

Boris Dmitrievich Berezin – Outstanding Scientist and Organizer of Science

Oscar I. Koifman,^a and Tatyana N. Lomova^{b@}

^aIvanovo State University of Chemistry and Technology, 153000 Ivanovo, Russia

^bInstitute of Solution Chemistry of Russian Academy of Sciences, 153045 Ivanovo, Russia

@Corresponding author E-mail: tnl@isc-ras.ru

This biographic review describes the scientific carrier, main research interests and achievements of Boris Dmitrievich Berezin – Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Doctor of Chemical Sciences, currently the Head researcher at the Institute of Solution Chemistry of Russian Academy of Sciences (ISC RAS) and the founder of Ivanovo Scientific School on Coordination Chemistry of Porphyrins and Phthalocyanines. His activities in teaching and organization of research work as well his contribution to the development of the Departments of Analytical and Organic Chemistry at Ivanovo State University of Chemistry and Technology and in the establishment and growth of Institute of Solution Chemistry of RAS and Higher Chemical College of RAS are reviewed.

Борис Дмитриевич Березин – крупный ученый и организатор науки

О.И. Койфман,^a Т.Н. Ломова^{b@}

^aИвановский государственный химико-технологический университет, Иваново, 153000, Россия

^bИнститут химии растворов РАН, Иваново, 153045, Россия

@E-mail: tnl@isc-ras.ru

Представлено краткое описание научной карьеры, областей научных интересов, вклада в науку действительного члена Российской академии естественных наук, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника Института химии растворов РАН (ИХР РАН) Бориса Дмитриевича Березина. Освещены вопросы преподавательской и научно-организационной деятельности, вклад в развитие кафедр аналитической и органической химии Ивановского государственного химико-технологического университета, в становление и развитие ИХР РАН и Высшего химического колледжа РАН.

2 июля 2009 года исполняется 80 лет Борису Дмитриевичу Березину – выдающемуся ученому, исследователю в области общей, аналитической, органической и координационной химии, научная и педагогическая деятельность которого тесно связана с Ивановским государственным химико-технологическим университетом и Институтом химии растворов РАН.

Еще будучи студентом первого курса ИХТИ в 1948 году, Борис Березин начинает под руководством профессора К.Б. Яцимирского научно-исследовательскую работу. Уже на втором курсе обучения он делает свой первый научный доклад на городской научной конференции, посвященной вопросам минералообразования, а в 1949 году - доклад на ученом совете ИХТИ по теории химического резонанса. Студент Борис Березин – активный исследователь, он становится заместителем председателя студенческого научного общества ИХТИ. Его отличает большая работоспособность, экспериментальные навыки,

отличные успехи в учебе, со второго по пятый курс обучения он является Сталинским стипендиатом.

Окончив институт с отличием по специальности «Технология химических волокон», он поступает в аспирантуру ИХТИ к профессору К.Б. Яцимирскому, выбрав тему для будущей кандидатской диссертации «Исследования в области меркуриметрии». Блестяще проходит защита диссертации на ученом совете ИХТИ в 1955 году. Научно-исследовательская работа совмещается с педагогической. Он работает вначале ассистентом, а затем доцентом на кафедре аналитической химии ИХТИ вплоть до 1965 года. Одновременно публикуются научные статьи, посвященные термодинамике аналитических реакций. В них обоснованы термодинамические критерии применимости органических индикаторов в меркуриметрии и других аналитических методах. Эти работы представляют собой первый крупный завершённый цикл исследований Б.Д. Березина, выполненных совместно с профессором К.Б. Яцимирским.

С 1955 года появляется интерес к разработке новой научной темы – «Исследование физико-химических свойств комплексных соединений фталоцианина», ставшей предметом докторской диссертации, которую Борис Дмитриевич защищает в ИОНХе АН Украины (Киев, 1966 г.). К тому времени комплексы металлов с фталоцианином оставались неизученными по ряду причин, в частности, из-за их очень высокой прочности. Между тем эти соединения были хорошо известны в качестве первоклассных пигментов и красителей, органических полупроводников и катализаторов.

