

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров, Б. Г. Кузнецов,
В. И. Кузнецов, А. И. Купцов, Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский,
Д. В. Ознобишин, З. К. Соколовская (ученый секретарь),
В. Н. Сокольский, Ю. И. Соловьев,
А. С. Федоров (зам. председателя),
И. А. Федосеев (зам. председателя),
Н. А. Физуровский (зам. председателя),
А. А. Чеканов, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

Б. И. Казаков, Т. Д. Ильина

**Леонид Николаевич
БОГОЯВЛЕНСКИЙ**

1881 — 1943



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1981

К 14

Казakov Б. И., Ильина Т. Д. Леонид Николаевич Бого-
явленский (1881—1943).— М.: Наука, 1981, 128 с.

В книге рассматривается научная и педагогическая деятельность известного советского химика-радиолога Леонида Николаевича Богоявленского. Показано его участие в организации производства радия в Советском Союзе и создании первых методов радиометрической разведки полезных ископаемых. Рассказано о сущности и значении его основных работ в области радиологии, в установлении эталонов радия и единиц радиоактивности.

Книга адресована широкому кругу читателей; она будет интересна учащимся, студентам, аспирантам и историкам науки, изучающим условия развития науки в нашей стране.

16.1

Ответственный редактор
доктор химических наук
В. И. КУЗНЕЦОВ

© Издательство «Наука», 1981 г.

К $\frac{20100-043}{054(02)-81}$ БЗ-93-72-79. 1601000000

Юношеские годы

23 января 1981 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Леонида Николаевича Богоявленского — видного ученого, внесшего существенный вклад в развитие советской радиологии и геофизики.

Отец Л. Н. Богоявленского, Николай Львович, окончил медицинский факультет Дерптского университета, работал земским врачом, а в 1875 г. был определен на службу в уездный город Торжок.

Когда началась война с Турцией, Николай Львович изъявил желание работать в действующей армии, был батальонным врачом, а по окончании войны откомандирован в Торжок — к месту прежней службы. Как сказано в его послужном списке, «...за отличную службу и труды во время формирования движения от Балкан до времени заключения мира награжден орденом св. Станислава 3-й степени с мечами»*. В скором времени он был награжден также за усердие в борьбе по прекращению тифозной эпидемии.

На службе Новоторжского земства врач Богоявленский показал себя хорошим диагностом. Его частная практика проходила успешно, особенно после того, как ему удалось вылечить купца, которого другие врачи считали безнадежным. Среди населения городка Н. Л. Богоявленский пользовался большим авторитетом и уважением.

В доме одного из пациентов Николай Львович познакомился с дочерью подполковника Юлией Павловной Сабанеевой. Вскоре состоялась их свадьба. Но этот брак, как говорили тогда, был мезальянсом. Юлия Павловна была столбовой дворянкой и внучкой генерала Ивана Васильевича Сабанеева — героя швейцарского похода Суворова и Отечественной войны 1812 г. Родственники Юлии Павловны не раз давали ей почувствовать, что ее

* Здесь и далее документы, взятые из семейного архива Л. Н. Богоявленского, отмечены звездочкой.



*Николай Львович
Богоявленский —
отец Л. Н. Богоявленского*



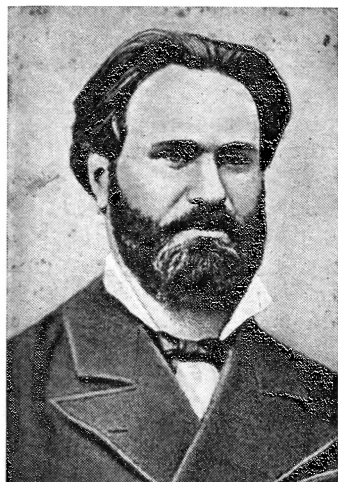
И. В. Сабанеев

Брак с разночинцем был слишком поспешен, но подобные разговоры она решительно пресекала.

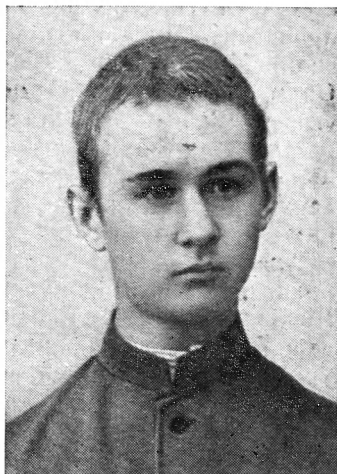
Первенцем в семье Богоявленских был Леонид, родившийся 23 января 1881 г., вторым — сын Владимир, затем родилась дочь Надежда, а после некоторого перерыва — еще трое детей: Борис, Ольга, Наталья. Юлия Павловна была целиком поглощена детьми и сумела дать им прекрасное воспитание. Все они отличались неплохими способностями, но особенно способным был Леонид; он быстро научился играть и на рояле и на скрипке.

Когда первые два мальчика подросли, необходимо было решить вопрос об их образовании. В Торжке в то время гимназии не было, и сыновей пришлось отправить в Тверь. Дочь Надежду поместили в московский пансион под присмотр родственников Сабанеевых.

Леонид начал учиться с большим интересом. Однако необходимость изучать мертвые языки — латынь и греческий — вызывала его недовольство. Его влекли естественные науки: видимо, сказалось влияние родственников-ученых. Один его дядя — Леонид Павлович Сабанеев был зоологом и охотоведом, труды которого по фауне Ярославской губернии читаются и в наше время. Он часто



Л. П. Сабанеев



*Л. Н. Богоявленский —
ученик реального училища*

показывал Леониду свои работы — чучела животных. Другой дядя — Александр Павлович Сабанеев — известный профессор химии Московского университета. Особенно заинтересовался юный Леонид химией и физикой, их практическими приложениями, а гимназический курс был весьма далек от практической жизни.

Но в классической гимназии считалось чем-то крамольным даже проявлять интерес к естественным наукам, не то что заниматься ими. Поэтому Леонид перевелся из гимназии в реальное училище.

Живой, энергичный, увлекающийся, он вскоре стал популярной фигурой в училище, организовал там сводный оркестр из реалистов и гимназистов.

