К ШЕСТИДЕСЯТИЛЕТИЮ РАДИЕВОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. Г. ХЛОПИНА

Л. Н. ЛАЗАРЕВ, Н. А. АБРАМОВА (Ленинград)

В Ленинграде на углу Кировского проспекта и улицы Рентгена стоит четырехэтажное здание. Сюда в 1843 г. был переведен Царскосельский лицей. В здании на улице Рентгена (бывшей Лицейской) располагались квартиры профессорско-преподавательского состава Лицея. С 1922 г. здесь и в прилегающем корпусе находится Радиевый институт, носящий с 1950 г. имя одного из своих основателей — академика Виталия Григорьевича Хлопина.

«Впервые в мире...», «впервые в нашей стране...» — эти слова применимы ко многим исследованиям и разработкам Радиевого института за 60 лет. Выполненные здесь работы связаны с зарождением и развитием новых областей науки, с созданием новых методов исследований, промышленных производств и технологических процессов.

В дореволюционной России исследования радиоактивности велись только одиночными учеными, и то не систематически. Причиной этому было отсутствие отечественных препаратов радия, чрезвычайно высокая цена их на мировом рынке.

Первая обнаруженная в России (в 1904 г.) радиоактивная руда находилась в руках акционерного общества. На заводе в Петербурге из этой руды извлекали только уран и ванадий, остатки же складировали, извлекать радий не умели.

После Великой Октябрьской революции это ценнейшее сырье было объявлено достоянием государства, а затем в тревожные для революционного Петрограда дни А. Е. Ферсман, В. Г. Хлопин, Л. С. Коловрат-Червинский и другие обратились в Совет Народных Комиссаров с просьбой о немедленной эвакуации радийсодержащего сырья. 11 июня 1918 г. В. И. Ленин подписал постановление Совнаркома о выделении средств на эвакуацию. 28 октября того же года В. И. Лениным было подписано предписание немедленно начать работы по организации Радиевого завода. Руководителем Коллегии по организации и эксплуатации пробного завода для извлечения радия из вывезенного сырья назначили В. Г. Хлопина.

Пробный завод был создан на базе Бондюжского химического завода на Каме. Здесь 1 декабря 1921 г. В. Г. Хлопиным и М. А. Пасвик-Хлопиной был получен первый в нашей стране препарат радия.

Получение отечественного радия служило основой для широкого развертывания исследований радиоактивности и химии радиоэлементов, для создания задуманного В. И. Вернадским и В. Г. Хлопиным научного центра этих исследований.

Еще в 1911 г. после посещения радиевых институтов в Вене и Париже и лаборатории Э. Резерфорда в Манчестере В. И. Вернадский писал: «Фабрика для получения радиевых солей неизбежно требует создания радиевого института, с ней связанного...» [1].

1 января 1922 г. постановлением специальной комиссии при Наркомпросе РСФСР был учрежден Государственный радиевый институт.

Директором института был назначен В. И. Вернадский, заместителем директора — В. Г. Хлопин.

В. И. Вернадский и В. Г. Хлопин сразу создавали институт как комплексный, призванный объединить все научные и технологические исследования, касающиеся радия и его соединений. В состав нового института вошли радиогеохимическая лаборатория, существовавшая при Геологическом и Минералогическом музее Академии наук, Коллегия по организации и эксплуатации пробного радиевого завода и радиевое отделение Государственного рентгенологического и радиологического института. В Институте

было создано три отдела. Геолого-минералогическим отделом заведовал В. И. Вернадский, химическим — В. Г. Хлопин, физическим — Л. В. Мысовский, назначенный также ученым секретарем Института.

«...Если возможность возникновения радиевой промышленности вызвала к жизни Государственный радиевый институт, то самим своим существованием эта промышленность... была обязана Радиевому институту и его работникам»,— писал позднее В. Г. Хлопин [2].

В. Г. Хлопин

Примерно до 1925—1926 гг. работы Института были в основном связаны с радиевой промышленностью. Даже последняя стадия производства радия, наиболее глубокое его концентрирование, до начала 30-х годов проводилась в специальном помещении химического отдела, так называемой «химичке». С завода поступали хлориды радия — бария, содержащие 0,01—0,02% радия, в Институте же концентрация радия в выпускаемых препаратах доводилась до 50% и выше. Сотрудники Института выполняли также сложную, опасную для здоровья работу по расфасовке препаратов радия в тончайшие платиновые капилляры. В такой упаковке радий передавался медицинским учреждениям.

