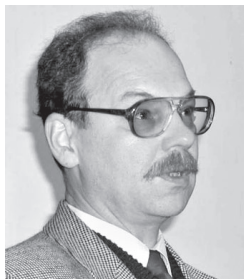


ИСТОРИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН И УрФУ В ОБЛАСТИ РАДИОХИМИИ



Е. В. Поляков,
доктор химических наук,
замдиректора Института
химии твердого тела УрО
РАН



Ю. В. Егоров,
доктор химических наук,
профессор кафедры
радиохимии и прикладной
экологии ФТИ УрФУ

Статья посвящена ученым Уральского филиала Академии наук СССР (УФАН) и физико-технического факультета Уральского политехнического института им. С. М. Кирова, которые были вовлечены в исторические события начального периода развертывания атомного проекта СССР на Урале и которые во многом определили последующую тематику и стиль научных исследований, характер подготовки инженеров, специалистов высшей квалификации в области прикладной радиохимии. Особое место отведено анализу ведущей роли в этой деятельности основателя уральской радиохимической школы профессора Сергея Александровича Вознесенского.

По указу Петра I сразу после триумфального завершения Россией Северной войны и устранения гегемонии Швеции на Балтике Урал был выбран базой российской горнодобывающей и металлургической промышленности. Россия, вынесшая в составе коалиции основную тяжесть Северной войны против Карла XII, присоединила к своей территории богатейшие шведские провинции, а Петр I после Ништадтского мира принял титул императора¹. Создание на Урале научно-технологической и затем промышленной базы атомного проекта СССР поразительно напоминает события 225-летней давности: через три месяца после подписания пакта о капитуляции Германии И. В. Сталин подписал Постановление Государственного Комитета Обороны «О Специальном комитете при ГОКО» № 9887сс/оп «О Специальном комитете при ГОКО», которое определило задачи и ответственность за выполнение работ по внутриатомной энергии урана в СССР. В декабре 1945 г. Постановлением СНК СССР № 3117-937сс «О 9-м Управлении НКВД СССР» были приняты решения об организации институтов «А», «Б», «В», «Г» и привлечении для их работы немецких и иных специалистов. С этого документа и последовавших за ним в феврале 1946 г. событий, в частности Распоряжения СНК СССР № 1996-рс, началась работа по организации Лаборатории «Б» на территории санатория «Сунгуль» (Челябинская область). История создания, ра-

боты и последующей «аннигиляции» Лаборатории «Б» хорошо изучена², однако последствия выполненных в ее стенах научно-исследовательских и технико-инженерных работ, отдаленные результаты деятельности ее сотрудников для Урала и национальной науки в целом еще не получили исчерпывающей оценки.

Дать такую оценку особо важно еще и потому, что история создания и развития радиохимии в учебных и академических институтах Урала неотделима от личностей – ученых, технических работников, волей обстоятельств привлеченных на Урал для создания военной и гражданской атомной промышленности в конце 40-х гг. прошлого века. Имена многих из них известны в меньшей или большей степени, и все они, а также их коллеги по инженерному, научному и педагогическому труду создали то, что можно по праву назвать уральской радиохимической школой.

Начало радиохимии на Урале. 1946 г.

Для того чтобы представить исторический контекст возникновения радиохимического направления на Урале, вспомним главные этапы создания НИИ в рамках атомного проекта СССР в 1945–1946 гг. Лаборатории «А» и «Г» были созданы в г. Сухуми (пос. Синоп, Сухумский физико-технический институт № 5), научный руководитель – профессор Манфред фон Ардене, впоследствии – доктор Макс Штеенбек. Темы, разработавшие-

¹ См.: Соколов Б. В. Сто великих войн. М., 2001.

² См.: Емельянов Б. М., Гаврильченко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен. Снежинск, 2000.

еся в этих научных организациях: электромагнитное разделение изотопов, масс-спектрометрия, электронная микроскопия, технологии разделения изотопов урана, диффузионное обогащение природного урана.

Лаборатория «В» (впоследствии Физико-энергетический институт) была основана в г. Обнинске (Калужская область). Экономя расходы и время, исполнители атомного проекта разворачивали НИИ на готовой инфраструктуре: Лабораторию «В» разместили в здании бывшего интерната для испанских детей, использовали приборы и оборудование из Германии, ведущих специалистов – оттуда же. Первый научный руководитель лаборатории – Хайнц Позе, инженер, мечтавший о создании в Германии самоходной урановой машины. Лаборатория «В» занималась созданием теории и методов расчета реакторов на быстрых нейтронах.

Лаборатория «№ 2» АН СССР (руководитель академик И. В. Курчатов) была создана в Москве 12 апреля 1943 г. вице-президентом АН СССР академиком А. А. Байковым. Работы по исследованию ядерной реакции проводились в Казани в 1943 г. В Москве построили и запустили первый атомный реактор Ф-1 на площадке, на которой появился Курчатовский институт. Впоследствии Лаборатория «№ 2» АН СССР отвечала за работы по созданию производственных мощностей для выработки материалов для ядерного оружия. В рамках этой работы были построены объекты КБ-11 в городе Сарове.

Институт специальных металлов НКВД (впоследствии НИИ-9, в настоящее время – Всесоюзный научно-исследовательский институт неорганических материалов (ВНИИНМ), научный руководитель – Андрей Анатольевич Бочвар) в те годы вошел в состав Специального металлургического управления НКВД, руководимого А. П. Завенягиным, и был головным предприятием в области исследований металлургии урана и плутония, участвовал в разработке технологии получения металлического плутония и урана на химико-металлургическом заводе; в его состав входили 13 лабораторий и фи-

лиал в Ленинграде. В 1946 г. в НИИ-9 запустили опытную установку № 5, на которой, на облученных в реакторе Ф-1 урановых блоках, отработывали технологию, оборудование и системы контроля будущего радиохимического завода (завод «В») в Челябинске-40. НИИ-9 имел опытное производство на Московском заводе им. П. Л. Войкова и основную производственную базу на заводе № 12 в подмосковном городе Электросталь, где и был получен первый металлический уран.

И наконец, Лаборатория «Б», поселок Сунгуль (Челябинская область). Научные направления: биофизика радиационных превращений; воздействие, накопление и выведение радионуклидов из живого, защита; радиохимия. Кроме того, в лаборатории «Б» силами немецких специалистов были созданы радиометрическая лаборатория, приборная база радиометрии и спектрометрии.

По имеющимся данным³, кадровой базой создания сети научно-исследовательских лабораторий (институтов) в СССР стали ученые, инженеры и технические специалисты из СССР, Германии, Австрии. Среди последних были нобелевский лауреат Г. Герц, профессора Н. Риль, Р. Деспель, М. Фольмер, Г. Позе, П. Тиссен, М. фон Ардене, К.-Г. Гайб (всего около 300 специалистов, из них 33 доктора наук). О масштабах технического строительства в рамках атомного проекта говорит тот факт, что только за период с 1 сентября по 10 декабря 1945 г. в СССР было отправлено 219 вагонов различного оборудования, в том числе три циклотрона, высоковольтные установки, оборудование для измерения радиоактивности. Было вывезено 100 т уранового концентрата (в некоторых источниках говорится о почти 300 т окиси и 7 т металлического урана) и немного тяжелой воды. Уровень ученых-немцев, а также имевшаяся в Германии материальная база исследований, включая приобретенные минералы урана и наработанные продукты их химического обогащения, – все это показывает, что фашистская Германия обладала большим заделом в области создания атомных технологий. В Берлине, Лейпциге, Мюнхене, Фрейбур-

³ См.: Николаус Риль в атомном проекте СССР / авт.-сост. В. Н. Ананийчук. Снежинск, 2011.