В мае 1896 г. наконец закончились хлопоты Николая Львовича о переводе его на работу в Тверь. Протоколом врачебного управления он «для пользы службы перемещен на должность Тверского городского врача». Семье стало жить легче. Юлия Павловна часто возила детей к своим братьям. Одна из таких поездок в Ярославль к Леониду Павловичу Сабанееву очень запомнилась Леониду Богоявленскому. Дядя «тезка» и «восприемник», как сказано в метрике, продемонстрировал ему «родословное древо» Сабанеевых и дал нужные пояснения [1, 50,

с. VII—VIII]. Оказалось, что род Сабанеевых татарского происхождения: еще при великом князе московском Василии Темном мурза Сабан Алей перебрался из Золотой Орды в Касимов. Он определился на московскую службу, сын его Робчак получил фамилию Сабанеев.

Особенно знаменитым в роду был прадед юного Леонида — Иван Васильевич Сабанеев, отец и дед которого служили в артиллерии в чине капитанов [I, 4, с. 720]. Сам же он — участник войн при Екатерине II, Павле I и Александре I — был талантливым воином, в котором никогда не угасали чувства долга и любовь к отечеству. Иван Васильевич Сабанеев, записанный сержантом в лейб-гвардии Преображенский полк, окончил Московский университет. Во время войны с Турцией Сабанеев отличился в бою и был удостоен первой награды. При Павле I он вместе с армией Суворова участвовал в швейцарском походе, когда русские войска разгромили французов у Сен-Готарда, Чертова моста и совершили труднейший переход через Ростокский перевал, показав невиданные примеры героизма и выносливости [I, 58, с. 629]. На Сабанеева была возложена обязанность прикрывать тыл, в бою он был ранен и попал в плен к французам. Заинтересовавшись постановкой тактического дела французской армии, Сабанеев изучил инструкции и уставы французов, беседовал о них с офицерами, с которыми поддерживал дружеские отношения, посещал с их разрешения военные учения. Это дало ему возможность по возвращении из плена составить проект стрелкового учения, который был одобрен царем и послужил основанием для армейского «Руководства стрелкового учения».

В последующие годы Сабанеев участвовал в походе русских войск за Кубань, награжден «Владимиром» 4-й степени с бантом; командовал егерским полком в армии Барклая-де-Толли и в составе «подвижного» корпуса выступил в Финляндию. Затем участвовал в войне с Турцией в должности дежурного генерала у Кутузова, а в 1812 г. был вторым полномочным представителем по заключению Бухарестского мира, после чего ему присвоили звание генерал-лейтенанта. Нашествие Наполеона Сабанеев встретил начальником штаба Южной армии под командованием Чичагова. Бои, победы, награды. Он был близок знаком с графом Воронцовым, неоднократно встречался с молодым Пушкиным. Умер он в Одессе в чине генерала от инфантерии.



А. П. Сабанеев с женой

«Знаешь ли ты,— говорил Л. П. Сабанеев племяннику,— что сюжет пушкинской «Метели» был подсказан поэту Сабанеевым?» [I, 52, с. 302]. «Более того, сюжет «Мертвых душ», данный Гоголю Пушкиным, был, вероятно, также почерпнут из рассказов Ивана Васильевича о случаях в Бендерах» [I, 33, с. 249, 323—324]. Сабанеев говорил, что в этом городе, населенном беглыми, кроме солдат, «никто не умирал»: как кто умрет, так его паспорт переходит к другому, вот по паспорту и оказывались все бессмертными. Пушкину это показалось прекрасным сюжетом: мертвые души, живые души. Дядюшка говорил, что в Одессе есть мост Сабанеева¹, что генерала с огромными почестями хоронил весь город², что в основание фонда Публичной библиотеки г. Одессы вошли прежде всего книги, принадлежавшие Сабанееву.

¹ В настоящее время мост по-прежнему называется мостом Сабанеева.

² Газета «Одесский вестник» за 1860 г., фонды Одесской публичной библиотеки.

Хотя Леонид Богоявленский гордился своим славным предком, военная карьера его не прельщала. Он хотел быть «естественником» и считал, что отечеству можно служить не обязательно оружием, но и знаниями, наукой — тому в истории были убедительные примеры. И кроме того, хотелось служить отечеству, а не царю. Семья Богоявленских всегда была настроена демократически, а среди родни отца господствовало неудовольствие существующим режимом.

В реальном училище Богоявленский занимался с увлечением, получал хорошие отметки. В старших классах он принимал активное участие в организованных при училище кружках самообразования. На них дирекция «смотрела косо», но до поры до времени не препятствовала. Когда же выяснилось, что кружки объединены библиотекой с явной целью читать нелегальную литературу, организаторы подверглись репрессиям; Богоявленского из училища исключили. Однако год спустя он получил разрешение держать выпускные экзамены экстерном, успешно сдал их и в 1902 г. получил свидетельство о законченном среднем образовании.

Для поступления в высшее учебное заведение в то время, помимо свидетельства, требовалась еще хорошая характеристика. Исключенному же из реального училища по политическим мотивам не приходилось на нее надеяться. Поэтому Богоявленский решил сначала «отбыть воинскую повинность», как тогда говорили. В качестве вольноопределяющегося его зачислили в 8-й гренадерский Московский полк. Но служить в армии ему не пришлось. Через полгода службы он сильно простудился, врачи нашли, что у него неблагополучно с легкими, и он был полностью освобожден от несения воинской службы.

Отец, озабоченный судьбой старшего сына, написал в Дерпт знакомым. Помня прекрасного студента Николая Богоявленского, университетское начальство дало согласие допустить его сына Леонида к вступительным экзаменам. Леонид Николаевич сдал экзамены успешно и был зачислен в Дерптский университет. Вскоре он перевелся в Киевский политехнический институт, где надеялся получить образование, более отвечающее его интересам и дальнейшей практической деятельности.

Директором Киевского политехнического института в то время был известный ученый Михаил Иванович Коновалов, автор основополагающих работ о парафинах. Он

же заведовал и кафедрой неорганической химии, на которой учился и работал студент Богоявленский. Увлечшись химией, он много занимался и обратил на себя внимание Коновалова. Вскоре ученый стал поручать молодому студенту самостоятельные работы и радовался его успехам.

Одновременно с учебой и интересной работой в лаборатории Л. Н. Богоявленский включился в революционную борьбу. Безудержные репрессии царского правительства вызывали возмущение всего народа, все учащались террористические акты против крупных царских чиновников. Огромное впечатление на всех (в том числе и на Богоявленского) произвело убийство Степаном Балашевым 2 апреля 1902 г. министра внутренних дел Сипягина, а через год — Егором Сазоновым — нового министра, Плеве.

Для революционной организации Богоявленский изготовлял взрывчатые вещества и был связан с нелегальной московской типографией.