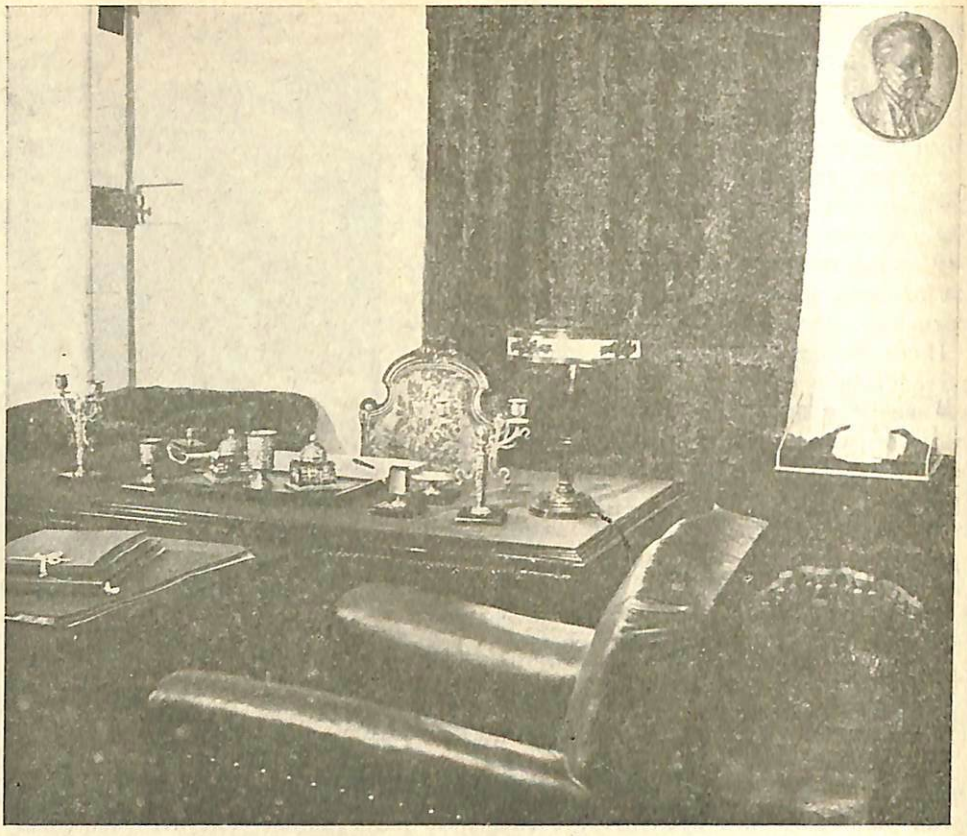
Были разработаны приемы и аппаратура для работы с высокоактивными препаратами. Разрабатывались методы химического и физического контроля препаратов радия, других радиоактивных продуктов. Создавалась необходимая измерительная аппаратура: электрометры, ионизационные камеры, универсальные электроскопы. Некоторые образцы этих приборов хранятся в настоящее время в мемориальном кабинете-музее академика В. Г. Хлопина.

Запаянные в капилляры радиоактивные препараты тщательно измерялись, на каждый препарат выписывался паспорт. Для точной паспортизации были изготовлены первые отечественные эталоны радия, мезотория, позднее и других радиоэлементов. В 1925 г. В. Г. Хлопин провел в Вене сличение эталонов радия, изготовленных в Институте, с Международным эталоном радия, хранившимся в Венском радиевом институте. Результаты сличения показали высокую точность определения радия в советских эталонах [3].

Позже, в 1929—1930 гг. В. Г. Хлопин принимал активное участие в организации промышленного производства радия в Москве на заводе редких элементов, а в дальнейшем был научным руководителем этого производства. Паспортизация выпускаемых здесь ампул с радием по-прежнему проводилась в Радиевом институте. Основу технологии выделения и концентрирования радия на московском заводе, так же как и на пробном заводе, составлял принцип дробной кристаллизации.

Глубоким изучением вопросов, связанных с дробной кристаллизацией, в Радиевом институте начали заниматься с 1924—1925 гг. В. Г. Хлопин в 1924 г. писал: «Несмотря на постоянное практическое применение методов, основанных на дробной кристаллизации... наши представления о сущности этого явления остаются весьма туманными» [4]. Изучение закономерностей распределения радиоэлементов между двумя фазами становится главной научной проблемой химиков Института. Эти исследования закладывали теоретические и методологические основы, на которых в последующие десятилетия развивалась советская радиохимия.

В первую очередь было начато изучение распределения радиоэлементов между раствором и твердой кристаллической фазой. Поскольку большинство известных тогда радиоактивных элементов еще не были получены даже в микрограммовых количествах, а регистрировались только по испускаемому излучению, определить их химические и физические свойства можно было только по «похожести» этих свойств на свойства известных элементов. По тому, как ведет себя радиоэлемент при совместной кристалли-



Мемориальный кабинет В. Г. Хлопина в Радиевом институте

зации, соосаждении с обычными элементами, а также при адсорбции на разных веществах, можно достоверно определись природу и состояние самого радиоэлемента, находящегося в состоянии крайнего разбавления. Результаты проведенных в Институте исследований показали, что для перехода в осадок радиоэлемента, находящегося в состоянии крайнего разбавления, решающее значение имеет не растворимость его соли, а изоморфизм радиоэлемента с осаждаемым веществом.

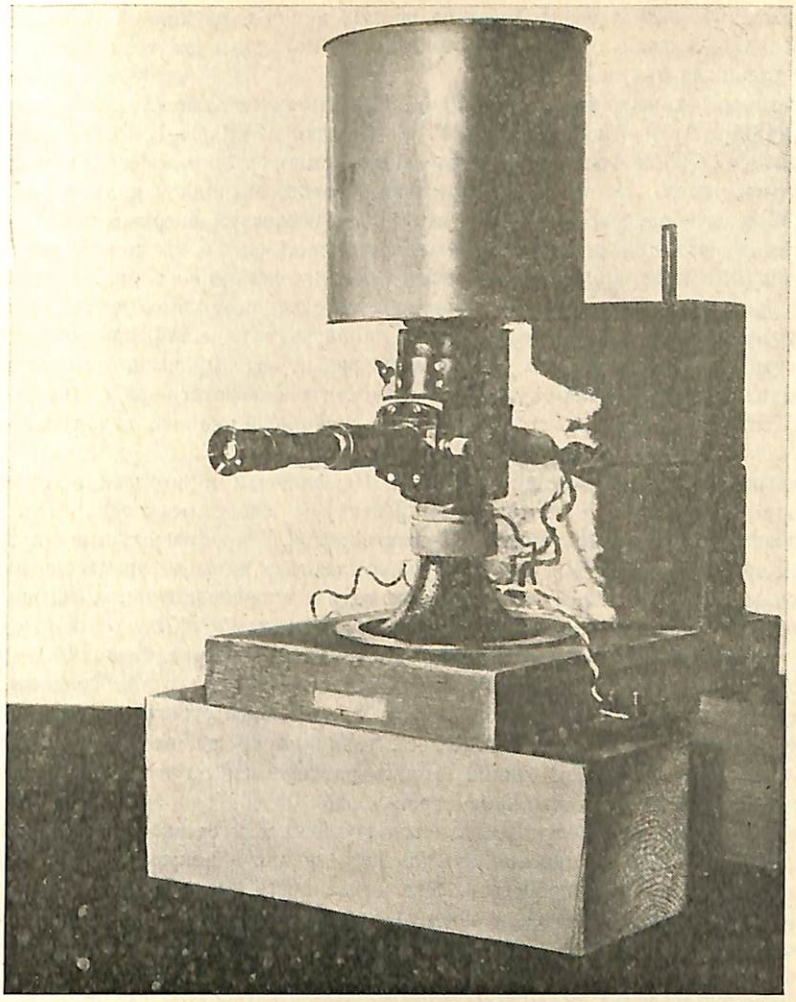
Изучение большого числа изоморфных смесей дало возможность В. Г. Хлопину установить закон распределения микроэлементов между твердой кристаллической фазой и раствором (закон Хлопина).

