889 году поступил на физико-математический факультет Петербургского университета, и первой в его



жизни лекцией, которую он услышал, была лекция Д.И. Менделеева по неорганической химии. В воспоминаниях А.А. Байкова говорится: «... в 1889 году имя Менделеева уже пользовалось мировой известностью, но в Петербургском университете оно было предметом совершенно исключительного почитания среди профессоров и особенно среди студентов» [5]. А.А. Байков был также на последней лекции Д.И. Менделеева в Университете 22 марта 1890 года, в своих воспоминаниях он подробно описывает события, которые стали причиной отставки Д.И. Менделеева.

Первая длительная личная встреча А.А. Байкова с Д.И. Менделеевым состоялась в начале 1902 года, когда готовилось 7-е издание «Основ химии» и Менделеев решил включить в него раздел о сплавах. Беседа началась со слов Д.И. Менделеева: «... в изучении сплавов я нахожу много прекрасных сторон». В 7-м издании есть ссылки на работы А.А. Байкова. Кроме того, Д.И. Менделеев привлек А.А. Байкова к написанию ряда статей для «Энциклопедического словаря», редактором химико-технического отдела в котором был Менделеев.

На упоминавшемся выше юбилейном Менделеевском съезде академик А.А. Байков выступил с большим докладом «Значение Д.И. Менделеева в химии». Уже после кончины А.А. Байкова вышла из печати его статья «Периодический закон Д.И. Менделеева и его творец» [6].

Владимир Александрович Кистяковский (1865–1952, академик с 1929 г.) — профессор физической химии и теоретической электрохимии, преподавал в Политехническом институте с 1902 по 1918 год и с 1922 по 1934 год. Окончил в январе 1889 года естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета со степенью кандидата, слушал лекции Д.И. Менделеева, был с ним хорошо знаком.

В своих воспоминаниях В.А. Кистяковский, в частности, пишет: «Дмитрий Иванович безгранично любил науку, жил ею. Должно быть, это было в 1887 или 1889 году, когда я еще работал в бывшей бутлеровской лаборатории, я помню, как среди ночи Менделеев проходил из своей квартиры, примыкавшей к лаборатории, в свой лабораторный кабинет, чтобы поставить какой-либо новый опыт или посмотреть на ре-

зультаты поставленного раньше опыта...» [5]. В.А. Кистяковский встречался с Д.И. Менделеевым неоднократно, был одним из партнеров его по игре в шахматы.

Следует отметить, однако, что их взгляды на природу растворов электролитов существенно различались. В.А. Кистяковский, еще будучи студентом старших курсов, проявил большой интерес к идеям С. Аррениуса и В. Оствальда (оба в разные годы получили Нобелевские премии), написал на эту тему дипломную работу, по окончании Университета стажировался в лаборатории Оствальда в Лейпциге (Германия). В то же время Д.И. Менделеев еще в 1889 году выступил против модели Аррениуса и не изменил своих взглядов относительно диссоциации электролитов до конца жизни. Д.И. Менделееву казалось, что теория Аррениуса находится в непримиримом противоречии с его взглядами на природу растворов. Б.П. Никольский (1900–1990, академик с 1968 г.) в своем обзоре «Работы русских химиков по теории растворов» [7] характеризовал взгляды Д.И. Менделеева как «... ошибки гения. Они имели и свою положительную сторону, вызвав ряд новых полезных исследований и заставив русских ученых с большей осторожностью относиться к различным теоретическим построениям в области растворов...». В.А. Кистяковский многое сделал для сближения позиций Д.И. Менделеева и С. Аррениуса. Все это подробно анализируется в работе [8].

Павел Павлович Федотьев (1864–1934, член-корр. АН СССР с 1933 г.) — профессор минеральной технологии и технической электрохимии в Политехническом институте с 1904 по 1934 год. В 1896–1902 годах опубликовал целый ряд книг по актуальным вопросам химической технологии, в том числе два издания книги «Современное состояние химической промышленности в России» (1897 и 1902 гг.). На этой основе состоялось его знакомство с Д.И. Менделеевым. Перед заграничной командировкой П.П. Федотьева в Западную Европу (1906 г.) Д.И. Менделеев снабдил его рекомендательными письмами к коллегам и промышленникам [9].

Борис Николаевич Менишуткин (1874–1938) — доктор химических наук, профессор аналитической и органической химии. Преподавал в Политехническом институте с 1902 по 1938 год. Известный историк химии. С Д.И. Менделеевым

был знаком с детских лет. Б.Н. Меншуткин впервые собрал в одном издании на русском языке все работы Д.И. Менделеева, относящиеся к периодическому закону и опубликованные в свое время в различных журналах на разных языках, трудно доступных широкому читателю, проследил все изменения и дополнения, которые вносил Д.И. Менделеев в прижизненные издания «Основ химии», добавил в сборник большую статью с жизнеописанием Д.И. Менделеева (1926 г.). В дальнейшем к этой тематике Б.Н. Меншуткин

возвращался неоднократно. Более подробные сведения содержатся в работе [10].