После бурных дней революции 1905 г. типография была выдана провокатором и разгромлена, Богоявленский арестован, но через некоторое время выпущен на поруки под залог.

В это время умер его отец.

Несмотря на тяжелую утрату, Леонид Николаевич продолжал подпольную революционную деятельность: изготовлял бомбы, устраивал на квартире сходки. За их участниками пристально следила полиция, но ничего компрометирующего в ее руки не попадало. Осенью 1906 г. Богоявленский с несколькими товарищами ехал на поезде из Москвы в Тверь. В чемодане у них находились изготовленные Богоявленским бомбы. Никто тогда не знал, что один из его спутников — Малиновский был провокатором. В Клину он вышел в буфет; очень скоро в вагон явились жандармы. Арестовали всех, в том числе Малиновского (чтобы не обнаружить провокатора), вернули под конвоем в Москву и поместили в Бутырскую тюрьму.

Улики были слишком очевидными, чтобы на что-то надеяться. Это была пора, когда виселица для подобного рода «преступников» являлась обычным делом. Но товарищи Богоявленского не оставили его в беде. Жандармам не было известно его настоящее имя, он фигурировал под распространенной фамилией Васильев. Три месяца он

сидел в Бутырской тюрьме, почти ежедневно его вызывали на допрос. Это помогло товарищам на воле организовать его побег и с фальшивым паспортом отправить Леонида в Олонецкую губернию. Личность Богоявленского жандармы все же установили, по-видимому с помощью того же Малиновского. (В 1912 г. Малиновский был даже депутатом Государственной думы от большевистской фракции. Провокатора разоблачили только в 1917 г., а в 1918 г. он был привлечен к суду и расстрелян.)

В связи с арестом Богоявленского на квартире его матери в Твери жандармы устроили обыск, перерыв все в доме в поисках дополнительных улик против сына и всей подпольной организации. Поскольку его активно искали, то рано или поздно нашли бы и в Олонецкой губернии. Он должен был немедленно уехать за границу, но уехать, не повидав мать, он не мог, а появляться в Твери было опасно.

Однажды Юлия Павловна получила письмо из Новоторжского уезда от близкого знакомого — Т. Н. Повало-Швейковского, сын которого был товарищем Леонида и учился вместе с ним в Киевском политехническом институте³. Письмо не содержало ничего подозрительного, если бы даже и попало в руки жандармов. Взяв с собой младших дочерей, Юлия Павловна поехала «в гости». Как она и ожидала, у Повало-Швейковских скрывался Леонид, приехавший попрощаться с матерью и сестрами.

В эмиграции

Л. Н. Богоявленский направился во Францию, полагая, что здесь ему будет легче начать работать, поскольку он хоть и не имел специальности, но в какой-то степени знал язык. На проверку же выяснилось, что его французский — смесь литературного, салонного и какого-то еще французского языка — совершенно недостаточен для того, чтобы чувствовать себя в чужой стране непринужденно. Пришлось ему первым делом учить язык. Он

³ В Пермском краеведческом музее и у краеведов г. Торжка сохранились сведения о старинном дворянском роде польского происхождения Повало-Швейковских. И. С. Повало-Швейковский был декабрист, умер в 1849 г. в Кургане. Т. Н. Повало-Швейковский был женат на племяннице М. А. Бакунина.

так и писал потом в своей биографии: «... имел двухлетний перерыв для изучения французского языка»*. Эти два года Леонид Николаевич жил на случайные заработки, не имеющие отношения ни к учебе, ни к химической промышленности, да на помощь двоюродного брата — Николая Ильича Богоявленского, крупного горного инженера.

Леонид Николаевич делал попытки поступить в университет или институт для завершения своего химического образования. Но в Париже это ему не удавалось. В начале осени 1907 г. по совету одного из своих новых друзей он написал в Льежский университет. Вскоре из Бельгии пришел ответ, датированный 6 ноября 1907 г., в котором сообщалось, что на его заявление вынесено положительное решение: Богоявленскому разрешалось посещение лекций второго курса факультета мануфактур и искусств.

Разрешалось всего лишь посещение лекций, но все-таки разрешалось! Язык письма отличался от канцелярского языка, принятого тогда в России. В конце полученного документа стояло: «Заверяем в своем уважении...». В этих словах он чувствовал не только признание его студентом, но и как бы признание его будущих заслуг. И какую радость оно ему принесло! Об этом он неоднократно потом вспоминал в кругу семьи.

Богоявленский учился весьма прилежно и по окончании курса получил от профессора В. Спрингса справку о том, что в течение года усердно посещал лекции, читаемые для инженеров-химиков, а также работал в химической лаборатории. Аналогичная справка была выдана профессором физики, в которой указывалось, кроме того, и о сдаче дополнительного экзамена. Располагая такими справками, Леонид Николаевич имел право просить разрешить ему сдать дополнительные экзамены на соискание ученой степени бакалавра. Экзамен состоялся в Парижском университете, знаменитой Сорбонне, но утверждение Богоявленского в ученой степени, согласно существовавшему там закону, было возможно после утверждения диплома и внесения 140 франков в кассу университета. Сумма для того времени (особенно принимая во внимание положение Богоявленского) огромная. Она была собрана по частям в долг у разных лиц. Квитанцию на внесение этих 140 франков Леонид Николаевич хранил всю жизнь как ценнейшую реликвию.

Тот, кто не знаком с тогдашними правилами учебных заведений Франции, может подумать, что таким образом Богоявленский если и не стал еще ученым по всей форме, но во всяком случае получил высшее образование. Отнюдь нет. Звание бакалавра лишь открывало путь к поступлению в высшее учебное заведение на соответствующий курс — в зависимости от пройденного ранее и сдачи дополнительных экзаменов; иначе считалось, что человек хотя и имеет звание бакалавра, но не имеет законченного высшего образования.

С дипломом бакалавра Богоявленский поступил в Парижский университет и сразу зарекомендовал себя способным, вдумчивым и разносторонне развитым студентом. Одновременно он начал посещать общественный русский народный университет, организованный для русских эмигрантов. Лекции в нем читали многие видные профессора, слушатели жадно тянулись к знаниям. Леонид Николаевич помогал лекторам в демонстрации опытов и экспонатов по курсам химии и физиологии. Это, как он рассказывал, доставляло ему большое удовольствие, поскольку в стенах народного университета он мог «отдышаться» — поговорить, пошутить, обменяться мнением на родном русском языке.