ге и других местах к концу войны велись работы по реакторам, разделению изотопов урана, кальций-термической металлургии урана и методам его газообразного фракционирования, имелось циклотронное оборудование. В условиях острой конкуренции с партнерами по коалиции в СССР было вывезено все, что удалось идентифицировать, прежде всего из Физического института Общества кайзера Вильгельма (Берлин), частной лаборатории Манфреда фон Ардене в Берлине–Лехтингфельде, фирм компаний «Сименс» в Берлине и «Дегусса» во Франкфурте.

Факторы возникновения и специализации радиохимической школы на Урале

Именно победа СССР во Второй мировой войне, позволившая использовать высокий уровень ядерных исследований нацистской Германии, была одним из объективных факторов создания и становления научно-исследовательских работ в Лаборатории «Б». Другим важным фактором был поток сведений военно-технической разведки, поступавших в распоряжение высшего руководства атомного проекта⁴. Главная задача Лаборатории «Б» в атомном проекте заключалась в создании научно-технического задела и обеспечении работы радиохимического завода по производству металлического плутония на комбинате № 817 (завода по производству плутония на Урале, Челябинск-40, далее – ПО «Маяк»). Однако быстрое развитие аналогичной тематики в московских и ленинградских институтах (в частности, НИИ-9, лаборатория № 2, Радиевый институт) и ученые, привезенные на Урал, сыграли свою роль в формировании основных направлений научной тематики Лаборатории «Б».

Важнейшими субъективными факторами успеха исследований в интересах комбината № 817 оказались кадровый состав лаборатории, оптимальное сочетание советских и иностранных ученых, как имевших опыт научной работы, так и молодых специалистов, а также сложившееся при выполнении плановой

тематики разделение сфер научной деятельности между уральскими учеными и радиохимиками других институтов. Так, ко времени своего формирования по утвержденной общей численности (Постановление СМ СССР № 3640-1204сс/оп) общий состав Лаборатории «Б» был 145



человек, в том числе научного персонала – 30 человек, инженерно-технического персонала – 30, производственного персонала мастерских и лаборантов – 35. По сведениям⁵, в лаборатории работало всего около 30 немцев. Из них ведущих (по-видимому, научных сотрудников) – около 15 человек. Это соотношение цифр показывает, что на начальном этапе работы в лаборатории планировалось примерно равное количество немецких и советских научных работников. Немецкие ученые, специалисты высокого уровня в области радиохимии, ядерной физики и биофизики (например, Ганс Иохим Борн к 1947 г. имел 34 научные работы в области геохимии радиоактивных веществ, радиоактивного распада, методов детектирования излучения; Карл Циммер, по отзыву Н. В. Тимофеева-Ресовского, был «лучшим дозиметристом мира»), а также их научные руководители, выдающиеся ученые Н. В. Тимофеев-Ресовский и С. А. Вознесенский, составляли научно-техническое лицо Лаборатории «Б».

Начальный этап создания лаборатории

Демонтаж немецкого опытного реактора британскими специалистами

⁴ См., например: Садовский А. С., Товмаш А. В. История оружейного урана на фоне конфликта Капицы (Ч. 1, 2): электрон. науч. журн. «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». URL: 1036http://journal.ape.relarn.ru/articles/2009/077(078).pdf

⁵ См.: Емельянов Б. М., Гаврильченко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен. Гл. 9. Немцы в лаборатории «Б».

не был гладким, он сопровождался трудным поиском своей тематики в рамках основных направлений атомного проекта. Материалы комиссии СМ СССР, АН СССР и АМН СССР, в которую входили Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, В. С. Емельянов, члены-корреспонденты АН СССР А. П. Александров, А. П. Виноградов, член-корреспондент АМН СССР Г. М. Франк⁶, говорят о значительных организационных трудностях. В материалах записки отмечается, что, несмотря на высокую материально-техническую и социально-культурную оснащенность, к декабрю 1949 г., т. е. через год после формирования Лаборатории «Б», ее научные возможности использовались «совершенно недостаточно». Из созданных к тому времени двух отделов у руководителя радиохимического отдела профессора С. А. Вознесенского имелось только три научных сотрудника, в биофизическом отделе профессора Н. В. Тимофеева-Ресовского работали четыре научных сотрудника-немца, его сослуживцы по Германии. Авторы записки указывали как на основные причины неудовлетворительной работы Лаборатории «Б» отсутствие управления и координации ее работой со стороны бывшего 9-го Управления МВД, Первого главного управления, а также отсутствие общего научного руководителя Лаборатории «Б», который бы «координировал работу отделов и направлял бы их практическую деятельность в соответствии с современными запросами науки и практики».

Итогом деятельности комиссии стало существенное расширение тематики лаборатории и привлечение дополнительного числа научных работников из числа как немецких специалистов, так и молодых инженеров из институтов Москвы, Нижнего Новгорода и других городов. С 1950 г. общую тематику Лаборатории «Б» уже определял международный коллектив, возглавляемый тремя выдающимися учеными. Общее научное руководство Лаборатории осуществлял доктор Николаус Вильгельм (Николай Васильевич по паспорту СССР) Риль. Основные отделы Лаборатории возглавляли Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский и Сергей Александрович Вознесенский.

Формирование научной тематики Лаборатории «Б»

К началу 50-х гг. Лаборатория имела следующую структуру⁷. Биофизический отдел возглавил профессор Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский. Тематика этого направления: воздействие радиационных полей на живые микроорганизмы на клеточном и генетическом уровнях; накопление, выведение радионуклидов из живого вещества субъектов биогеоценоза; действие малых концентраций радионуклидов и малых доз излучения на рост и развитие живых организмов; защита живого от радионуклидов; распределение радионуклидов между почвой, водой и грунтом пресноводных водоемов⁸. Очевидно, эта тематика была сформулирована самим Н. В. Тимофеевым-Ресовским. В состав отдела входили три лаборатории – физико-дозиметрическая, радиопатологическая и биофизическая. Радиохимическая лаборатория, которая была создана немецкими специалистами, коллегами Тимофеева-Ресовского по Берлин-Буху, была передана в 1953 г. в отдел С. А. Вознесенского.

Радиохимический отдел Лаборатории «Б» занимался исследованиями по прикладной радиохимии в двух направлениях: очистка радиоактивных сточных вод радиохимического завода сорбционными методами с применением природных, неорганических и органических ионитов, методов экстракции и разработка методов приготовления химически и радиохимически чистых препаратов из радионуклидов, поступающих вместе с «юшкой» – высокорadioактивными (до 1 Ки/л) растворами облученного урана-плутония. Исследования по этим направлениям выполняли в водной, радиохимической и производственной лабораториях. Руководителем всего научного направления отдела, а также водной лаборатории был профессор Сергей Александрович Вознесенский. Перечисленные направления в точности согласуются с директивными материалами Постановления СМ СССР № 2857-1145сс/оп от 1 июля 1950 г. «О работе научно-исследовательских институтов...»: «Назначить директором Лаборатории “Б” полковника Уральца А. К.,

⁶ См.: Докладная записка уполномоченных СМ СССР И. М. Ткаченко, В. В. Иванова, Л. П. Берия о недостатках в работе Лаборатории «Б» и мерах по их устранению от 20 декабря 1949 г. // Атомный проект СССР: док. и материалы: в 3 т. / под общ. ред. Л. Д. Рябева. Т. 2. Атомная бомба, 1945–1954. Кн. 4, № 297. М., 2003.