Борис Дмитриевич проводит крупные систематические исследования состояния этих соединений в протонно-донорных растворителях, термодинамики их кислотно-основных взаимодействий, электронных спектров и кинетики диссоциации комплексов фталоцианина с большинством d-металлов. Б.Д. Березин впервые осуществляет оригинальный подход к исследованию стабильности металлофталоцианинов с помощью кинетических характеристик реакции их диссоциации и спектрального критерия прочности.

Впоследствии, как в работах Б.Д. Березина, так и в работах других исследователей кинетические методы установления механизма реакций, протекающих с участием макрогетероциклов, получают большое распространение. Все физико-химические исследования проводятся в необычном для комплексных соединений растворителе – серной кислоте. Своими исследованиями Б.Д. Березин подтверждает, что концентрированная серная кислота обладает свойствами идеального растворителя. Изучив состояние и превращения 25 комплексных соединений фталоцианина в данном растворителе, он обосновывает деление металлофталоцианинов на лабильные и стабильные в зависимости от природы координационной связи.

В 1959 году на основании рассмотрения кислотно-основных свойств фталоцианина Б.Д. Березин предлагает новую структурную формулу лиганда, построенную с использованием фактов полной делокализации π -электронов в макрокольце и бензольных ядрах, независимости контуров сопряжения в указанных циклах, высокой степени участия неподеленных электронных пар атомов азота в сопряжении и внутренней диссоциации NH-групп. Формула Б.Д. Березина – «делокализованная модель фталоцианина» включается в научное издание.^[1]

Исследуя реакции диссоциации лабильных и стабильных металлофталоцианинов под воздействием катионов гидроксония, Б.Д. Березин впервые предлагает тримолекулярный механизм для этих реакций. Исследования Бориса Дмитриевича закладывают основы нового научного направления – «Координационная химия ароматических макрогетероциклических соединений». Цикл работ Б.Д. Березина по координационной химии фталоцианина получает широкую известность. Популяризации этих работ способствует серия докладов на представительных научных форумах и публикации работ в журнале «Доклады Академии наук СССР», представляемом академиком А.Н. Терениным.

В 1967 году Борис Дмитриевич Березин становится профессором кафедры аналитической химии ИХТИ,

где осуществляет преподавательскую деятельность и подготовку своих первых учеников.

С 1968 по 1973 год Борис Дмитриевич является руководителем научного студенческого общества института. В эти годы активно проводятся исследования координационных свойств порфиринов. Начатые на природных соединениях – аналогах хлорофилла, они распространяются затем на порфирины группы крови и синтетические порфирины. Исследуются реакции координации, устойчивость металлопорфиринов в растворах, спектральные проявления эффектов координации макроциклов солями металлов. Получают развитие методы синтеза и модификации порфиринов и их комплексов с металлами. Итог работы – первая монография «Координационная химия порфиринов и фталоцианина», вышедшая в 1978 году.^[2] В монографии представлены результаты исследований ионизационных и координационных свойств природных и синтетических порфиринов и их комплексных соединений, выявлена взаимосвязь между строением ароматических молекул порфиринов и их физико-химическими свойствами. Здесь же представлены закономерности и механизм образования и протолитического распада металлопорфиринов в растворах и определены факторы их кинетической и термодинамической устойчивости с использованием спектрального и кинетического критериев прочности. С публикацией работы к Борису Дмитриевичу приходит широкая мировая известность. В 1981 году монография выходит в свет на английском языке в издательстве John Wiley, New York-Toronto.^[3]

С 1973 по 1995 годы Б.Д. Березин возглавляет коллектив кафедры органической химии ИХТИ, работает над приведением программы студенческого курса лекций в соответствие с требованиями современных теоретических положений науки. С 1995 года Борис Дмитриевич – профессор кафедры органической химии Ивановского государственного химико-технологического университета.

Получают признание успехи в научной и педагогической деятельности на высоком государственном уровне. В 1976 году Б.Д. Березин награждается орденом «Знак Почета», а в 1979 году ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РСФСР».