В. Г. Хлопин и А. Г. Самарцева применили этот закон для определения валентности полония, располагая невесомыми количествами элемента. Методом изоморфного соосаждения ими впервые в мире были получены соединения двух- (1936 г.) и шестивалентного (1941 г.) полония [5, 6].

Существенное значение для понимания процессов сокристаллизации имела работа А. П. Ратнера, который в 1933 г. определил связь между распределением элемента между твердой и жидкой фазами, концентрацией электролита в этих фазах и термодинамическими свойствами чистых компонентов.

Затем была показана применимость закона Хлопина к системам газ — твердая фаза и расплав — твердая фаза. Занимаясь изучением систем газ — твердая фаза на примере радона, Б. А. Никитин, ближайший ученик В. Г. Хлопина, в 1936 г. методом изоморфной сокристаллизации получил первое молекулярное соединение радона — гексагидрат радона [7]. В 1938 г. путем изоморфного соосаждения с гидратом двуокиси серы Б. А. Никитин приготовил гексагидрат аргона и неизвестный ранее гексагидрат неона, осуществил количественное отделение радона от гелия, неона, аргона, а также аргона от гелия и неона [8]. Позднее ему удалось получить соединения радона с фенолом и толуолом.

Б. А. Никитин и В. М. Вдовенко начали первые в Советском Союзе работы по



Один из первых электроскопов, изготовленных в Радиевом институте (хранится в Мемориальном кабинете В. Г. Хлопина)

изучению распределения радиоэлементов между двумя несмешивающимися жидкостями [9]. Эти исследования привели к развитию в Советском Союзе нового научно-технического направления — применению экстракционных процессов к задачам радиохимии. Экстракционным методом первый советский плутоний был выделен Б. А. Никитиным и В. М. Вдовенко в 1945 г.

Важную роль в радиохимии играют процессы адсорбции. При работе с радиоэлементами всегда необходимо учитывать как источник возможных потерь их адсорбцию на поверхностях аппаратуры, стекле, на осадках, взвесях и т. п. Работами А. П. Ратнера, И. Е. Старика и их учеников были установлены основные закономерности адсорбции радиоэлементов, выяснена роль различных факторов, влияющих на адсорбционные процессы. Во многих исследованиях процессы адсорбции использовались как метод изучения свойств радиоэлементов. Эти работы составляют существенную главу в истории развития радиохимической науки. На широко поставленных в этой области исследованиях выросла целая плеяда советских ученых-радиохимиков.

Начатые еще в 30-х годах и ставшие классическими, работы Б. П. Никольского в области ионного обмена в 50-х годах получили новое развитие в приложении к радиохимии. Б. П. Никольский и его ученики, с одной стороны, стали заниматься сорбционными и ионообменными процессами как методом определения состояния микроэлемента в сложных по составу растворах, с другой — использовать эти процессы для выделения, концентрирования и очистки радиоэлементов.

Как уже говорилось выше, одна из первых задач сотрудников Института заключалась в создании точных, высокочувствительных методов и аппаратуры для регистрации радиоактивных излучений.

Из ряда методических работ следует отметить компенсационный метод Л. В. Мысовского (1925 г.), а также работы Г. В. Горшкова (1936—1937 гг.), позволившие определять процентное содержание отдельных компонентов в смесях гамма-излучателей, например радия, мезотория и радиотория, тория, актиния и радиотория и др.

В 1927 г. для регистрации α-частиц Л. В. Мысовский впервые предложил метод толстослойных фотопластинок. Обычные фотопластинки с толщиной эмульсионного слоя 10—15 мк и неоднородными, весьма крупными зернами серебра, малой концентрацией и неравномерностью распределения их в слое позволяли фиксировать только наличие излучения, но были непригодны для изучения ядерно-физических процессов. В Институте были разработаны специальные рецептуры эмульсии, методы их нанесения, проявления, фиксирования, способ получения стереофотографий. Позже, примерно с 1935 г., толстослойные фотоэмульсии стали широко применять и зарубежные исследователи.

В дальнейшем А. П. Ждановым, Н. А. Перфиловым и другими исследователями были разработаны многие специальные рецептуры особо мелкозернистых эмульсий, специфичных для различных видов ядерных реакций. По образующимся в эмульсионных слоях трекам физики Института изучали сложные ядерные процессы, в том числе сопровождающиеся большим количеством ядерных превращений. Для регистрации частиц высоких энергий, имеющих большую длину пробега, желательно иметь слои эмульсии возможно большей толщины, однако увеличение ее выше 400—450 мк по ряду обстоятельств нецелесообразно. Поэтому исследователи стали создавать так называемые эмульсионные камеры, т. е. прочно скрепленные стопки из слоев фотоэмульсии, приготовленных без подложек. Объем таких камер может достигать нескольких десятков литров. После экспозиции стопка разбирается на отдельные слои для их проявления и последовательного просмотра.