Но на первом плане у него была работа в Парижской лаборатории органической химии, директором которой был академик А. Галлер. Богоявленский занимался препаратацией и органическим анализом, в чем его шеф был очень заинтересован.

В феврале 1911 г. по окончании курса и получения диплома лиценциата, Богоявленский был оставлен в лаборатории для выполнения исследований производных камфоры на предмет подготовки к защите докторской диссертации. Однако завершить эту работу ему не удалось, так как необходимо было добывать средства на жизнь. Чтобы найти постоянную работу, свидетельства о высшем образовании было мало — требовался диплом инженера, а для этого следовало пройти специальный инженерный курс.

С рекомендацией Галлера Богоявленский направился в Тулузу к знаменитому химику П. Сабатье — тому самому Сабатье, который совместно с Сандереном разработал процесс получения маргарина из растительных масел. Сорбонский лицензиат был принят на последний курс Тулузского университета, по окончании которого ему



*Диплом инженера-химика,
выданный Л. Н. Богоявленскому Тулузским университетом*

было присвоено звание инженера-химика. 24 июля 1912 г. Сабатье подписал диплом Л. Н. Богоявленского и как декан факультета, и как ректор химического института.

Работу по специальности найти было нелегко, но Сабатье и Галлер рекомендовали Богоявленского лондонской фирме «Найлс Лимитед». Там он стал изучать методы получения по Абдергальдену различных пептонов, после чего был назначен ответственным за исследовательскую работу. Процессы гидрогенизации тимола и получения ментола каталитическими методами Сабатье разрабатывались Богоявленским для их использования в промышленности.

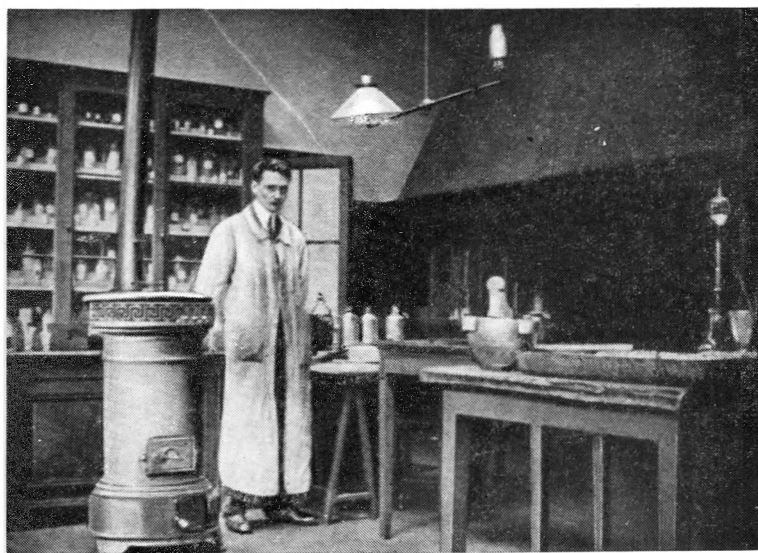
Фирма «Найлс Лимитед» была очень довольна Богоявленским — его разносторонностью, отношением к делу, энергией, умением разрешать сложнейшие задачи. Он мог бы там остаться надолго, однако уже через год начал прихварывать; врачи заключили, что лондонский климат плохо влияет на его организм. Да и с языком у него было хуже, чем во Франции. Богоявленский владел английским, но не так, как французским, на котором ему пришлось овладевать своей специальностью.

Он решил вернуться во Францию. Ему предложили место химика на фабрике синтетических смол Парижского газового общества в Ницце. Фабрике нужен был специалист, хорошо знающий работу с тимолом, ментолом, эфирными маслами. Для здоровья молодого ученого в тот момент был необходим благодатный климат Средиземноморского побережья. В справке, полученной от директора «Найлс Лимитед», указывалось следующее: «Мы имеем удовольствие констатировать, что господин Леонид Богоявленский относился к своим обязанностям добросовестно, и мы сожалеем, что из-за того, что ему не подходит климат Лондона, он вынужден покинуть нас, чтобы поправить здоровье. Мы желаем ему всяческих успехов»*. С такой характеристикой Богоявленского, естественно, приняли на работу в Газовое общество без всяких сомнений. В Ницце здоровье его поправилось, на фабрике он зарекомендовал себя с самой лучшей стороны. Вскоре фирма перевела его на работу в Париж, на завод перегонки каменноугольного дегтя.

Леонид Николаевич хотя и всецело отдавал себя производству, однако вовсе не жил в каком-то вакууме. Он жадно интересовался любыми вестями из России, будь то газетные новости, или сведения, полученные с письмами родных и знакомых, или просто слухи, в которых в эмигрантской среде всегда не было недостатка. Неизгладимое впечатление на него производили известия о стачечном движении в России. Особенно потрясло его, как он рассказывал, разоблачение провокаторской деятельности российской охранки, проведенное с исключительной тщательностью парижским эмигрантом В. Л. Бурцевым¹.

В это время Богоявленский, как и многие ученые той поры, увлекся новой областью науки — исследованиями радиоактивности. Он был знаком с блестящими работами Резерфорда в Англии и Марии Кюри здесь, в Париже. С большим удовлетворением отмечал он, что в самых передовых лабораториях мира работают русские ученые:

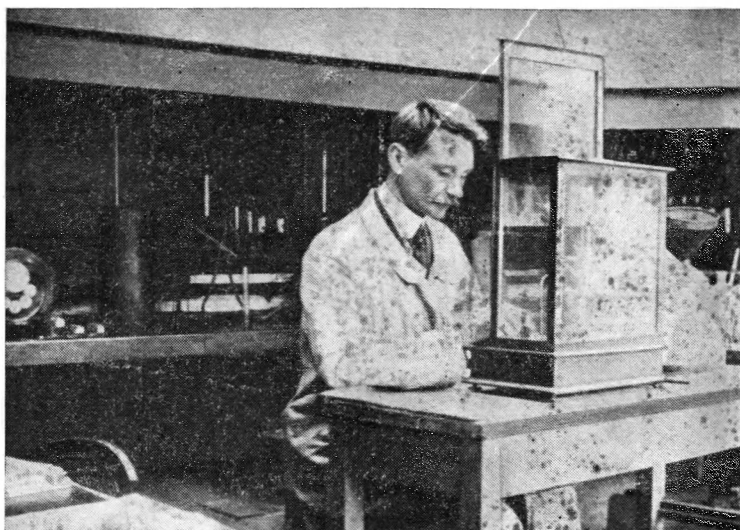
¹ В историко-революционном журнале «Былое», который издавался в Париже и редактировался В. Л. Бурцевым, печатались, как вспоминал Л. Н. Богоявленский, материалы о методах работы партии эсеров. Среди главных ее руководителей с давних пор, как оказалось, был агент русской охранки Азеф. Из разоблачительных материалов «Былого» Л. Н. Богоявленский узнал и о предательстве одного из членов их группы, в результате чего была разгромлена подпольная типография и арестованы он сам и его товарищи.