⁷ Архив РФЯЦ-ВНИИТФ. Ф. 1. Оп. 1. Д. 34.

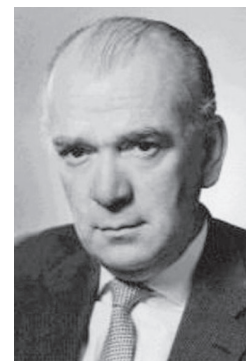
⁸ См.: Емельянов Б. М., Гаверильченко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен.

научным руководителем Лаборатории «Б» доктора Рилья Н. В. Возложить на Лабораторию «Б»: а) изучение воздействия на живой организм радиоактивных излучений; б) изучение отравляющего действия искусственных радиоактивных веществ при различных способах введения их в организм; в) разработку способов защиты от радиоактивного излучения и радиоактивных отравляющих веществ (основные исполнители: проф. Тимофеев-Ресовский, доктор Кач, доктор Менке); г) изучение возможности использования радиоактивных веществ в сельском хозяйстве (основные исполнители: проф. Тимофеев-Ресовский, доктор Борн); д) разработку методов выделения радиоактивных элементов из производственных растворов (основные исполнители: проф. Вознесенский, научные сотрудники Анохин, Полянский); е) разработку способов очистки поверхностей производственных аппаратов от радиоактивных осадков (основные исполнители: проф. Вознесенский, научный сотрудник Полянский)».

Николаус Вильгельм (Николай Васильевич) Риль

Доктор Н. В. Риль, руководитель Лаборатории «Б» в 1950–1952 гг., родился в Санкт-Петербурге в 1901 г. Его мать была русской, отец – немец, инженер фирмы «Сименс и Халске». Николай с детства говорил на двух языках. С 1920 по 1927 г. учился в Санкт-Петербургском политехническом университете, окончил образование в Берлинском университете им. Гумбольдта. В 1927-м он защищает в университете в Берлине диссертацию по радиохимии на тему «Использование счетчиков Мюллера-Гейгера для спектроскопии бета-излучения»; его научные руководители – радиохимики Лиза Мейтнер и Отто Ган, будущий нобелевский лауреат. С 1927 г. Н. Риль работает на предприятии Ауэргезельшафт начальником лаборатории оптической техники, затем заведующим научным отделом всего предприятия. Его деятельность принесла известность и значительное преуспевание как предприятиям Ауэргезельшафт, где производили люминофоры по технологии Н. Рилья, и компании Осрам, которая де-

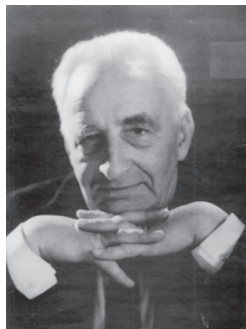
лала лампы и трубки с этим люминофором, так и самому Николаусу Рилью, получившему первый в мировой практике патент на применение люминофора в качестве покрытия для газоразрядных ламп освещения. О масштабах Н. Рилья как ученого и инженера говорит то, что в 30-е гг. он занимался физикой люминесценции в фирме Ауэргезельшафт. В конце 30-х гг. он издал монографию на эту тему. Н. Риль работал в области физики люминофоров и прикладных разработок по созданию экранов для получения рентгеновского изображения, люминесцентных покрытий для телевизоров, позднее работал над созданием кальций-термической технологии производства металлического урана в рамках немецкого атомного проекта для завода компании «Ауэр» в Ораниенбурге, к северу от Берлина. Этот завод концерна «Дегусса» изготавливал металлический уран и торий, что позволило Н. Рилью впоследствии применить полученные знания уже в атомном проекте СССР при создании технологии получения металлического урана кальций-термическим методом с применением индукционной плавки (г. Электросталь, завод № 12, НИИ-9). Эта работа была высоко оценена руководством СССР: Н. Риль стал первым немецким ученым, получившим в атомном проекте звание лауреата Сталинской премии (1949), ордена Ленина (1949) и звезду Героя Социалистического Труда (1949) за создание этой технологии. С конца 1950-го по 1952 г. Николаус Риль руководил Лабораторией «Б», что сыграло положительную роль в создании необходимого «баланса» в координации работ Н. В. Тимофеева-Ресовского и С. А. Вознесенского и их биофизического и радиохимического отделов. Личное общение Н. Рилья и К. Циммера с молодыми студентами физтеха УПИ им. С. М. Кирова в конце 50-х гг, которое обеспечивал своей кипучей деятельностью Н. В. Тимофеев-Ресовский, привело к появлению на физтехе первого в СССР 128-канального анализатора импульсов с сцинтилляционным детектором, позволявшего одновременно измерять содержание гамма-излучателей Cs-137 Co-60 в одной пробе⁹.



Николаус Вильгельм Риль

⁹ См.: Худенский (Штейн) Ю. К. Страницы жизни. Свет в конце тоннеля. X 92 / под ред. Н. Ю. Алексеевой. Екатеринбург, 2011.

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский



Николай Владимирович
Тимофеев-Ресовский

Жизнь и работа в довоенной Москве и фашистской Германии, сведения о том, что выдающийся советский биофизик Н. В. Тимофеев-Ресовский пережил в ГУЛАГе, деятельность в Обнинске с разной степенью детальности рассказана в многочисленных публикациях¹⁰. В Уральской исторической энциклопедии (1999) о жизни Н. В. Тимофеева-Ресовского с 1945 по 1955 г. содержится скупая и неточная информация: «Находился в заключении». В действительности же на эти годы приходится один из самых плодотворных и ярких периодов жизни и деятельности ученого, который тесно связан с Уралом. В августе 1945 г. Тимофеев-Ресовский был арестован в Берлине и затем осужден на 10 лет по 58-й статье Уголовного кодекса как невозвращенец и враг народа. На Урал он попал после Лубянки, стосемидневного пребывания в лагере и больнице НКВД в Москве. В мае 1947 г. Тимофеев-Ресовский был доставлен в Лабораторию «Б», расположенную около озера Сунгуль. Его научно-техническое направление – оценка последствий воздействия осколков ядерного деления и радиационного излучения на живую природу, разработка методов очистки организмов и радиоактивных водных растворов – было тематически связано с интересами находившегося в Челябинске-40 комбината № 817 (ПО «Маяк»), где проблеме влияния радиации на человека придавали первостепенное значение.

Лаборатория «Б» собрала многих видных химиков, биологов, медиков, в основном ранее осужденных, а также ученых и специалистов, вывезенных из оккупированной Германии и работавших в Советском Союзе по контрактам. Тимофеев-Ресовский, оставаясь под стражей до 1953 г. и позднее репрессированным спецпереселенцем, до 1955 г. заведовал биофизическим отделом Лаборатории «Б». Как отмечают большинство работников этой Лаборатории, он быстро стал самой значительной личностью в поселке Сунгуль. Прежде всего, он привлекал к себе общительностью, темпераментом, увлеченностью и широчайшей эрудици-

ей. Отвечая в 1954 г. на вопрос анкеты о своей специальности, Тимофеев-Ресовский указал: биолог и биофизик. Однако его научные интересы были более обширны. Многим, в том числе учащимся и педагогам местной средней школы, он запомнился прекрасными лекциями на самые различные темы.