Важной особенностью метода является возможность весьма длительных экспозиций, т. е. возможность применения его для регистрации и документального фиксирования редко происходящих процессов. Эта особенность имеет большое значение при применении метода для изучения космического излучения и происходящих под его действием ядерных превращений. Эмульсионные камеры работают теперь и на космических кораблях, и на спутниках «Интеркосмос».

Первые в нашей стране работы по изучению космических лучей были начаты в Радиевом институте в 1924 г. под руководством Л. В. Мысовского. Внеземное происхождение открытого В. Гессом «высотного» излучения тогда еще вызывало сомнение, в частности, отрицалось известным американским физиком Р. Милликеном. Исследования Л. В. Мысовского по поглощению этого излучения в различных средах дали строгое доказательство его космического происхождения. Позже это подтвердили и новые работы Милликена. Интересно отметить, что решающие доказательства были получены при работе на водонапорной башне, которая до сих пор сохранилась в парке Ленинградского политехнического института имени М. И. Калинина. Учеными Радиевого института были установлены многие основные свойства космического излучения, определен ряд количественных характеристик [10, 11].

Вышедшая в 1928 г. монография Л. В. Мысовского «Космические лучи» была первой в Советском Союзе монографией о космических лучах, обобщающей все установленные к тому времени сведения по этому разделу физики [12].

Позже в Радиевом институте исследования космических лучей продолжали А. Б. Вериго и А. П. Жданов. А. Б. Вериго измерял интенсивность космического излучения, поднимаясь на Эльбрус, опускаясь на различные глубины в подводной лодке; для измерения излучения в стратосфере участвовал в полете на стратостате «СССР1-бис».

Для изучения космической радиации метод толстослойных пластинок оказался чрезвычайно плодотворным. С их помощью в 1937 г. А. П. Ждановым впервые были зарегистрированы мощные ядерные расщепления, происходящие под действием частиц очень высоких энергий, входящих в состав космического излучения [13].

Метод толстослойных фотопластинок позволил физикам Радиевого института О. В. Ложкину и А. А. Римскому-Корсакову совместно с группой сотрудников ОИЯИ в 1961 г. обнаружить среди продуктов фрагментации ядер сверхтяжелый изотоп гелия — ^{8}He с периодом полураспада $12 \cdot 10^{-3}$ с.

Академик С. Н. Вернов, который выполнял свои первые работы по изучению космического излучения в Радиевом институте, позже писал, что метод толстослойных пластинок «стал одним из основных методов изучения элементарных частиц во всем мире» [14].

Наряду с фундаментальными научно-исследовательскими работами физиками Института был выполнен ряд разработок, имеющих большое практическое значение.

Так, еще в 1926 г., изучая гамма-излучение радия, Л. В. Мысовский предложил применять это излучение для выявления внутренних дефектов металлических изделий: раковин, трещин и других изъянов [15]. Таким образом, метод гамма-дефектоскопии впервые в мире был предложен в Радиевом институте. Здесь были сконструированы и изготовлены в мастерских Института первые в мире гамма-дефектоскопы. Эти приборы просты, компактны и удобны в работе. Под руководством Л. В. Мысовского в Советском Союзе метод вначале был внедрен на Балтийском судостроительном заводе. Примерно с 1930—1931 гг. метод гамма-дефектоскопии стал распространяться и за рубежом.

В настоящее время гамма-дефектоскопия широко применяется в самых различных промышленных производствах, причем для просвечивания теперь чаще всего используют жесткое гамма-излучение кобальта. Используется этот метод иногда и для других целей; например, в 1976 г. радиологи Ижорского завода провели гамма-дефектоскопическое обследование «Медного всадника», когда реставраторам необходимо было выяснить состояние внутренних конструкций памятника.

Исключительно важное значение имела созданная в 1925 г. в Институте также Л. В. Мысовским первая в стране установка для получения радона, которая позволила Институту в течение многих лет (до конца 50-х годов) обеспечивать радоновыми источниками сначала медицинские, а затем и многие научные центры страны.

Наличие необходимого количества радиоактивных препаратов позволило наладить в Институте производство источников радиоактивного излучения. Многие годы Радиевый институт обеспечивал этими источниками все научные учреждения страны.

После открытия в 1932 г. нейтрона в Радиевом институте стали изготовлять первые в стране радон-бериллиевые источники нейтронов.

С применением этих источников Л. В. Мысовским, И. В. Курчатовым и их сотрудниками в Радиевом институте и в Физико-техническом институте были совместно выполнены первые работы, посвященные вопросам рассеяния и поглощения нейтронов,— работы, которые положили начало развитию нейтронной физики в нашей стране [16—19].

Изготовление нейтронных источников дало возможность ученым Института начать первые в стране исследования искусственной радиоактивности и химии искусственных радиоэлементов, полученных путем нейтронного облучения различных элементов.

В 1935 г. Л. В. Мысовский обнаружил, что в старом препарате искусственного радиоброма, который должен был бы распасться нацело, регистрируется заметная активность. Дальнейшие наблюдения и исследования привели к открытию Л. В. Мысовским совместно с И. В. Курчатовым, Л. И. Русиновым и Б. В. Курчатовым, сотрудниками Физико-технического института, явления ядерной изомерии искусственных радиоэлементов [20].

В том же 1935 г. В. Г. Хлопин и М. А. Пасвик, облучая уранат натрия нейтронами от радон-бериллиевого источника, ставили целью получение искусственных трансуранов. Современные расчеты показали, что мощность примененного исследователями нейтронного источника и условия проведения опыта исключали возможность образования трансурановых элементов, но это были первые в нашей стране работы, направленные на их получение [21].