*Л. Н. Богоявленский в химической лаборатории
Парижского газового общества*

Г. И. Антонов — у Резерфорда, а у Марии Кюри — Л. С. Коловрат-Червинский. Химики, физики, минералоги и геологи занимались изучением радиоактивного распада тяжелых элементов, установлением констант, определением мировых запасов радиоактивных минералов и руд. Особенно привлекала его деятельность В. И. Вернадского, выступавшего на съездах, конгрессах, в научной печати, на страницах многих журналов и газет с призывом организовать поиски радиоактивных руд на территории России, подчеркивавшего необходимость проведения фундаментальных исследований в этой новой и весьма важной области знания русскими учеными во главе с российскими учреждениями государственного или общественного характера [1, 9, с. 72].

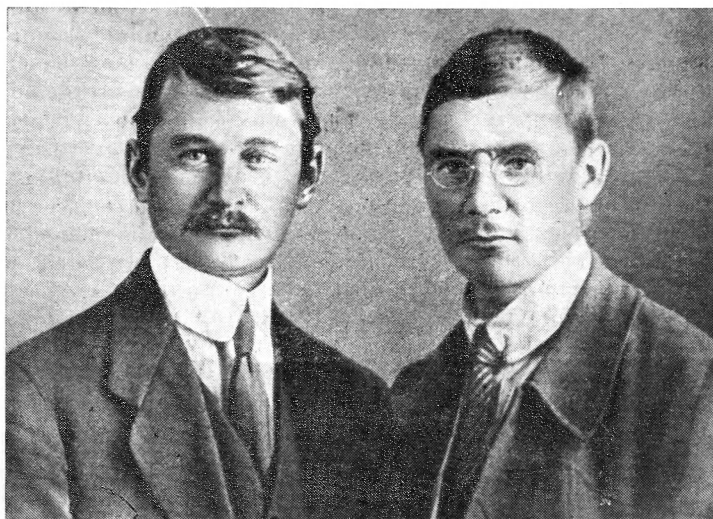
Леонид Николаевич мечтал включиться в исследования радиоактивности. Но грянула мировая война. Франция оказалась союзницей России. Германские войска хлынули неудержимым потоком, нарушили нейтралитет Бельгии; армии генералов фон Клука и фон Бюлова стремительно наступали на Париж, и очень скоро авангард



*Л. Н. Богоявленский
в лаборатории по извлечению радия*

немецких войск оказался в 40 км от Парижа; французское правительство переехало в Бордо. В столице Франции началась паника. Россия под давлением союзников двинула свои войска на Северо-Западном фронте и вынудила немцев перебросить часть сил с Западного фронта на Восточный, что спасло Париж и обеспечило французам победу в битве на Марне. Германский стратегический план потерпел крушение, и война приобрела затяжной характер.

В эти годы французская промышленность работала с огромнейшим напряжением. Л. Н. Богоявленский тоже трудился с полной отдачей сил. В войне стали применяться новые технические средства, многие ученые добровольно включились в оборонную работу, отдавая свои знания на службу Отечеству. Мария Кюри на средства «Союза французских женщин» создала первую «рентгеновскую карету» — передвижной пункт для обслуживания госпиталей. Преодолевая равнодушие и прямое сопротивление чиновников, она оборудовала рентгеновскими установками с фотолабораториями двадцать автомашин, ор-



*Братья Леонид и Борис Богоявленские
незадолго до начала первой мировой войны*

ганизовав, кроме того, двести стационарных кабинетов. Сотрудник Марии Кюри Ян Даныш погиб на Западном фронте. Другой ее сотрудник — Жак Данн совместно со своим братом организовал в Жифе близ Парижа лабораторию по испытанию радиоактивных веществ. Эта лаборатория решала много чисто практических задач по извлечению радия и по изготовлению светящихся составов постоянного действия, в которых нуждалась военная техника. Богоявленского пригласили на работу к Жаку Данну, и он оставил Газовое общество, чтобы переключиться на работу в исключительно интересной новой области — радиоактивности. Вместе с тем это значило вести работу инженерного характера и быть непосредственно полезным и России и Франции в их борьбе с германским милитаризмом.

Богоявленский был принят в лабораторию в качестве химика. Полностью отдавшись своей новой работе, он вскоре стал заведовать отделом фракционирования, т. е. конечной стадией производства по извлечению радия. Параллельно с этим он занимался и изготовлением светящихся составов постоянного действия.

Войне, казалось, не будет конца. И вдруг — ошеломившее всю Европу известие: в России революция. Теперь русские могли вернуться на родину. Фронт разваливался. Множество эмигрантов, в их числе и Леонид Николаевич, устремились в Россию. Как ни высоко ценил русского химика директор лаборатории в департаменте Сены и Уазы Жак Данн, но, выслушав его взволнованную и путаную речь, не считал возможным задерживать его на работе. В справке о деятельности химика Богоявленского он написал: «Мы можем только поблагодарить его за службу. Он оставляет нас, чтобы вернуться в Россию»*.

Леонид Николаевич горячо поблагодарил Данна и стал готовиться к отъезду. Естественно, нужно было преодолеть много всяких формальностей, но что это по сравнению с возможностью вернуться на Родину! Вернуться к родным и близким. И постараться найти свое место в отечественной науке.

Светящиеся составы постоянного действия

Ехать пришлось кружным путем, через Англию и Швецию. В Россию возвращалась большая партия русских политических эмигрантов с разных концов Европы. Многие из них, в том числе и Леонид Николаевич, не имели широкой известности, и встречающая публика ими мало интересовалась. Все внимание встречающих поезд, проходящий по территории Финляндии, было обращено на князя П. А. Кропоткина. Ему было почти 75 лет, из которых сорок он провел на чужбине [1, 35, с. 190].

В ночь на 14 июня 1917 г. поезд прибыл на пограничную станцию Белоостров. Здесь в апреле восторженно были встречены Ленин и его товарищи, вернувшиеся из швейцарской эмиграции. Кропоткина встречали тоже очень торжественно. Стояла белая ночь, и Леонид Николаевич видел, как старый революционер со ступенек вагона произносил взволнованную приветственную речь, в которой выражал благодарность за оказанный ему теплый прием.