В 1980 году в г. Иваново открывается первое научное учреждение Академии наук СССР – Отдел химии неводных растворов, преобразованный в 1981 году в Институт химии неводных растворов. Рядом с известными ивановскими учеными Г.А. Крестовым и Б.Н. Мельниковым Борис Дмитриевич начинает работу по становлению и развитию молодого научного учреждения, где и работает по настоящее время. Он руководит крупным научным направлением «Координационная химия порфиринов». Данное направление включает несколько разделов из области координационной химии макроциклов и сольваток комплексов d-элементов. В его рамках исследуются синхронные донорно-акцепторные взаимодействия в растворах порфиринов, координационная химия ароматических макроциклов и их комплексов с металлами переменной валентности, фотохимия тетрапиррольных макроциклов, химия ион-радикальных и ионных форм порфиринов

и металлопорфиринов. Развиваются теоретические основы стабилизации материалов металлокомплексами тетрапиррольных соединений, изучаются состояние и реакционная способность солей переходных металлов в неводных растворах, свойства пространственно затрудненных порфиринов и металлопорфиринов, прикладные аспекты химии порфиринов. Совершенствуются синтетические методы в химии порфиринов.

Под руководством Б.Д. Березина из числа сотрудников ИХНР АН СССР и кафедры органической химии ИХТИ сформировывается научная школа, занимающая лидирующее положение в координационной химии порфиринов. В эти годы существенные научные результаты получены на моделях хлорофилла и гема крови – синтетических порфиринах ряда тетрафенилпорфина, тетрабензопорфина, тетраазапорфина, тетрабензотетраазапорфина, на циклофановых, линейных и сэндвичевых димерах и олигомерах. Синтезированы многочисленные функциональные производные этих соединений, содержащие заместители в различных положениях молекул, а также комплексы с большинством элементов-комплексобразователей Периодической системы Д.И. Менделеева. Изучены важнейшие физико-химические свойства порфиринов и металлопорфиринов, и установлена взаимосвязь между условиями образования этих соединений в неводных растворителях, их устойчивостью, каталитической активностью в химических и электрохимических реакциях и строением молекул. Результаты этих исследований обобщены в сериях крупных обзоров и коллективных монографиях.^[4,5] Вслед за этим в 1988 году в издательстве «Наука» вышла в свет монография Б.Д. Березина и Н.С. Ениколопяна «Металлопорфирины».^[6]

Таким образом, закладываются основы теории реакционной способности порфиринов и металлопорфиринов в растворах, выявлены факторы стабилизации их молекул и ионных форм, установлено взаимное влияние атомов и атомных групп в ароматических макроциклических соединениях, разработаны удобные методы синтеза и выделения из природного сырья модельных и практически важных порфиринов. Впервые рассмотрены физические основы ферментативной и каталитической активности порфиринов, биологических функций природных порфиринов. Показана роль ароматических макроциклов в научных исследованиях. Получены авторские права на новые методы синтеза порфиринов и металлопорфиринов, на использование их как реактивов, аналитических реагентов, катализаторов, фотосенсибилизаторов, активаторов газопроницаемых мембран.

Под руководством Б.Д. Березина совместно с учеными Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, Государственного оптического института им. С.И. Вавилова, институтов Академии наук – Института химической физики им. Н.Н. Семенова, Института электрохимии им. А.Н. Фрумкина проводятся исследования прикладных свойств порфиринов и теоретические обоснования их использования в технике.

Признанием заслуг Б.Д. Березина в области фундаментальной науки и высшего образования является награждение его в 1986 году вторым орденом «Знак почета». За цикл работ «Разработка теоретических основ

химии неводных растворов и их практическое использование», опубликованных в 1962-1985 годах, Борису Дмитриевичу в составе коллектива видных ученых, работающих в области химии растворов, присуждается Государственная премия СССР 1987 года в области науки и техники.