А. Е. Полесицкий, облучая нейтронами натрий, фтор и бериллий, получил искусственные радиоизотопы неона, азота, гелия по реакциям ^{23}Na$(n, p)^{23}$Ne; ^{19}F$(n, \alpha)^{16}$N; ^{9}Be$(n, \alpha)^{6}$He. Особенно существенным в этой работе было доказательство того, что при облучении бериллия кроме ^{4}He образуется тяжелый радиоизотоп ^{6}He [22]. Получая

искусственные радиоэлементы, ученые Института сразу же начинали детальное изучение их химических свойств и поведения в различных условиях. В 1938 г. в Радиевом институте была создана первая в Советском Союзе лаборатория искусственных радиоэлементов.

Важнейшим этапом в развитии работ по физике ядра было создание ускорителя ядерных частиц.

В марте 1937 г. был запущен первый в Советском Союзе и в Европе циклотрон Радиевого института. Создание циклотрона началось в 1932 г. в Радиевом институте по инициативе Л. В. Мысовского. В изготовлении циклотрона Институту помогали крупнейшие ленинградские заводы «Большевик» и «Электросила». Коллектив завода «Большевик» изготовил станину и полюса электромагнита, инженеры «Электросилы» изготовили обмотки электромагнита. Выполнение этих работ заводами было поддержано С. М. Кировым. Монтаж циклотрона и вспомогательных установок, наладка их и сам запуск циклотрона проводились бригадой Л. В. Мысовского в составе В. Н. Рукавишникова, Д. Г. Алхазова, К. А. Бризмейстера. Деятельное участие в запуске циклотрона принимал И. В. Курчатов. В марте 1937 г. был получен пучок протонов с энергией 2,1 МэВ, в июле — протоны с энергией 3,2 МэВ и гелиевые ионы. Под руководством И. В. Курчатова, который в августе 1937 г. был назначен заведующим циклотронной лабораторией, одновременно с экспериментами велось и непрерывное совершенствование циклотрона. К началу 1939 г. были получены пучки нейтронов, интенсивность которых была эквивалентна радон-бериллиевому источнику с 3,5 кг радия.

Сооружение циклотрона заложило основы отечественных исследований взаимодействия ускоренных заряженных частиц с ядрами и веществом. С пуском циклотрона и получением необходимого количества искусственных радиоактивных изотопов у советских химиков появилась возможность работы с мечеными атомами в различных областях химии. Впервые в Советском Союзе метод меченых атомов был применен химиками Радиевого института. Крупнейший специалист в области комплексных соединений А. А. Гринберг с получением на циклотроне радиоизотопов платины, иридия, брома выполняет и в 1939 г. публикует совместно с Ф. М. Филиновым первую в мире работу по изучению обмена ионов, входящих в комплекс, с одноименными ионами, находящимися в растворе [23]. А. Е. Полесицкий, применяя радиоизотоп иода, показал равноценность связей всех координированных атомов иода в комплексных соединениях калия и ртути [24].

Устойчивая работа циклотрона, достаточно высокая интенсивность пучка заряженных частиц, достигнутые к началу 1939 г., позволили физикам Радиевого института сразу же после открытия деления ядер урана под действием нейтронов включиться в изучение новой проблемы. Первая отечественная работа по делению ядер была выполнена Л. В. Мысовским и А. П. Ждановым и представлена к опубликованию уже 7 марта 1939 г. [25]. Среди первых работ, выполненных в этом направлении на циклотроне,— работы по делению ядра урана Н. А. Перфилова, К. А. Петржака [26, 27]; работа В. Г. Хлопина, М. А. Пасвик-Хлопиной, Н. Ф. Волкова — по обнаружению неизвестных ранее продуктов деления урана (изотопов благородных газов) [28]; работы В. Г. Хлопина, Н. Ф. Волкова, М. А. Пасвик-Хлопиной [29], А. Е. Полесицкого, К. А. Петржака [30]— по поиску трансурановых элементов в облученном нейтронами уране.

Необходимо отметить, что опыт создания и отладки первого циклотрона послужил школой для ученых, возглавивших впоследствии строительство новых, более мощных отечественных ускорителей.

Сейчас работы на циклотроне Радиевого института уже не ведутся, но он сохраняется как выдающееся достижение советской науки и техники прошлых лет.

В 1940 г. в Радиевом институте молодые физики К. А. Петржак и Г. Н. Флеров, работая под руководством И. В. Курчатова над выяснением зависимости процесса деления урана от энергии нейтронов, открыли спонтанное (самопроизвольное) деление урана. Сейчас в Радиевом институте под руководством К. А. Петржака продолжаются исследования спонтанного деления ядер ряда элементов, работы ведутся на современном уровне, осуществляются многопараметровые измерения с применением вычислительной техники. Многопараметровые измерения, т. е. измерения 4—5 характеристик

процесса одновременно, впервые в нашей стране начаты физиками Радиевого института под руководством К. А. Петржака.

Начатые в 1939 г. исследования цепной реакции деления урана были прерваны войной. Многие ушли на фронт. Основная часть сотрудников была эвакуирована в Казань, небольшая группа осталась в Ленинграде. И в Казани, и в условиях блокадного Ленинграда опыт работы сотрудников Института был с максимальной полнотой использован для решения задач, поставленных войной.

В. Г. Хлопин и Л. В. Богоявленский еще в первую мировую войну занимались светосоставами постоянного действия, необходимым компонентом которых является радиоактивное вещество. Во время Великой Отечественной войны потребность в этих составах чрезвычайно возросла. Ими покрывались шкалы авиационных приборов, прицельные устройства, компасы и т. п. Чтобы обеспечить оборонную промышленность необходимыми радиоактивными препаратами и в то же время сохранить, не расходовать государственный фонд радия, В. Г. Хлопин, Б. А. Никитин, А. Е. Полесицкий разработали способ извлечения из препаратов радия накопившегося в них α-активного радиотория. Этим способом был переработан весь имевшийся запас радия, выделенный радиоторий поступал на производство светосоставов.