Тимофеев-Ресовский принимал непосредственное участие в постановке научных опытов, сам переносил тяжелое лабораторное оборудование, набивал ящики землей для опытов с растениями, замачивал большое количество семян в радиоактивных растворах. Работать в отделе приходилось очень много, сильно мешала значительная потеря зрения – вследствие авитаминоза, приобретенного в лагере. Знакомиться с литературой и новостями к середине 50-х гг. помогала жена и коллега по работе Елена Александровна. Практически каждый вечер, с 19 до 24 часов, а то и позже, она читала Николаю Владимировичу научные статьи и беллетристику и даже детективы на английском языке.

По признанию самого Тимофеева-Ресовского, в биофизическом отделе Лаборатории «Б» была выполнена поразительная по масштабам и значимости работа по изучению накопления и влияния радиоактивных изотопов в биосистемах, сформулированы основы биологической защиты и очистки от радиоактивных загрязнений. В 1951 г. за отличную работу по организации научных исследований он был досрочно освобожден из заключения, почти на пять лет раньше срока; в конце 1953 г. с Тимофеева-Ресовского сняли судимость, но полного восстановления в гражданских правах не произошло: он остался вместе с семьей в Сунгуле на правах спецпоселенца. В связи с началом строительства нового ядерного центра, дублера Арзамаса-16, с зашифрованным названием «Научно-исследовательский институт № 1011» (сейчас это РФЯЦ ВНИИТФ, г. Снежинск), Лабораторию «Б» расформировали. Н. В. Тимофееву-Ресовскому разрешили работать в любом из филиалов Академии наук СССР, но только не в Москве. Из Лаборатории «Б» в июне 1955 г. он был переведен в Свер-

¹⁰ См., например: *Тимофеев-Ресовский Н. В. Очерки. Воспоминания. Материалы.* М., 1993; Архив Российского Федерального ядерного центра г. Снежинск. Ф. 2. Оп. 2. Д. 35. Л. 22.

дловск, в Институт биологии Уральского филиала Академии наук (УФАН). В справке, выданной 17 июня 1955 г. Управлением МВД по Челябинской области, значилось, что спецпоселенцу Тимофееву-Ресовскому «разрешено вместе с членами семьи (женой и сыном) переехать на постоянное жительство в Миасский район Челябинской области». Экспериментальные исследования в области радиационной генетики и биологии, выполнявшиеся в Лаборатории «Б», вскоре были продолжены на основанной им биостанции на озере Большое Миассово близ города Миасс.

Здесь, в Миассово, под его руководством складывается прекрасный работоспособный коллектив, в котором трудились вместе с бывшими его сотрудниками по Сунгулю перспективные молодые ученые, прибывшие из Москвы, Ленинграда, Челябинска, Свердловска. После общения с Н. В. Тимофеевым-Ресовским немало людей изменили свои взгляды, впервые познакомившись с основами генетики и радиационной биологии. Многие из них стали впоследствии известными радиоэкологами в России и за рубежом. В начале 60-х гг. Тимофеев-Ресовский неоднократно приезжал в Челябинск, выступал с лекциями в филиале № 4 Института биофизики (ФИБ-4). В 1964 г. он уехал в Обнинск, но не раз возвращался для участия в различных научных мероприятиях. Умер Н. В. Тимофеев-Ресовский в 1981 г., так и не дождавшись своей реабилитации, которая последовала только в 1992 г.

Научные заслуги Н. В. Тимофеева-Ресовского в области биофизики и радиоэкологии огромны. Он, работая на Урале, уже в начале 50-х гг. разработал способы биологической дезактивации радиоактивно загрязненных территорий, заложил основы радиоэкологической науки в УФАНе. Наблюдая масштабные техногенные экологические изменения в связи с появлением атомной энергетики, он как биофизик придавал особое значение самой актуальной из современных задач – сохранению и оздоровлению биосферы Земли: «всем нужно уже сейчас бросать все научные силы на решение

этой проблемы». Неоднократно и не без юмора он определял сферу своих научных интересов, говоря, что занимался «вернадскологией с сукачевским уклоном».

Сергей Александрович Вознесенский

Основатель уральской научной радиохимической школы, доктор химических наук, профессор, автор более 100 научных работ, патентов. Наряду с В. Г. Хлопиным, Б. А. Никитиным, А. П. Ратнером, И. Е. Стариком, Б. В. Курчатовым, Г. Н. Яковлевым, В. И. Гребенщиковой является одним из основоположников отечественной радиохимии в СССР.

Имя Сергея Александровича Вознесенского (1892–1958), «этапированного» в радиохимию из Глазова, ко времени запуска комбината № 817 в Челябинской области, долгое время в центральной официальной печати не упоминалось вовсе. По сути дела, он стоял у истоков междисциплинарной проблемы очистки радиоактивно загрязненных сточных вод радиохимических предприятий. Впервые о его жизни и деятельности рассказали в Журнале физической химии за 1959 г. (№ 1. С. 234). Это некролог, написанный известными учеными СССР того времени – К. В. Астаховым, М. М. Дубининым, Е. В. Чмутовым и Б. В. Некрасовым¹¹:

«С. А. Вознесенский окончил техническое отделение Московского коммерческого института (1918), получив звание “коммерческий инженер 1-го разряда”. Студентом занимался исследованиями в лаборатории академика Н. А. Шилова на кафедре физической химии МВТУ, в частности разработкой теории противогАЗа. Участвовал в испытаниях противогАЗа Н. Д. Зелинского во время Первой мировой войны на русско-германском фронте. С 1919 г. С. А. Вознесенский – преподаватель химии Пензенского института народного образования. В 1921 г. переходит на преподавание на кафедру физической химии МВТУ. Он трижды выезжал в научные командировки в Германию: в лабораторию профессора Фрейндлиха (1923) для ознакомления с установками по очистке промышленных стоков в Рур-Вестфальской области (1927), на



Сергей Александрович Вознесенский. Заведовал кафедрой радиохимии с 1956 по 1958 г.

¹¹ См.: Пузако В. Д., Егоров Ю. В. Волны памяти / УРФУ. ФТИ. 2011.

Международный Бунзеновский съезд химиков (1929). В 1929 г. А. С. Вознесенский был избран профессором и заведующим кафедрой аналитической химии, в 1930 г. – заведующим кафедрой неорганической химии МВТУ. В 1932 г. эта кафедра была передана Военной академии

в котором он просил разрешить «для форсирования работ по продуктам атомного распада привлечение специалистов-заклученных Н. В. Тимофеева-Ресовского, С. А. Вознесенского, С. Р. Царапкина, Я. М. Фишмана, Б. В. Кирьяна и других». С. А. Вознесенский, как и доктор хими-

С. А. Вознесенский и студенты созданной им первой на физтехе «водной» специализации – Ю. В. Котельников, Л. Д. Скрылев, Н. А. Секретов. Свердловск, 1956–1957 гг.



химической защиты, где С. А. Вознесенский работал начальником кафедры неорганической химии в звании бригадинженера (генерал-майор) до 1941 г. Параллельно, с 1921 г., руководил научной работой в лаборатории очистки воды в комитете по охране водоемов, с 1934 г. – в Институте водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрологии («Водгео»). В июне 1941 г. его арестовали по ложному доносу, в апреле 1942 г. Особым совещанием при НКВД СССР был осужден на 10 лет исправительно-трудовых работ «за участие в антисоветской организации». Находясь в заключении, с марта 1943 по 1947 г. участвовал в работе научно-исследовательской группы одной из лабораторий 4-го спецотдела НКВД СССР (в Москве), затем в Особом техническом бюро НКВД СССР. В декабре 1947 г. был переведен в Лабораторию «Б» (из Глазова) на должность заведующего радиохимическим отделом¹².