Результатом обобщения цикла работ по химии сольваток комплексов солей переходных металлов, выполненных Б.Д. Березиным совместно с профессором О.А. Голубчиковым, является вышедшая в 1992 году в издательстве «Наука» монография «Координационная химия сольваток комплексов солей переходных металлов»,^[7] где анализируются структурно-энергетические характеристики солей переходных металлов в кристаллическом состоянии и в растворах, обсуждаются закономерности растворимости солей переходных металлов и структура образующихся в растворах сольваток комплексов, выявляется взаимосвязь строения и реакционной способности сольваток комплексов в растворах.

В 2007 г. выходит в свет очередная монография Б.Д. Березина в соавторстве с профессором Т.Н. Ломовой – «Реакции диссоциации комплексных соединений»,^[8] посвященная рассмотрению реакций диссоциации атомов, молекул, частиц при различных физических и химических воздействиях. Особое внимание уделяется координационным соединениям всех известных классов – от комплексных неорганических солей до макроциклических комплексов металлов с плоско координированным катионом, инкапсулированным катионом, катионом в смешанном координационном окружении и др. Дана современная трактовка понятия координационного соединения, рассмотрены типы и параметры процессов диссоциации комплексов в различных фазовых состояниях. Особое место отведено механизмам диссоциации простых и смешанных комплексов порфиринов.

В рамках научного направления, руководимого Б.Д. Березиным, возникли и в настоящее время успешно развиваются его учениками самостоятельные новые научные направления:

- химия стерически затрудненных и димерных порфиринов
- термохимия сублимации порфиринов
- координационная химия комплексов порфиринов и фталоцианина с редкоземельными элементами
- химия фталоцианиновых и порфириновых комплексов сэндвичевого строения
- новые синтетические методы в химии порфиринов
- теоретические исследования геометрической структуры и энергии молекулярных порфириновых систем методами молекулярной механики и квантовой химии
- разработка новых газофазных методов синтеза высокочистых металлопорфиринов, в том числе с металлами в необычных степенях окисления
- электрохимия и спектроскопия электрохимия металлопорфиринов в растворах
- исследование природы макроциклического эффекта
- исследование слабых взаимодействий порфиринов в растворах

26 марта 1991 года Б.Д. Березин избирается действительным членом Академии естественных наук Российской Федерации (ныне Российская академия естественных наук), где начинает активную деятельность в составе бюро секции химии, возглавляя подсекцию биокоординационной химии и занимаясь проблемами биокоординационной химии. Эта область химии интересует Бориса Дмитриевича на протяжении всей его научной деятельности и плодотворно развивается им в серии пленарных докладов и циклах лекций. В декабре 1994 года под руководством председателя оргкомитета Б.Д. Березина проводится I Международная конференция по биокоординационной химии.

Научная деятельность Бориса Дмитриевича является ярким примером творческого научного долголетия, он успешно сочетает научную работу с активной научно-организационной, преподавательской, редакционно-издательской и общественной деятельностью. Борис Дмитриевич работает во многих научных советах и комиссиях. С 1974 по 1980 год он является членом научно-технического совета Министерства высшего и среднего специального образования СССР. Б.Д. Березин – член совета по неорганической химии Академии наук и совета по биоорганической химии, председатель комиссии по координационной химии порфиринов в совете по неорганической химии, член бюро научного совета по химической термодинамике и термохимии Российской академии наук. В 1992 году усилиями ведущих ивановских ученых во главе с членом-корреспондентом РАН Г.А. Крестовым создана областная ассоциация «Наука», в рамках которой начинает функционировать Ивановский научный центр. Председателем научного совета Центра со дня его основания становится Борис Дмитриевич. Он же возглавляет Ивановский областной научный семинар. Ассоциация «Наука» и областной научный семинар призваны объединить усилия ученых высших учебных заведений города Иванова и области, Института химии неводных растворов РАН и отраслевых НИИ по развитию науки и внедрению научных достижений на предприятиях региона и Российской Федерации.