В 1942 г. стала очевидной необходимость возобновления работ по урановой проблеме, так как появились сведения о проводящихся в Германии и США разработках, имеющих целью создание атомного оружия. Важность задачи, необходимость ее быстрейшего решения потребовали мобилизации огромных сил. Перед коллективом Радиевого института была поставлена чрезвычайно важная и трудная задача — разработать технологическую схему выделения плутония из облученного в реакторе урана. Работа начиналась на имитаторах: ведь ни плутония, ни реактора для его получения еще не было. Весь многолетний опыт сотрудников, накопленный при работе с радием и другими радиоактивными элементами, глубокие теоретические разработки в различных областях радиохимии привели к тому, что огромный труд увенчался успехом; по разработанной в Институте технологии была построена линия получения плутония [31] [1].

В связи с решением указанной проблемы следует отметить еще одно обстоятельство. В. Г. Хлопин всегда уделял серьезнейшее внимание вопросу подготовки кадров для работы в новой области науки. В 1924 г. он начал читать в Ленинградском университете курс по радиоактивности и радиохимии. Ряд студентов пригласили для прохождения дипломной практики в Радиевый институт. Это были первые ученики В. Г. Хлопина — Б. А. Никитин, А. Е. Полесицкий, А. П. Ратнер и другие. Многие из учеников Виталия Григорьевича, а также ученые, которых он привлек к работе в Радиевом институте и работами которых внимательно и заботливо руководил, создали затем новые научные направления в радиохимии.

Однако особое значение эта сторона деятельности В. Г. Хлопина приобрела, когда встал вопрос о необходимости создания кадров для новой отрасли промышленности — радиохимической. В 1945 г. в Ленинградском государственном университете им. А. А. Жданова В. Г. Хлопин создает и возглавляет первую в Советском Союзе кафедру радиохимии. На этой кафедре и в самом Радиевом институте прошли радиохимическую подготовку кадры, которым предстояло начать работу в радиохимической промышленности.

* * *

В последние годы перед Институтом поставлена новая проблема, выдвинутая потребностями быстро развивающейся атомной энергетики. Планируемые в нашей стране рост количества и мощности АЭС и создание АСТ (атомных станций теплоснабжения) требуют возможно скорейшего возвращения в производство атомного топлива, не выгоревшего в реакторах. Отсюда вытекает целый ряд задач, в решении которых Радиевый институт принимает самое активное участие. Это разработка новых, более производительных, экономичных и безопасных технологических процессов; разработка систем контроля и автоматизированного управления этими процессами с применением современной вычислительной техники; разработка и совершенствование химических и

[1] Подробнее о постановке и решении этой задачи см. в статье «В. Г. Хлопин и урановая проблема» (с. 63—75).

Корпус Радиевого института на ул. Рентгена, д. 1

физических методов анализа продуктов радиохимической технологии. Одной из важнейших является задача переработки отходов радиохимического производства, содержащих долгоживущие продукты деления урана. Отдельным вопросом в проблеме отходов является улавливание радиоактивных газообразных выбросов, в частности улавливание радиоизотопов благородных газов.

Изложенная в самых общих чертах проблема по актуальности может быть сравнена с задачами получения радия и с разработкой технологии получения плутония, по масштабам же необходимых исследований значительно превосходит их.

В Институте продолжают развиваться исследования по теоретической радиохимии. На базе Института ведет работу организованный Президиумом АН СССР и ГКАЭ Межведомственный совет по радиохимии, который возглавляет академик Б. П. Никольский. Приборы с радиоактивными источниками излучения применяются сейчас в стране в самых различных отраслях промышленности и в научных исследованиях. Начиная с 50-х годов, в Институте изготавливаются источники на основе многих радиоактивных изотопов. Под руководством Д. М. Зива в Институте впервые в мире стали изготавливать радиоактивные источники с применением неорганических эмалей в качестве связующего и защитного материала. В лабораториях созданного в последние годы нового отдела радиоактивных источников ведутся работы по созданию новых, эффективных, экономичных, и конечно, безопасных при эксплуатации источников всех видов радиоактивного излучения.

В одной из лабораторий этого же отдела проводятся исследования по созданию радиоактивных препаратов, применяемых для изучения биохимических процессов. Ряд таких препаратов, разработанных в Институте, уже используется в медицинских и научных центрах нашей страны, а через В/О «Изотоп» экспортируется в другие страны.

В 60-х годах стали входить в строй новые современные корпуса Института в Выборгском районе Ленинграда, в Гатчине под Ленинградом вырос новый радиохимический корпус, оснащенный экспериментальными установками и стендами, размещенными в камерах и боксах со специальной защитой от излучений, имеющий современные измерительный и вычислительный центры. Этот комплекс представляет собой базу, на которой проводятся изучение и испытания различных технологических процессов на реальных высокоактивных образцах отработавшего топлива АЭС.

Первый же корпус Радиевого института на улице Рентгена, 1 остается действующим. Помимо ведущихся там исследований, в корпусе бережно сохраняются кабинет Виталия Григорьевича, первый советский циклотрон, электроскопы, электрометры, не-

которые другие приборы, сконструированные и изготовленные в Радиевом институте, на которых работал Виталий Григорьевич и его ученики.