От Белоострова до столицы — близко. Утром в половине третьего поезд подошел к перрону Финляндского вокзала Петрограда.

Богоявленскому надо было решать — куда ехать далее, где жить, где работать? Родителей уже не было в живых: отец умер еще за год до его ареста, мать скончалась в Москве, куда перебралась в 1910 г. с младшими девочками. Брат Борис ушел на фронт вольноопределяющимся и был убит — в «Ниве» поместили его портрет в числе первых жертв войны. Брат Владимир пропал на фронте без вести. Младшая сестра работала фельдшерницей в московском госпитале, старшая, еще курсистка, замужем и живет на Украине. Из близких родственников, можно сказать, никого.

К счастью, в их семье поддерживали родственные связи и с дальними родственниками. Еще со времени учебы в Киевском политехническом институте он поддерживал дружеские отношения и переписку со своим двоюродным братом Иваном Ивановичем Богоявленским, химиком по специальности, работавшим на Окуловской бумажной фабрике. Он всегда звал Леонида Николаевича к себе, и тот теперь сразу поехал к нему в Окуловку.

Встреча, как потом не раз вспоминал Богоявленский, была теплой, радостной. Иван Иванович показал открытку, полученную от Леонида Николаевича еще в 1907 г. из Марселя, в которой он писал о том, как бы ему хотелось быть в Киеве, а не в Марселе, в России, а не во Франции, что он променял бы «все здешнее бордо на русскую водку»¹.

И вот он — у брата. Исполнилась мечта долгих лет эмигрантской жизни. И трава, и деревья, и воздух — все было русское. Он много лет помнил это первое ощущение обретения Родины. Целый месяц отдыхал Леонид Николаевич у брата Ивана Ивановича в Окуловке.

Но надо было начинать работать. Брат предлагал ему оформиться на бумажную фабрику. Знания и опыт инженера-химика с заграничным образованием были здесь нужны. Но Леонид Николаевич медлил, думал и наконец решил попытать счастья в Питере. По приезде туда оказалось, как он и ожидал, что инженеры нового профиля, к которым относился и Л. Н. Богоявленский, нужны во многих местах. Ему посчастливилось встретиться с виднейшим специалистом в области радиоактивности и замечательным человеком Виталием Григорьевичем

¹ В семейном архиве эта открытка сохранилась.



В. Г. Хлопин

Хлопиным². Богоявленский, имевший опыт и научной работы, и работы в области технической химии, мог, по мнению Хлопина, быть весьма полезным в исследованиях радиоактивности.

В. Г. Хлопин к моменту встречи с Богоявленским обрабатывал материалы, полученные им во время урмийской экспедиции в районе озера Бурхан. Экспедиция была организована по заданию Военно-химического комитета для разведки месторождений борных минералов, которые были необходимы военной промышленности для изготовления светящихся составов, нашедших в то время

широкое применение (прежде всего — в артиллерийской технике). Разработку методов их изготовления начало Морское ведомство еще за несколько лет до мировой войны. Работа подвигалась успешно, но полученные составы обладали существенным недостатком: свечение могло прекратиться в самый ответственный момент.

Многие ведущие ученые, в том числе В. Г. Хлопин, в то время были поглощены поисками новых составов. Специальная комиссия, возглавляемая профессором Л. М. Лялиным, занялась усовершенствованием методов получения светящихся составов, нанесения их на бумагу,

² В. Г. Хлопин (1890—1950) — советский химик, академик с 1939 г., окончил Геттингенский (1911), Петербургский (1912) университеты. Ученик выдающихся русских ученых Л. А. Чугаева и академика В. И. Вернадского, он сохранил лучшие традиции русской науки и направлял свои исследования на решение актуальных жизненных вопросов. В 1915—1921 гг. работал в Радиологической лаборатории Академии наук, с 1916 г. — член комиссии по изучению естественных производительных сил России при Академии наук. С 1918 г. В. Г. Хлопин работал в области радиоактивности, особенно по химии и технологии радия, явившись первым в России химиком-радиологом. В 1918—1921 гг. руководил созданием первого в России радиевого завода, с 1939 г. — директор Радиевого института.

стекло, металл. Она достигла больших успехов, но принципиальные недостатки составов устранены не были, поскольку их действие по-прежнему оставалось временным. Большинство специалистов сходились на том, что необходимо приступить к изготовлению более дорогих, но и более надежных и эффективных составов постоянного действия. Прежде всего вопрос этот был поднят в Киевском военно-промышленном комитете, однако каких-нибудь решительных шагов для его разрешения сделано не было. Для этого не хватало опыта и... радия.

В книге Л. Н. Богоявленского «Святящиеся составы постоянного действия» (1919) история светящихся составов описывается начиная с 1630 г. — с открытия итальянского башмачника Каскариола. В поисках «философского камня» он подвергал прокаливанию самые различные камни. Один из них в итоге такой операции приобрел способность светиться в темноте после предварительного освещения. «Болонский камень», как стали его называть, стал, можно сказать, первым материалом в фундаменте исследований по светящимся составам.

Открытие радиоактивности тесно связано с исследованием веществ, светящихся в темноте после предварительного освещения. Именно это изучал А. Беккерель, когда натолкнулся на совершенно новое, урановое излучение. Кристаллофосфоры стали объектом самого пристального внимания ученых. Используя один из них — сернистый цинк, Вильям Крукс сконструировал спинтарископ, ставший тонким инструментом в фундаментальных исследованиях Э. Резерфорда по выяснению строения атома.

Как сейчас известно, наиболее эффективными кристаллофосфорами (их называют также и люминофорами) являются сернистый цинк и сернистый кадмий, имеющие некоторые посторонние включения. Их послесвечение продолжается несколько часов. В зависимости от того, какой именно активатор присутствует в кристаллофосфоре, послесвечение может иметь различную окраску. Наибольшее значение для разрешения практических задач имеют примеси меди: послесвечение в этом случае будет голубовато-зеленого цвета, к которому человеческий глаз лучше всего восприимчив. К введению активаторов необходимо относиться очень осторожно. Ничтожные примеси железа немедленно гасят свечение.