В декабре 1995 года благодаря организационной работе, проведенной Борисом Дмитриевичем, по решению Президиума Российской академии естественных наук в Иванове открывается Ивановское отделение РАЕН, которое включает в себя секции химии, физики, медицины и биологии. В настоящее время ИО РАЕН насчитывает уже шесть действительных членов и 11 членов-корреспондентов РАЕН. В состав актива входят около 100 ученых из ивановских вузов и ИХР РАН.

Борис Дмитриевич активно участвует в организации и проведении всесоюзных научных конференций и симпозиумов, 12 из которых проходят непосредственно в городе Иванове. В семи конференциях он является председателем оргкомитета. Под руководством Бориса Дмитриевича регулярно проводятся конференции по химии порфиринов и родственных соединений. В 1985 году Бюро отделения физико-химии и технологии неорганических материалов АН СССР, учитывая заслуги ивановской школы химиков, учреждает на базе ИХНР АН СССР теоретический постоянно действующий

Всесоюзный семинар (ныне Российский) по химии порфиринов и их аналогов. Бессменным председателем семинара и его творческим вдохновителем является Б.Д. Березин, придающий огромное значение развитию отечественной науки в области химии порфиринов. Выездные заседания семинара проводятся в Москве, Ленинграде, Пущино, Обнинске, Самарканде, Плесе, Сыктывкаре. В 2007 году проводится XXX выездное заседание Российского семинара по химии порфиринов и их аналогов.

Борис Дмитриевич Березин – постоянный участник международных научных форумов разного уровня, часто – организатор. Так, большая работа проводится в сентябре 2003 года Борисом Дмитриевичем в статусе председателя оргкомитета по подготовке IX Международной конференции по химии порфиринов. 9 сентября 2003 года в Суздаль приезжает около четырехсот ученых из США, Германии, Франции, Испании, Италии и других стран. И это только один из примеров необыкновенной работоспособности Бориса Дмитриевича – всеми признанного авторитета среди отечественных и иностранных коллег. Практически каждое участие Б.Д. Березина в подобных научных форумах сопровождается его интересным научным докладом.

Коллеги – участники конференций, семинаров дают высокую оценку ивановской научной школе по порфиринам, отмечают роль ее основателя.

Особо следует отметить многолетнюю работу Б.Д. Березина в специализированных и диссертационных советах, функционирующих при ИГХТУ и ИХР РАН.

Разносторонность интересов и знаний Бориса Дмитриевича, широкая известность в научных кругах способствует его работе в составе редакционных коллегий журналов «Известия высших учебных заведений», «Журнал химии неводных растворов», серии коллективных монографий «Проблемы химии растворов», межвузовских сборников «Термодинамика и строение растворов», «Проблемы сольватации и комплексообразования», «Вопросы кинетики и катализа», «Термодинамика сольватационных процессов», «Растворы – электролитные системы», «Проявление природы растворителя в термодинамических свойствах растворов», «Труды Ивановского химико-технологического института» и «Сборник научных трудов» Института химии неводных растворов.

Борис Дмитриевич много внимания уделяет педагогической деятельности и подготовке научных кадров. Он постоянно совершенствует читаемый для студентов курс лекций по органической химии. Под его руководством преподаватели кафедры органической химии ИГХТУ составляют и публикуют десятки методических пособий для студентов и аспирантов. Им в соавторстве с Д.Б. Березиным на основе глубокой проработки современных теорий и собственных достижений в области органической химии подготовлен учебник «Курс современной органической химии»^[9] (издан в 1999 г., затем – в 2001, 2003 гг.). Борис Дмитриевич неоднократно выступает с пленарными докладами на всесоюзных и областных семинарах заведующих кафедрами органической химии о совершенствовании методики преподавания курса

органической химии и адаптации ее для студентов различных специальностей.

С 1987 года Б.Д. Березин возглавляет Ивановское отделение биохимического общества РАН, а с 1993 года Борис Дмитриевич работает заместителем председателя Ивановского отделения Высшего химического колледжа РАН. Пропаганда научных знаний и повышению квалификации молодых ученых и специалистов способствуют прочитанные Б.Д. Березиным курсы лекций в рамках Всесоюзных школ по химии комплексных соединений, бионеорганической химии, теории растворов.