В этом корпусе Радиевого института работали крупнейшие ученые: академики В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман, В. Г. Хлопин, И. В. Курчатов, П. И. Лукирский, А. А. Гринберг, А. П. Виноградов, Д. И. Щербаков, С. Н. Вернов, Б. П. Никольский, члены-корреспонденты АН СССР Б. А. Никитин, В. М. Вдовенко, И. Е. Старик, М. Г. Мещеряков, А. Б. Ронов, И. И. Гуревич, В. В. Белоусов, Б. С. Джелепов.

В течение ряда лет здесь руководил работами физиков Радиевого института И. В. Курчатов.

Приведенные в этой статье примеры представляют далеко не полный перечень даже наиболее важных и интересных работ, выполненных в Институте. Однако они показывают, что возникший из потребностей радиевого производства Институт на протяжении своего шестидесятилетнего существования всегда был тесно связан с задачами, выдвигаемыми различными отраслями народного хозяйства. Наряду с решениями практических задач в Институте широко проводились теоретические исследования, которые служили основой для развития целого ряда научных направлений.

Таким образом, корпус по существу является музеем развития советской науки о радиоактивности, радиохимии. Сейчас на корпусе установлена мемориальная доска академику В. Г. Хлопину.

В кабинете Виталия Григорьевича с сотрудниками и гостями Института проводятся беседы об истории создания и развития Института, о значении, которое имели и имеют работы Института в истории советской науки и техники. Особое значение имеют эти беседы для молодых специалистов.

В. И. Вернадский говорил, что история науки и техники «...является не только областью знания, имеющей огромное значение для выявления истины, ее изучение необходимо и для правильной оценки современного знания и техники...» [32].

Представляется целесообразным в первом корпусе основанного В. И. Вернадским и В. Г. Хлопиным Радиевого института на улице Рентгена создать Музей истории атомной науки в нашей стране [2].

Литература

1. *Вернадский В. И.* Радиевые институты.— В кн.: Очерки и речи акад. В. И. Вернадского. Пгр., 1922, с. 44.
2. *Хлопин В. Г.* Государственный радиевый институт, его задачи и достижения.— Научный работник, 1926, № 3, с. 37—44.
3. *Вдовенко В. М.* Академик В. Г. Хлопин. М., 1962, с. 62.
4. *Хлопин В. Г.* Опыт теории дробной кристаллизации радиоактивных веществ.— Докл. РАН (А), 1924, с. 101—104.
5. *Хлопин В. Г., Самарцева А. Г.* Исследования по химии полония.— Докл. АН СССР, 1934, т. 4, с. 433—439.
6. *Самарцева А. Г.* Исследования по химии полония.— Докл. АН СССР, 1941, т. 33, с. 506.
7. *Nikitin B.* Das Radongidrat.— Z. anorg. allg. Chem., 1936, 227, B. 81.
8. *Никитин Б. А.* Исследование в области молекулярных соединений благородных газов: Дис. на соискание уч. ст. докт. хим. наук. Л.: Химико-технологич. ин-т, 1938.— В кн.: Никитин Б. А. Избранные труды. М.— Л.: Изд-во АН СССР, 1956, с. 113.
9. *Никитин Б. А., Вдовенко В. М. и др.*— Труды Радиевого института, 1958, т. 8, с. 1—52.
10. *Myssowsky L., Tuwin L.* Versuche über die Absorption d. Höhen strahlung im Wasser.— Z. Physik, 1925, B. 35, S. 299; Absorption in Blei, sekundäre Strahlen u. Wellenlänge d. Höhenstrahlung.— Z. Physik., 1928, B. 50, S. 273.
11. *Мысовский Л. В., Тувим Л. Р.* О работах по изучению проникающего излучения.— Докл. АН СССР (А), 1926, с. 26.
12. *Мысовский Л. В.* Космические лучи. М.: Госиздат, 1928.
13. *Жданова А. П., Гуревич И. И.* Расщепление ядер космическими лучами.— Докл. АН СССР, 1938, т. 18, с. 169.
14. *Вернов С. Н.* Космические лучи.— В кн.: Октябрь и научный прогресс. М.: АПН, 1967, с. 255.

[2] Предложение авторов настоящей статьи заслуживает пристального внимания. Наличие в Институте высококвалифицированных специалистов, группы истории Института должно послужить гарантией, что материалы, представляющие исторический интерес, будут тщательно отобраны для экспонирования. В Музее могли бы читаться лекции по истории и современным достижениям радиохимии, ядерной химии, атомной и ядерной физики, пропагандироваться успехи советской науки (*Ред.*).