С другой стороны, содержание «помогающих» свечению солей тяжелых металлов (меди, серебра, церия, марганца, висмута, свинца) тоже должно быть строго дозировано. Если содержание примесей составляет тысячные доли процента, то кристаллы будут активаторами свечения, большие же количества примесей заставят кристаллофосфоры «погаснуть». Кристаллофосфор предварительно прокаливают. Полагают, что при этом ионы, составляющие кристаллическую решетку, начинают сильнее колебаться, что приводит к ослаблению связей и облегчает внедрение в решетку атомов активаторов. Прокаливание также надо вести умело. Тот же сернистый цинк может иметь кубическую решетку (сфалерит) или гексагональную (вюртцит). Для приготовления из него светящихся кристаллов прокаливание надо вести по-разному. В первом случае диапазон температур 800—950, во втором — 1100—1200° С. Проводя эту операцию, используют плавни — поваренную соль, хлористый калий, борат натрия, сульфат натрия и др. Они способствуют уменьшению температуры плавления, а стало быть, расшатыванию решетки и облегчению внедрения в нее активаторов. По завершении прокалки от остатка плавня избавляются отмывкой кристаллов в воде; просушенные, они после этого не теряют способности свечения. Для нанесения приготовленного кристаллофосфора на поверхность циферблатов, шкал, стрелок указателей необходимо подобрать определенный лак, что также очень не просто.

Все это относится к материалу, который должен светиться в темноте. А теперь несколько слов о том, что является возбудителем свечения. Прежде всего, конечно, солнечный свет. Кристаллофосфор как бы «запасается» солнечной энергией, является своего рода аккумулятором. В темноте он эту энергию отдает в виде свечения. Через определенное время процесс завершается, и в этом-то неудобство составов временного действия. Постоянство свечения достигается введением в состав незначительнейших количеств солей радиоактивных веществ. Их распад дает необходимую энергию для свечения кристаллофосфора. При этом возбуждение гамма-лучами ничтожно и во внимание не принимается. Бета-распад заставлял кристаллофосфор излучать, но такого свечения — не более 5%. Совершенно иное получается от альфа-распада. Энергия альфа-частиц и является основным источником свечения кристаллофосфора в составах постоянного действия. Вве-

денная в состав радиоактивная соль адсорбируется на поверхности кристаллов, и поэтому альфа-частицам не приходится преодолевать большое расстояние. Хотя свечение остается постоянным, интенсивность его во времени неодинакова. При распаде радия накапливается другой элемент — радон (эманация радия). Он, в свою очередь, радиоактивен и, следовательно, дает добавочную энергию, что усиливает яркость свечения в 5 раз в течение первых 40—50 дней. Дозировка радиоактивных солей имеет первостепенное значение. Слишком малая их концентрация может не вызвать нужного свечения, а слишком большая не только будет дорогой, но и может привести к быстрому разрушению кристаллофосфора.

Все это и многое другое, что касается светящихся составов, хорошо известно физикам нашего времени. Тогда же, в 1917 г., об этом имели весьма смутные представления.

Для приготовления светящихся составов постоянного действия не хватало опыта и радия. Л. Н. Богоявленский не только обладал опытом работы с радиоактивными элементами, но и привез с собой препарат радия. Лаборатория испытаний радиоактивных веществ Жака Данна занялась изготовлением светящихся составов постоянного действия еще в 1914 г. Это были лучшие по тому времени составы; ими располагали и некоторые другие страны Европы.

Можно, пожалуй, сказать, что наиболее убедительной рекомендацией Богоявленского как специалиста по светящимся составам были его карманные часы, на черном циферблате которых цифры и стрелки постоянно светились зеленоватым светом. Этот состав был приготовлен и нанесен на циферблат и стрелки им самим в лаборатории Данна.

Леонид Николаевич, конечно, был в курсе всех новейших научных работ и достижений в области радиоактивности. Ему рассказывали, что великий экспериментатор Резерфорд нуждался для своих исследований в источнике радиоактивных излучений. В 1903 г., говорили ему, Резерфорду якобы замечательно повезло: прибыв в Лондон, он приобрел в магазине Изенталья 30 мг бромида радия по фантастически дешевой цене — 8 шиллингов за 1 мг [1, 11, с. 230—231]. Это дало возможность не только ему, но и знаменитому Рамзаю сделать блестящие открытия. Ценность препарата радия была тогда известна лишь

немногим самым крупным ученым. Со временем радиевые препараты стали баснословно дороги.

Расставаясь с Данном, Л. Н. Богоявленский попросил в счет причитающегося ему вознаграждения выдать по льготной цене несколько миллиграммов бромистого радия. В такой просьбе братьям Данн трудно было отказать человеку, столь безупречно проработавшему у них заведующим отделом фракционирования, т. е. конечной стадией извлечения солей радия. Эти миллиграммы Леонид Николаевич вез домой в Россию как величайшую драгоценность и теперь без колебаний предоставил их в распоряжение комиссии по светящимся составам постоянного действия, которую возглавил В. Г. Хлопин. Он оказал Л. Н. Богоявленскому полное доверие и поручил проведение ряда экспериментов по подготовке массового выпуска составов постоянного действия³.

Прежде всего был произведен точный спектральный анализ французских составов. После этого выяснились вопросы зависимости силы свечения сернистого цинка и чувствительности его к возбуждению радиевым излучением от нагрева, оптимальная температура прокаливания кристаллов отечественного сернистого цинка, количество необходимого для возбуждения свечения радия в зависимости от характера и содержания примесей активаторов, особенно из группы редких.

Леонид Николаевич отдался работе с присущим ему жаром: ведь он был на родной земле, по которой так истосковался. Ему удалось наконец заняться интереснейшей работой, очень перспективной и важной, являвшейся вместе с тем продолжением только что оставленной им работы у братьев Данн.

Удостоверение, выданное Л. Н. Богоявленскому химическим отделом Петроградского комитета военно-технической помощи за подписью В. Г. Хлопина, гласило, что он состоит при указанном комитете химиком, ведет работы по изготовлению светящихся составов постоянного действия и уполномочен вступать в переговоры с фирмами и учреждениями, а также производить необходимые для успешного хода работ закупки*.

³ См. предисловие В. Г. Хлопина к книге Л. Н. Богоявленского «Светящиеся составы постоянного действия» (Серия «Материалы по химико-техническим и химико-экономическим вопросам», вып. 6). [II, 2].

К осени вопрос изготовления светящихся составов как постоянного, так и временного действия был в основном решен.