21 января 1904 года Д.И. Менделеев был избран почетным членом Петербургского политехнического института.

Очерк написан по инициативе и при участии председателя Комиссии по культурному наследию и истории Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, президента СПбГПУ академика РАН Юрия Сергеевича Васильева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Летопись жизни и деятельности Д.И. Менделеева / Р.Б. Добротин, Я.Г. Карпило, Л.С. Керова, Д.Н.Трифонов. Отв. ред. проф. А.В. Сторонкин. Л.: Наука, 1984. 531 с.
2. Макареня А.А. Д.И. Менделеев и физико-химические науки. Опыт научной биографии Д.И. Менделеева. М.: Атомиздат, 1972. 256 с.
3. Морачевский А.Г. Химия и химики в Политехническом институте. Санкт-Петербург, Петроград, Ленинград. 1902–1930 гг. / Под ред. акад. РАН Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 288 с.
4. Меншуткин Б.Н. Жизнь и деятельность Николая Александровича Меншуткина. СПб.: Типогр. М. Фроловой, 1908. 376 с.
5. Д.И. Менделеев в воспоминаниях современников / Сост. А.А. Макареня, И.Н. Филимонова. М.: Атомиздат, 1969. 224 с.
6. Байков А.А. 75 лет периодического закона Д.И. Менделеева и Русского химического общества. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 17–30.
7. Никольский Б.П. Работа русских химиков по теории растворов // Вестник Ленингр. ун-та. 1946. № 1. С. 67–80.
8. Морачевский А.Г. Академик Владимир Александрович Кистяковский. Жизнь и деятельность / Под ред. акад. РАН Ю.С.Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 90 с.
9. Морачевский А.Г. Профессор Павел Павлович Федотьев и его научная школа / Под ред. акад. РАН Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 89 с.
10. Морачевский А.Г. Отец и сын Меншуткины / Под ред. акад. РАН Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 123 с.

REFERENCES

1. Letopis zhizni i deyatelnosti D.I. Mendeleyeva / R.B. Dobrotin, Ya.G. Karpilo, L.S. Kerova, D.N.Trifonov. Otв. red. prof. A.V. Storonkin. L.: Nauka, 1984.— 531 s. (rus.)
2. Makarenya A.A. D.I. Mendeleyev i fiziko-khimicheskiye nauki. Opyt nauchnoy biografii D.I. Mendeleyeva. M.: Atomizdat, 1972. 256 s. (rus.)
3. Morachevskiy A.G. Khimiya i khimiki v Politekhnicheskom institute. Sankt-Peterburg, Petrograd, Leningrad. 1902–1930 gg. / Pod red. akad. RAN Yu.S. Vasilyeva. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2012. 288 s. (rus.)
4. Menshutkin B.N. Zhizn i deyatelnost Nikolaya Aleksandrovicha Menshutkina. SPb.: Tipogr. M. Frolovoy, 1908. 376 s. (rus.)
5. D.I. Mendeleyev v vospominaniyakh sovremennikov / Sost. A.A. Makarenya, I.N. Filimonova. M.: Atomizdat, 1969. 224 s. (rus.)
6. Baykov A.A. 75 let periodicheskogo zakona D.I. Mendeleyeva i Russkogo khimicheskogo obshchestva. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1947. S.17–30. (rus.)
7. Nikolskiy B.P. Rabota russkikh khimikov po teorii rastvorov. Vestnik Leningr. un-ta. 1946. № 1. S. 67–80. (rus.)
8. Morachevskiy A.G. Akademik Vladimir Aleksandrovich Kistyakovskiy. Zhizn i deyatelnost / Pod red. akad. RAN Yu.S. Vasilyeva. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2011. 90 s. (rus.)
9. Morachevskiy A.G. Professor Pavel Pavlovich Fedot'yev i yego nauchnaya shkola / Pod red. akad. RAN Yu.S. Vasilyeva. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2011. — 89 s. (rus.)
10. Morachevskiy A.G. Otets i syn Menshutkiny / Pod red. akad. RAN Yu.S. Vasilyeva. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2012. 123 s. (rus.)



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

МОРАЧЕВСКИЙ Андрей Георгиевич — доктор технических наук профессор кафедры физико-химии и технологий микросистемной техники Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, заслуженный деятель науки и техники РФ; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: andrey.morachevsky@gmail.com

AUTHOR

MORACHEVSKY Andrey G. — St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politechnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: andrey.morachevsky@gmail.com