В соавторстве с членом-корреспондентом РАН Г.А. Крестовым в 1983 году Б.Д. Березин издает методическую монографию «Основные понятия современной химии»,^[10] которая затем переиздается в нашей стране (1986 г.) и в Болгарии (1988 г.). В ней произведены уточнения и пересмотр общих химических понятий в свете требований, диктуемых появлением принципиально новых научных направлений и технологических процессов. Предложена новая современная классификация химических частиц-реагентов и реакций. Рассмотрены такие понятия как химическое взаимодействие, структура растворов, комплексообразование и другие вопросы. Издана монография Б.Д. Березина и Г.А. Крестова «Основные законы современной химии» (1999 г.).^[11]

Созданная Борисом Дмитриевичем научная школа широко известна в нашей стране и за рубежом. Среди его учеников член-корреспондент РАН О.И. Койфман, действительные члены РАЕН профессор О.А. Голубчиков и Т.Н. Ломова и другие, 13 докторов и 70 кандидатов наук. Готовятся к защите еще несколько докторантов.

Нельзя не отметить и общественную деятельность Б.Д. Березина. Вспоминается, что в 1956 году единственным руководителем большого отряда студентов-химиков, выезжавших в Казахстан на уборку целинного хлеба, был Борис Дмитриевич. С тех пор выезд студентов ИХТИ на казахстанскую целину становился хорошей традицией. На протяжении всех лет работы в химико-технологическом институте Б.Д. Березин активно работает в редколлегии институтской газеты «Химик», в комитете ВЛКСМ, профбюро сотрудников ИХТИ.

В 1986 году он избирается депутатом Ивановского городского Совета народных депутатов. Работая в те-

чение двух депутатских сроков, он предлагает пути решения многих экологических проблем, стоящих перед городом и областью.

В 2003 году заслуги Бориса Дмитриевича Березина перед отечественной наукой отмечены присуждением ему звания лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники за разработку методов направленного синтеза циклических тетрапиррольных соединений для технических целей в составе коллектива ученых из Москвы, Санкт-Петербурга, Иванова.

Неиссякаемый интерес к любимой химии, фундаментальные знания, талант исследователя и педагога, потрясающая работоспособность, позволяют Борису Дмитриевичу воплощать самые смелые новые идеи, всегда находиться на передовых рубежах отечественной и мировой науки. Последние несколько лет отмечены публикацией фундаментальных работ по биомедицинской химии, по химии красителей на основе природных пигментов, по анализу концепции устойчивого развития науки, техники, общества.

Список литературы

1. Быков Г.В. *История органической химии* М.: Наука **1978**, 260 с.
2. Березин Б.Д. *Координационные соединения порфиринов и фталоцианина* М.: Наука **1978**, 280 с.
3. Berezin B.D. *Coordination Compounds of Porphyrins and Phthalocyanine* New York/Toronto: J. Wiley **1981**, 286 p.
4. *Порфирины: структура, свойства, синтез* М.: Наука **1985**, 334 с.
5. *Порфирины: спектроскопия, электрохимия, применение* М.: Наука **1987**, 289 с.
6. Березин Б.Д., Ениколопан Н.С. *Металлопорфирины* М.: Наука **1988**, 159 с.
7. Березин Б.Д., Голубчиков О.А. *Координационная химия сольватоккомплексов солей переходных металлов* М.: Наука **1992**, 236 с.
8. Березин Б.Д., Ломова Т.Н. *Реакции диссоциации комплексных соединений* М.: Наука **2007**, 278 с.
9. Березин Б.Д., Березин Д.Б. *Курс современной органической химии* М.: Высшая школа **1999**, 768 с.
10. Крестов Г.А., Березин Б.Д. *Основные понятия современной химии* Л.: Химия **1983**, 96 с.
11. Березин Б.Д., Крестов Г.А. *Основные законы химии* М.: Наука **1999**, 95 с.