15. *Мысовский Л. В., Измайлова Т. С.* Просвечивание металлических отливок γ-лучами с целью обнаружения в них раковин и других изъянов.— Докл. АН СССР, 1926, с. 29.
16. *Курчатов И., Мысовский Л. В., Щепкин Г., Вибе А.* Эффект Ферми в фосфоре.— ДАН, 1934, т. 3, с. 221.
17. *Мысовский Л., Курчатов И., Добротин Н., Гуревич И.* Возможность расщепления ядер нейтронами с испусканием трех тяжелых частиц.— Докл. АН СССР, 1934, т. 3, с. 230.
18. *Kurtschatow J., Mysovski L., Eremejew M., Shchepkin G.* The energy of neutrons and the Fermi Effekt.— Phys. Z. Sow., 1935, B. 7, S. 257.
19. *Artsimovitch L., Kourtschatov J., Miccovskii L., Palibin P.* An sujet de la capture de neutrons lents par un noyan.— C. R., 1935, v. 200, p. 2159.
20. *Kourtschatow B., Kourtshatow J., Myssowsky L., Roussinow L.* Sur un cas de radioaktivete artificielle provoguce un bombardement de neitrons, sans capture du neutrons.— C. R., 1935, v. 200, p. 1201.
21. *Хлопин В. Г., Пасвик-Хлопина М. А.*— В кн.: Академику Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 539—546.
22. *Poliessitsky A.* Chemical Investigation of shortliving Artificial Radioelements.— Phys. Z. Sow., 1937, v. 12, p. 339.
23. *Гринберг А. А., Филинов Ф. М.* О применении искусственных радиоэлементов для разрешения некоторых проблем химии комплексных соединений.— Докл. АН СССР, 1939, т. 23, № 9, с. 918.
24. *Полесицкий А. Е.* К вопросу о главной и побочной связи в комплексах и подвижности координированных частиц.— Докл. АН СССР, 1939, т. 24, № 6, с. 540.
25. *Жданов А. П., Мысовский Л. В.* Наблюдение ядер отдачи при бомбардировке урана нейтронами.— Докл. АН СССР, 1939, т. 23, с. 136.
26. *Перфилов Н. А.* Расщепление ядра урана нейтронами.— Докл. АН СССР, 1939, т. 23, с. 893.
27. *Дмитриев Н. Н., Петржак К. А., Перфилов Н. А.* О возможности образования α-радиоактивных ядер при распаде радиохлора.— Докл. АН СССР, 1939, т. 23, с. 622.
28. *Хлопин В. Г., Пасвик М. А., Волков Н. Ф.* О новом типе деления ядра урана.— Докл. АН СССР, 1939, т. 24, с. 665.
29. *Хлопин В. Г., Пасвик М. А., Волков Н. Ф.* Деление ядер урана под действием нейтронов и вопрос о существовании транс-уранов,— Докл. АН СССР, 1939, т. 24, с. 117.
30. *Полесицкий А. Е., Петржак К. А.* Попытка обнаружить образование транс-уранов, сопровождающееся их делением.— Докл. АН СССР, 1939, т. 24, № 9, с. 854.
31. *Петросьянц А. М.* Проблемы атомной науки и техники. М., 1979, с. 368.
32. *Вернадский В. И.* Выступление на общем собрании Российской АН 14 мая 1921 г.— Изв. РАН, 1921, т. 15, сер. VI, № 1—18, с. 10.

TO THE 60-th ANNIVERSARY OF RADIUM INSTITUTE AFTER V. G. KHLOPIN

L. N. LASAREV, N. A. ABRAMOVA (Leningrad)

The Radium Institute was founded in January of 1922. It united all scientific and technological studies in the USSR connected with radium and its combinations. During a number of years such prominent scientists as V. I. Vernadsky, V. G. Khlopin, I. V. Kurchatov, L. V. Misovsky and others were working at the Institute. The scientific workers of the Institute have fulfilled some important elaborations in the field of radiochemistry, radiophysics, space radiation, radiogeology.

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПИРАМИДЫ ХЕОПСА: ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Предлагаемая вниманию читателей статья А. А. Васильева является кратким и потому неполным изложением некоторых положений его гипотезы о строительстве пирамиды Хеопса. Подробная разработка этой гипотезы содержится в рукописи А. А. Васильева «Некоторые проблемы исследования структуры и функций пирамиды Хеопса», депонированной в ИНИОН АН СССР (№ 7029 от 24.II.1981 г.).

Предположения о том, как строилась пирамида Хеопса, до сих пор вызывают споры у исследователей. Оригинальная гипотеза А. А. Васильева может натолкнуть исследователей на новые мысли. (Ред.)

Почти пять тысяч лет египетские пирамиды, как вершины айсбергов, высятся над линией горизонта, скрывая в своих глубинах разгадки многих тайн Древнего Египта. По-прежнему волнуют исследователей загадки пирамиды Хеопса. До сих пор нет единого мнения о том, каким образом было возведено это гигантское, и не только для своего времени, сооружение. Место захоронения фараона разыскивали — разумеется, с различными целями — и грабители, и ученые. Однако вопрос о том, где находится (или находилась) мумия Хеопса, и поныне остается открытым.

Пирамида Хеопса издавна считается одним из чудес света, она окружена пеленой таинственности. Когда люди халифа аль-Мамуна (IX в.) в поисках драгоценностей фараона пробили вход в пирамиду, они нашли там целую систему внутренних проходов («лазов»), связывавших между собой помещения («камеры»). Система непонятных пустот стала новой загадкой, для объяснения которой исследователи выдвигали ряд версий, начиная от предположения, что эти пустоты проделали древние грабители, и кончая утверждениями, что они, наоборот, являлись ловушками для грабителей. Внутри огромной пирамиды имеются две камеры — так называемые камеры царя и царицы (находящиеся выше линии горизонта) — и одна камера, находящаяся в глубинах подземелья. В камере царя стоит саркофаг, и это представляет собой очередную загадку: он никак не мог быть внесен в камеру через лазы, поперечное сечение которых слишком мало для этого. Камера царицы имеет, казалось бы, странную форму скворечника. Не менее странен и вид большой галереи. Когда были более или менее исследованы лазы, возникла еще одна загадка: как соотносится их устройство — весьма прихотливое на первый взгляд, а ведь достижение этой «прихотливости» чрезвычайно трудоемко — со строгостью внешней формы пирамиды?

Загадки пирамиды Хеопса составляют целый комплекс, главные из которого таковы: 1) каким образом строители поднимали на большую высоту каменные блоки весом в несколько десятков, а иногда и сотен тонн? 2) чем объясняется несоответствие между устройством внутренней системы пустот и внешней формой пирамиды? 3) где помещалась мумия фараона с соответствующими атрибутами захоронения (или где ее планировалось поместить)?

На эти вопросы исследователи отвечают по-разному, но единого ответа, который показал бы всю картину строительства, включая решения инженерных задач, нет. Тем не менее сам факт невероятной прочности пирамиды, стоящей уже пять тысяч лет, отсутствие обвалов в системе пустот говорят о том, что это сооружение возведено по очень разумному плану, в котором не было упущений и случайностей. В сущности