С. А. Вознесенский был одним из тех, кого А. П. Завенягин спас из ГУЛАГа в числе других специалистов высшей квалификации, работавших в ОТБ 4-го спецотдела НКВД СССР. Согласно данным¹³, будущее Вознесенского и других решило письмо, направленное А. П. Завенягиным в начале 1946 г. в адрес Сталина и Берии,

в которых Яков Михайлович Фишман (до ареста он был начальником Химического управления РККА, членом Военного совета при наркомате обороны СССР в 1934–1937 гг., корпусным инженером, т. е. генерал-лейтенантом, 1935), отбывал срок в упомянутом ОТБ. Группа Я. М. Фишмана занималась созданием противогазов с повышенными рабочими характеристиками. Вознесенский, как известно, был признанным специалистом в этой области, а по своему служебному положению заведующего кафедрой физической химии должен был быть лично знаком с начальником Химического управления РККА. Можно заключить, что Вознесенский входил в Группу Фишмана, которая разработала в «шарашке» ОТБ новый образец противогаса с поглотителями УП-2 и УП-4, защитная мощность которых в два-четыре раза превышала показатели принятого на вооружение противогаса¹⁴. Становятся понятными слова Вознесенского из заявления, написанного им на имя Л. П. Берии в 1952 г.: «С 1943 по 1947 год я работал в лаборатории 4-го Спецуправления МВД СССР в Москве. В результате этой работы мною был предложен способ изготовления одного из новых промышленных продуктов. Способ этот, на который я имею авторское свидетельство, в настоящее время внедрен в промыш-

¹² См.: Николаус Риль в атомном проекте СССР.

¹³ См.: Рубченко М. Человеческий фактор в большой стройке // Эксперт. 2011. № 30–31 (764). 1 авг.

¹⁴ См.: Широкоград А. Б. Чудо-оружие СССР. Тайны советского оружия. Разд. 4. Тайны Лаврентия Берия. [Электронный ресурс]. URL: http://www.xliby.ru/istorija/chudo_oruzhie_rossii_tainy_sovetskogo_oruzhiya/index.php

ленность под названием, данным ему мною»¹⁵. Скорее всего, речь идет о создании противогАЗа МТ-4, созданного С. А. Вознесенским в Группе ОКБ 4-го спецуправления НКВД СССР.

В Лаборатории «Б» Сергей Александрович руководил группой физико-химических лабораторий радиохимического отдела. Темы отдела: методы очистки радиоактивных сбросных вод завода Б (комбинат № 817) с извлечением урана и плутония; методы выделения из этих растворов отдельных радионуклидов; очистка воды системы охлаждения реактора; использование неорганических и органических ионитов для концентрирования радионуклидов. В процессе этой деятельности Вознесенским и его младшими коллегами были созданы научные основы уральской радиохимической школы, сорбенты и сорбционные методы обращения с радиоактивно загрязненными промышленными и природными водами¹⁶.

С. А. Вознесенским созданы промышленные технологии: очистка шахтных вод от меди с помощью железных фильтров (использована на предприятиях Урала), извлечение дивинила из смеси углеводородов бутиленовой фракции (на заводе искусственного каучука в Ярославле); применение полубожеженного доломита для очистки сточных вод от тяжелых металлов; при его участии созданы первые отечественные сульфогли – ионообменивающие смолы «Эспатит-1» и «Эспатит МТ»; разработан промышленный противогАЗ с улучшенными защитными характеристиками; внедрена технология очистки сточных вод от метилсвинца и др. В 1957 г. он предложил идею глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в земных пустотах, не сопряженных с грунтовыми водами. С. А. Вознесенским и его учениками П. Ф. Долгих, Л. И. Басковым и А. А. Константиновичем были впервые проведены работы в области прикладной радиэкологической технологии на комбинате «Маяк». В 1958 г. он планировал создание в МСМ СССР специального института, который занимался бы очисткой радиоактивных сточных вод.

Во время исследований в Лаборатории

«Б» сорбционных свойств природных и биологических материалов коллективы С. А. Вознесенского и Н. В. Тимофеева-Ресовского столкнулись с проблемой распределения радионуклидов в следовых концентрациях в природных системах, которая была недостаточно изучена; неясна была роль осадкообразования, донных отложений, форм состояния микрокомпонентов в растворах. Без знания этих процессов межфазного распределения невозможно было разрабатывать и совершенствовать технологию обезвреживания радиоактивных стоков. Со временем эта общая цель привела к поиску физико-химических решений в области радиохимии и радиоэкологии. Тематика научных школ В. Г. Хлопина, О. Хана, И. Е. Старика получила развитие на кафедре радиохимии на основе аквакислотной модели¹⁷. С. А. Вознесенский понимал роль природных минералов как селективных и специфичных сорбентов для удаления из водных растворов техногенных радионуклидов, таких как радиоизотопы цезия, стронция, церия, рутения и др. Эти задачи на многие годы определили главное направление исследований на кафедре радиохимии физтеха УПИ им. С. М. Кирова.

Сергей Александрович Вознесенский был третьим по счету заведующим кафедрой радиохимии (был избран по конкурсу в июне 1955 г.). Первым был М. В. Смирнов, а вторым Е. П. Дариенко, который был старшим преподавателем без степени и ученого звания, но выполнял важнейшую роль в командной «эстафете» – защищал имя и функцию кафедры в педагогическом процессе (в то время научно-исследовательская работа на кафедре еще не велась). После возвращения М. В. Смирнова в Институт химии и металлургии УФАН кафедра обеспечивала преподавание двух основных курсов подготовки «инженеров-атомщиков». Тогда курсы лекций были «закрытыми» и назывались «Дополнительные главы физической химии». Первый предмет лекций – «радиометрия», а второй – «радиохимия». Лекции читали сам Е. П. Дариенко и выпускник физтеха А. К. Штольц.

Тем не менее именно С. А. Вознесенского нужно считать основателем ураль-

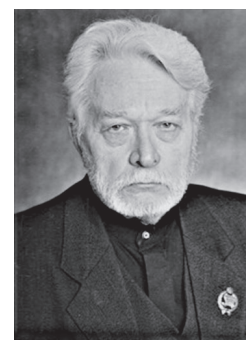
¹⁵ См.: Емельянов Б. М., Гаврильченко В. С. Лаборатории «Б». Сунгульский феномен. С. 137



Профессор Михаил Владимирович Смирнов. Организатор создания Института высокотемпературной электрохимии. Первый заведующий кафедрой радиохимии физтеха УПИ, 1951–1953 гг.



Профессор Владимир Вениаминович Пушкарев. Первое поколение учеников С. А. Вознесенского



Профессор Юрий Вячеславович Егоров. Второе поколение учеников С. А. Вознесенского

¹⁶ См.: Николаус Риль в атомном проекте СССР.

¹⁷ См.: Егоров Ю. В. Статика сорбции микрокомпонентов оксигидратами. М., 1975.



Доцент Виталий
Дмитриевич Пузако



Профессор Владимир
Михайлович Николаев.
Второе поколение
учеников
С. А. Вознесенского



Профессор Леонид
Михайлович Шаругин.
ЗАО «ТЕРМОКСИД»,
Свердловская область,
Заречный. Третье
поколение учеников
С. А. Вознесенского



Профессор Николай
Дмитриевич Бетенев.
Внес вклад в химию и
технологии
неорганических
сорбентов. Третье
поколение учеников
С. А. Вознесенского

ской радиохимической школы, которая стала своеобразным «сплавом» педагогической деятельности и научно-исследовательской работы фундаментального и прикладного характера. Один из ветеранов физтеха УПИ Виталий Дмитриевич Пузако до сих пор, вспоминая Сергея Александровича, говорит о его принципе: «Человек, пришедший работать в вуз, это прежде всего преподаватель. Очень хорошо, если его преподавательская деятельность будет тесно соприкасаться с научными интересами».

С его приходом на должность заведующего кафедрой упрочила свою роль центра базового радиохимического образования студентов всех направлений физтеха тех лет. Все-таки факультет был еще полностью «атомным», хотя, как говорили тогда шепотом друг другу, чтобы не раскрывать профиля: на нем готовят физиков, химиков и металлургов по «новой технике». А необходимое технологическое единство обеспечивает не физика сама по себе и не химия, а межпредметные гибриды: физическая химия и химическая физика; эти термины не синонимы. Мало кто знает сейчас, что атомное оружие в СССР было разработано при непосредственном участии трех академиков Героев Соцтруда: Я. Б. Зельдовича, Ю. Б. Харитона и К. И. Щелкина, работавших в Институте химической физики АН СССР, который возглавлял академик Н. Н. Семёнов, нобелевский лауреат по химии (1956), предложивший еще в 1934 г. теорию цепных реакций, разработанную им на примере реакций окисления фосфора. Впоследствии оказалось, что в результате работ О. Хана, Ф. Штрассмана, Л. Мейтнер и О. Фриша, открывших и объяснивших реакцию деления тяжелых ядер, можно сделать «атомную» бомбу. Дело в том, что закономерность кинетики ядерной цепной реакции, формирующей взрыв и закономерности химических процессов (в первую очередь взрыв, горение, катализ), изучавшихся в этом институте, математически аналогичны.

Что же касается радиохимии, то ее предмет современные справочники определяют как раздел физической химии, изучающий химию радиоактивных веществ,

законы их физико-химического поведения, ядерные превращения и сопутствующие физико-химические процессы. В реальной инженерной (технологической) и параллельной ей педагогической практике этих «сопутствующих процессов» собралось несколько. Помимо радиохимии и радиометрии, которые были освоены кафедрой еще при Смирнове и Дариенко, возникла необходимость включения в лекции разделов дозиметрии, радиационной химии (ее часто путают с радиохимией, но она изучает превращения веществ под действием ионизирующего излучения), радиоаналитики и радиобиологии. Поэтому не удивительно, что в последующем на кафедре стали разрабатывать проблемы радиозащиты как в фундаментальном научном отношении, так и в прикладном. Но об этом несколько ниже, а сейчас вернемся к С. А. Вознесенскому.

Несмотря на досрочное освобождение в декабре 1947 г., Вознесенский был полностью реабилитирован только в мае 1953 г. В 1955 г. в связи с ликвидацией Лаборатории «Б» С. А. Вознесенского вместе с несколькими сотрудниками переехали в центральную заводскую лабораторию комбината № 817 для продолжения работ по водно-сорбционной тематике. Одновременно с этим он переезжает в Свердловск, становится заведующим кафедрой радиохимии физтеха УПИ, исполняет обязанности научного консультанта по проблеме очистки радиоактивных отходов на комбинате № 817, бывает там почти каждый месяц.

Сергей Александрович с приходом на кафедру взял на себя курс радиохимии, а радиометрию поручил читать В. Д. Пузако, «исторически» первому аспиранту физтеха, защитившему в 1955 г. диссертацию под руководством первого заведующего кафедрой химии и технологии редких элементов и первого декана физтеха Евгения Ивановича Крылова на тему «Исследования в области индия низших валентностей», где был применен метод «меченых атомов» с использованием изотопа In-114. Курс радиохимии включал лабораторный практикум, в котором еще не было стандартных задач, поэтому он по-

неволе стал «разведкой боем». Студентам было предложено исследовать влияние неводных растворителей на сорбцию радиоактивных микрокомпонентов рядом твердых сорбентов. Были взяты радионуклиды Cs-137 и Sr-90, в качестве сорбентов – порошки ультрамарина, окиси же-

курс природоохранную тематику, впервые в СССР организовал подготовку инженеров по специальности «Обезвреживание радиоактивных отходов атомной промышленности». В это же время на территории физтеха, в только что построенном 5-м учебном корпусе (1956), была



Кандидат наук, зав. лабораторией расплавленных солей Института химии и металлургии УФАН М. В. Смирнов (крайний слева). Рядом – аспиранты Смирнова. Третий справа – гвардии капитан запаса, аспирант Сергей Павлович Распопин (будущий зав. кафедрой редких металлов физтеха, один из создателей уральской школы электрохимии расплавов, автор идеи хлоридного жидкосолевого ядерного реактора), крайний справа – Л. Е. Ивановский. 1954 г.

леза, сульфата бария и двуокиси титана, а в качестве неводных растворителей, добавляемых к воде, – ацетон и этанол. Практикум вели В. Д. Пузако и Л. Б. Левашова. С. А. Вознесенский собрал все студенческие отчеты и опубликовал статью в «Научных докладах высшей школы. Химия и химическая технология», где была предложена концепция, закономерно связывающая численные параметры соответствующих изотерм сорбции с величиной диэлектрической проницаемости растворителя.

Это был прецедент, открывший дорогу системе УИРС (учебно-исследовательская работа студентов). В последующем на физтехе вообще отказались от защиты дипломных проектов, например, цеха, передела или какой-нибудь технологической линии, заменив их научно-исследовательскими работами. Навыки, приобретенные при выполнении УИРС и дипломного исследования, были очень значимы, если выпускник выбирал профессию научного работника и поступал в аспирантуру.

На кафедре С. А. Вознесенский впервые открыл аспирантуру, создав тем самым научное направление в области прикладной радиохимии. Ввел в лекционный

организована закрытая лаборатория под флагом МСМ – «почтовый ящик № 329», ее тематика как раз включала исследования и разработку методов обезвреживания техногенных отходов (сточные воды после дезактивации производственных помещений, спецодежды, оборудования и т. п.). Химический и радиохимический состав стоков был разнообразен и не постоянен, что делало задачу их обезвреживания нестандартной.

Первые кандидатские работы на кафедре радиохимии были выполнены его дипломниками – В. Ф. Багрецовым и В. В. Пушкаревым (первое поколение учеников школы Вознесенского). Это было и началом поиска неорганических сорбентов для задач прикладной радиохимии. Диссертация В. Ф. Багрецова «Применение полубожженного доломита для обезвреживания радиоактивных отходов» стала одним из первых на Урале исследований сорбционных свойств природных тел для этих целей. В. В. Пушкарев занимался изучением искусственных неорганических сорбентов, в частности гидроксида железа, а позже – пенной хроматографией.

Последний ученик С. А. Вознесенского – В. В. Вольхин впервые изучил фи-



Доктор технических наук Виктор Павлович Ремез. Выпускник кафедры радиохимии, директор ООО НПП «ЭКСОРБ». Екатеринбург. Четвертое поколение учеников С. А. Вознесенского

зико-химическое воздействие предварительного замораживания аморфных осадков (гидроксида железа, сульфидов) на технологические свойства сорбентов применительно к задачам обезвреживания радиоактивных отходов. Этот прием оказался полезным как для сокращения объемов захораниваемых радиоактивных пульп, так и для улучшения фильтрационных свойств гранулированных неорганических сорбентов разнообразного состава. Из воспоминаний В. Д. Пузако, четвертого заведующего кафедрой радиохимии:

«К 1958 году кафедра представляла структуру, в которой имелось все для дальнейшей плодотворной работы: кадры, помещения, оборудование, длительная научная аспирантура, дружный коллектив, объединенный мощным интеллектом своего руководителя. И вдруг все изменилось – Сергей Александрович уезжает в Москву. Формальная причина – ему предложили занять пост руководителя большой исследовательской лаборатории при НТУ МСМ»¹⁸.

Оставляя кафедру, Сергей Александрович рекомендовал на должность заведующего Виталия Дмитриевича Пузако, которому тогда было всего 29 лет. Он возглавлял кафедру в годы политической «оттепели» (1958–1968) и возрастания интереса к лидирующим отраслям науки и техники – атомной энергетике и освоению ближнего космоса. Как уже упоминалось нами, Виталий Дмитриевич был первым на кафедре исследователем, соприкоснувшимся с радиоактивными веществами в «открытом виде», т. е. имел дело с растворами и твердыми телами, которые уже включают радионуклиды или в которые вводят радионуклиды извне. Это чисто радиохимический «жанр» деятельности. Физики, как правило, соприкасаются с закрытыми источниками радиации. И в том и в другом случае существует проблема излучения и облучения, а также защиты от радиации. Но только при контакте с «открытыми» радиоактивными источниками есть вероятность проникновения их внутрь живого организма, внутреннего облучения. В этом случае уже не помогут традиционные свинцовые или бетонные экраны, или

принцип «эр-квадрат», если вспомнить, что интенсивность излучения убывает строго пропорционально квадрату расстояния до источника.

В. Д. Пузако, еще будучи совместителем, работал в лаборатории п/я № 329, исследовал явление осмоса применительно к процессам концентрирования жидких радиоактивных отходов, затем занимался криотехнологией после В. В. Вольхина, изучал возможность сублимации без обезвреживания и сокращения объемов захороняемых отходов, а также исследовал ряд сорбционных процессов с участием радионуклидов. И в то же время Виталий Дмитриевич был и остается выдающимся педагогом, методологом и воспитателем. Он разработал четыре лекционных курса, в их числе первый на физтехе курс дозиметрии, а также курсовую расчетную работу по оценке радионуклидного состава облученного ядерного топлива. Он принадлежит к тому типу педагогов, о которых выпускники всех поколений вспоминают с большой теплотой.

В 70-е годы сотрудники кафедры радиохимии активно участвовали в экспедициях на судах АН СССР и гидрографии, занимались радиоаналитическим экспресс-анализом морской воды с помощью разработанных на кафедре так называемых «тонкослойных сорбентов» (Н. Д. Бетенеков, В. И. Попов, В. Д. Пузако, Ю. В. Егоров). Проводились совместные исследования с Лабораторией ядерных реакций Международного института ядерных исследований (академик Г. Н. Флеров, г. Дубна), Институтом геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского, кафедрами радиохимии МГУ и ЛГУ, Радиевым институтом им. В. И. Хлопина, учеными ДВНЦ АН СССР, Снежинска и Новоруральска. А после Чернобыля уже не нужно было доказывать важность и востребованность кафедральной научной продукции: многие радиоаналитические методики были внедрены на Украине, а удостоверения «ликвидаторов» получили Н. Д. Бетенеков, Е. И. Денисов и выпускник кафедры Б. Б. Берзон. Научный сотрудник Владимир Геннадьевич Иванов погиб там на рабочем месте.

¹⁸ См.: Пузако В. Д. О людях, стоявших у истоков кафедры // Физтех вчера, сегодня, завтра... : ФТФ УГТУ-УПИ, 1949–2004 гг. Екатеринбург, 2004. С. 23–27.



Профессор Сергей Павлович Распопин

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

Лаборатория радиохимии Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН (ИВТЭ УрО РАН) была организована в 1970 г. Сотрудниками лаборатории радиохимии доктором химических наук В. Е. Комаровым, В. К. Афоничкиным, доктором химических наук В. В. Смоленским, А. Л. Бове, Н. П. Бородиной, В. С. Митяевой, Л. Г. Хрустовой, А. М. Хохловой проводятся исследования в области применения электрохимии расплавов для переработки радиоактивных элементов и продуктов их деления, получения новых видов ядерного топлива. Главные объекты исследований – оксиды и другие соединения урана разных степеней окисления, радионуклиды, основные компоненты конструкционных материалов, контактирующие с ядерным топливом в процессе его выгорания и при переработке; растворители для соединений урана и других компонентов топлива – расплавы хлоридов, фторидов, хлоридно-фторидные смеси, сульфаты, поливольфраматы и полимолибдаты щелочных металлов. Выявлены общие закономерности, связывающие ионный состав электролитов, содержащих растворенные соединения урана, со стехиометрией и структурой оксидов урана, выделяющихся при электролизе расплавов. Разработаны методы электрохимического получения на воздухе оксидов урана с заданным химическим и фазовым составом, а также гомогенных твердых растворов системы UO_2 – PuO_2 с высоким содержанием плутония.

Впервые в ИВТЭ УрО РАН доказана принципиальная возможность использования хлоридных и оксидных расплавов для электролитического получения нового перспективного ядерного топлива – достехиометрического диоксида урана. Эти исследования проводятся в сотрудничестве с предприятиями и учреждениями Росатома (Российского федерального агентства по атомной энергии). Дальнейшие работы связаны с созданием короткого замкнутого топливного цикла в атомной энергетике, разработкой физико-химических основ ядерного реактора на расплавленных солях, выделением некоторых короткоживущих изотопов из облу-

ченных мишеней, очисткой оружейного плутония от америция с последующей конверсией в МОХ-топливо. Лаборатория сотрудничает с НИИАР, г. Димитровград.

Институт химии твердого тела УрО РАН

В лаборатории физико-химических методов анализа ИХТТ УрО РАН под руководством доктора химических наук Е. В. Полякова (выпускника кафедры радиохимии УПИ им. С. М. Кирова) проводятся исследования по физикохимии и аналитике физико-химических форм состояния микроэлементов, включая радионуклиды, взаимосвязи сорбции и состояния микроэлементов, их переносу в природных растворах. Выполнен математический и экспериментальный анализ причин появления на изотермах сорбции острых максимумов, связанных с переходом микроэлемента из ионного состояния в состояние неравновесного труднорастворимого соединения – коллоида на примерах поведения ионов бария, висмута, золота (Л. В. Панфилова, Е. В. Поляков, Ю. В. Егоров, 1996).

Проведен физико-химический анализ явления коллоидно-химической экстракции микроэлементов спиртами, парафинами и на основе этого метода разработана процедура определения фракционного состава микроэлементов в природной воде. Показано, что, несмотря на соблюдение уровня ПДК микроэлементов в водопроводной воде, они в значительной степени находятся в ней в формах коллоидов (Г. Н. Ильвес, Е. В. Поляков, Ю. В. Егоров, 1999).

Разработаны нанокompозитные трековые мембраны, способные фракционировать микроэлементы и впоследствии изучать их микро- и наноразмерные формы методами электронной микроскопии (Н. А. Хлебников, Е. В. Поляков, 2011).

Особое внимание уделяется развитию методов сорбционного манипулирования формами микроэлементов, применением для этого гуминовых кислот, водорослей и микроорганизмов (совместно с ученицей Н. В. Тимофеева-Ресовского – доктором технических наук М. Я. Чеботиной, кандидатом биологических наук В. П. Гу-



Профессор Дмитрий Иванович Курбатов (1921–2012), ИХТТ УрО РАН. Один из создателей научного направления химического анализа Nb, Ta, W, РЗМ вольтамперометрическими методами в водно-органических фонах-электролитах



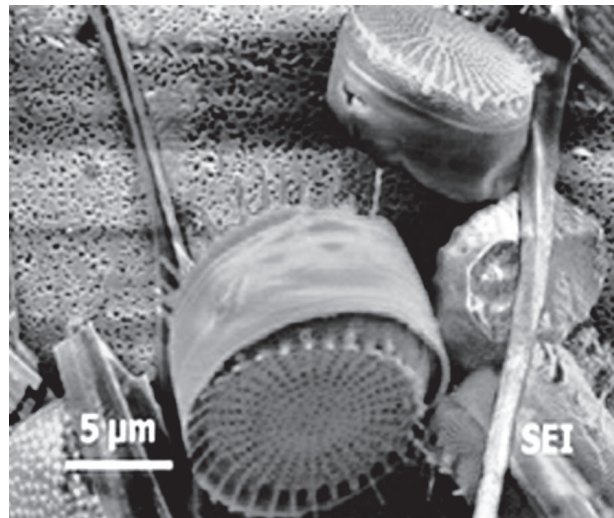
Профессор Виталий Григорьевич Власов. Первый заведующий кафедрой Редких металлов на физтехе. Создатель научного направления в области физической химии оксидов Урана

севой, доктором биологических наук А. В. Трапезниковым, ИЭРЖ УрО РАН. Впервые установлен феномен растворения химически устойчивых минералов (монацит, силикаты, др.) природными растворами гуминовых кислот как сильных природных комплексообразователей

СССР, взаимовлияние советской и европейской (немецкой, в меньшей степени австрийской) научно-технических традиций в областях радиохимии, радиометрии и биофизики, оптимально реализованных на Урале в Лаборатории «Б» в процессе создания радиохимических технологий об-



Первая школа по радиохимии и ядерным технологиям, Озерск, 2004 г. Единомышленники, ученики С.А. Вознесенского с разницей в 10 лет (слева – направо): Е. В. Поляков, ИХТ УрО РАН (1953 г.р., четвертое поколение), Ю. В. Егоров, ФТИ УРФУ (1933 г.р., второе поколение), Н. Д. Бетенеков, ФТИ УРФУ (1943 г.р., третье поколение).



Фракционирование из воды Белоярского водохранилища и РЭМ представление диатомовых водорослей нанокompозитными трековыми мембранами с диаметром пор 500 нм (Н. А. Хлебников, Е. В. Поляков, М. Я. Чеботина, В. П. Гусева)

и сформулированы химические условия дезактивации загрязненных материалов с применением гуматов на принципах «зеленой химии» (И. В. Волков, Е. В. Поляков; монографии: *Поляков Е. В.* Соотношение монотонности и периодичности в системе химических элементов. Екатеринбург, 1997; *Поляков Е. В.* Реакции ионно-коллоидных форм микроэлементов и радионуклидов в водных растворах. Екатеринбург, 2003).

Уральская радиохимическая школа.

Краткие итоги

В период 50–80-х гг. прошлого века в результате выполнения атомного проекта СССР на Урале сложилась национальная радиохимическая школа европейского уровня исследований. Этому способствовало осуществление сильной политической воли Правительства СССР, возможность и желание использовать лучших советских специалистов высшей научной и инженерной квалификации, сконцентрированных в заключении в системе НКВД

ращения с жидкими отходами, подготовки отечественных специалистов-радиохимиков для комбината № 817 (впоследствии ПО «Маяк»). Следствием успешного развития атомного проекта на Урале стала возможность последующего формирования и развития созданных радиохимических направлений в стенах уральских организаций системы Высшей школы (физтех, УПИ им. С. М. Кирова) и Академии наук (УФАН). Основателем радиохимической школы на Урале явился профессор Сергей Александрович Вознесенский – один из создателей отечественных гидрометаллургических методов переработки радиоактивных отходов.

К радиохимической школе тесно примыкают уральская радиоэкологическая школа, основанная профессором Николаем Владимировичем Тимофеевым-Ресовским и его коллегами; радиохимические исследования в области высокотемпературной электрохимии расплавов, идеология которых заложена научными работами сотрудника Института химии

и металлургии УФАИ профессора Михаила Владимировича Смирнова (1954) и его учениками С. П. Распопиным, И. Ф. Ничковым (1969) и В. Е. Комаровым (1970). Становление Уральской радиохимической школы происходило в тесном взаимодействии ученых и преподавателей Уральского филиала Академии наук и высшей школы.

Новыми прогрессивными элементами формирования школы стали ориентированность на задачи производства (Минсредмаш СССР), конкурсный отбор лучших студентов региона, привлечение студентов к научно-исследовательской работе в традициях МВТУ (где до ареста служил С. А. Вознесенский и что было внедрено им при руководстве кафедрой радиохимии на физтехе). Развитию научной школы способствовало появление на физтехе и в УФАИ аспирантуры по специальностям «Физическая химия» и «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов», а также практика фундаментальных и прикладных исследований сотрудников УФАИ (Институт химии и металлургии, Институт высокотемпературной электрохимии, Институт экологии растений и животных). В настоящее время формируется пятое поколение учеников школы Вознесенского, работающих в организациях и институтах Росатома, высшей школы, УрО РАН.

Результаты завершенных работ последователей научной школы С. А. Вознесенского

- Формулировка способной к последовательному усложнению физико-химической модели сорбционного процесса с участием микрокомпонентов: обобщение эмпирических данных по статике, кинетике

и динамике соосаждения, сокристаллизации, ионному обмену микрокомпонентов на кристаллических и гелеобразных осадках в рамках аквакислотной теории сорбции; формирование представлений о лабильном и инертном сорбате, диффузионной и многостадийной химической кинетике сорбции (Ю. В. Егоров, Н. Д. Бетенеков, Е. В. Поляков, В. В. Кафтайлов).

- Технология создания и применения сорбентов для водоподготовки – методы гранулирования сорбентов замораживанием (С. А. Вознесенский, В. В. Вольхин), формированием слоев на носителях (Ю. В. Егоров, Н. Д. Бетенеков, В. П. Ремез), золь-гель формование (Л. М. Шарыгин), аппликационный синтез (Ю. В. Егоров, Ю. И. Сухарев).

- Новые методы разделения фаз в сорбционных технологиях концентрирования и дезактивации растворов – пенная флотация неорганических золь (С. А. Вознесенский, В. В. Пушкарев), коллоидно-химическая экстракция коллоидов (Е. В. Поляков).

- Применение природных неорганических материалов и композитов на их основе в качестве сорбентов для дезактивации радиоактивных сточных вод, их захоронения (природные обожженные карбонаты, цеолиты, алюмосиликаты) (С. А. Вознесенский, В. М. Николаев, Ю. В. Егоров, Н. Д. Бетенеков, Е. В. Поляков, В. П. Ремез).

Подготовка молодых специалистов в области химии и технологии редких элементов, радиохимии, радиоэкологии (С. А. Вознесенский, В. М. Смирнов, В. Д. Пузако, Ю. В. Егоров, Н. Д. Бетенеков, Л. М. Шарыгин, Е. В. Поляков, Е. И. Денисов, А. В. Воронина, Т. А. Недобух).