В ночь с 24 на 25 октября (7 ноября) 1917 г. в Петрограде началось вооруженное восстание; буржуазное Временное правительство было свергнуто и арестовано. Заседавший 25—26 октября II Всероссийский съезд Советов объявил о переходе власти в руки Советов — Великая Октябрьская социалистическая революция победила. Для защиты Советского государства была создана Рабоче-Крестьянская Красная Армия, которая в феврале 1918 г. под Нарвой и Псковом дала отпор немецким захватчикам, прервавшим мирные переговоры и начавшим наступление на Советскую Республику.

Комитет военно-технической помощи и его химический отдел под руководством В. Г. Хлопина продолжали свою работу по изысканию и организации производства светящихся составов постоянного действия. Работа шла весьма интенсивно, однако испытывались серьезные трудности с поставкой исходного сырья. Не оправдалась надежда на закупку радиоактивных препаратов у братьев Данн. Но даже если бы благодаря личным связям Леонида Николаевича и удалось оформить такой заказ, то переправить препараты в Россию через меняющуюся линию фронта было бы чрезвычайно трудно.

Была предпринята попытка найти необходимые химические препараты в своей стране. С этой целью А. Е. Ферсман, исполнявший в то время обязанности председателя химического отдела Петроградского комитета военно-технической помощи, и В. Г. Хлопин, секретарь комиссии, командировали Л. Н. Богоявленского в Москву, Харьков и Донецкий бассейн⁴. Он выполнил поручение, вернувшись с нужными материалами, такими, как кристаллы сернистого цинка хорошей очистки, соли редких металлов для активаторов, лаки или их ингредиенты.

Положение Петрограда все более осложнялось. Кольцо интервентов и белогвардейцев вокруг города все сжималось. Но химики Комитета военно-технической помощи продолжали трудиться. Работы по светящимся составам, однако, пришлось на время приостановить, поскольку

⁴ Командировочное удостоверение Л. Н. Богоявленского от 15 декабря 1917 г., подписанное А. Е. Ферсманом и В. Г. Хлопиным, находится в семейном архиве.

возникли новые кардинальные задачи, требующие немедленного решения. Об этом и о той роли, которая выпала на долю Л. Н. Богоявленского, будет рассказано ниже.

В химический отдел Комитета военно-технической помощи входили ученые, долго работавшие и много сделавшие для выяснения естественных производительных сил России. Полученные данные были отражены в знаменитых материалах КЕПС⁵, опубликованных отдельными выпусками. Само собой разумеется, что накопившиеся богатые экспериментальные данные по изучению светящихся составов постоянного действия химический отдел хотел бы, собрав вместе, опубликовать в каком-либо сборнике. Однако выяснилось, что уже намечается выпуск «Трудов комиссии по светящимся составам».

В. Г. Хлопин решил, что такой объединенный труд выйдет не очень скоро, если вообще выйдет, а потому по экспериментальному материалу по светящимся составам только постоянного действия предложил Л. Н. Богоявленскому подготовить монографию. Тот с удовольствием, как потом вспоминал, взялся за выполнение этого поручения и закончил его в кратчайший срок. Химический отдел позаботился о возможно быстром издании. Монография вышла в январе 1919 г. с большим предисловием В. Г. Хлопина, когда Богоявленский находился очень далеко и от Петрограда и от Москвы.

Ферганская руда

В. Г. Хлопину и Л. Н. Богоявленскому было ясно, что дальнейшие работы по радиоактивности не могли успешно развиваться без отечественного радия. В России еще с первой половины XIX в. были известны минералы, содержащие уран и торий, найденные, например, в Забайкалье или в районе Онежского озера [1, 17, с. 239]. Выявлением месторождений радиоактивных руд и минералов занималась специальная Радиевая комиссия Академии наук, организованная по инициативе В. И. Вернадского. В ее задачи входили разведка и поиски месторождений промышленного типа для обеспечения радиоактивными препаратами научных исследований и нужд про-

⁵ Комиссия по изучению естественных производительных сил России при Российской академии наук.

мышленности, в том числе для изготовления светящихся составов, широко применявшихся в военной технике, а затем в приборостроении. Запросы промышленности были больше, но к тому времени в России был известен только один промышленный источник радиоактивных руд — это Тюя-Муонский рудник редких металлов, из руды которого извлекались уран и ванадий, а барий и радий оставались в остатках, поскольку владельцы Ферганского общества извлечь их не смогли [1, 37].

Были известны попытки русского химика В. А. Бородавского по извлечению радия из ферганской руды, 5 кг которой ему были переданы еще в начале 1911 г.

Анализ этих остатков Бородавский вел в крайне неудобных условиях. Ему приходилось проводить сплавление с содой на одной из частных фабрик, а выщелачивание — то в помещении Юрьевских (г. Тарту) университетских курсов, то даже на чьей-то квартире. О предварительных результатах Бородавский сообщил В. И. Вернадскому в письме от 26 декабря 1911 г. Свой метод разложения руды он характеризовал тогда как наиболее быстрый из известных. Сплавлением с содой он достигал перевода очень труднорастворимого сульфата бария в карбонат, разложить который не составляло затруднений. Все карбонаты легко переводились в растворимые хлориды с помощью соляной кислоты. Хлориды бария и радия Дьеберном разделялись дробной кристаллизацией; Бородавский же предложил для этой цели электролиз с ртутным катодом, после чего нагрев полученной амальгамы должен вестись в кварцевой трубке в атмосфере водорода. Полагалось, что первой будет отгоняться ртуть, затем — радий (его точка кипения при атмосферном давлении 1140°C) и лишь после этого — барий (около 1540°). Бородавскому не удалось проверить свой способ на практике из-за отсутствия лаборатории. Не удалось ему и завершить свои работы: он тяжело заболел и в январе 1914 г. скончался. Не исключено, что именно успех работы Бородавского подтолкнул Ферганское общество, и оно отпустило уже 500 кг остатков руды Одесской радиологической лаборатории. Там приступили к опытам по извлечению радия, предполагалось даже основать первый радиевый завод, но вспыхнувшая мировая война заставила свернуть все работы.

Пробы ферганской руды находились в распоряжении Радиологической лаборатории Академии наук.



Л. Я. Карпов

Интересовались ферганской рудой и научно-технические круги Германии. Методику получения радиевых препаратов из остатков руды разрабатывал профессор Э. Эльбер. Опыты его прошли успешно, и в Берлине было учреждено Международное акционерное общество для извлечения туркестанского радия. Ферганское общество влилось в него на правах пайщика. В итоге вся ферганская руда стала полностью собственностью заграничного общества. Петербургский завод в 1913 г. закрыли, а на бочках с радиоактивной рудой

поставили клеймо: «Осторожно, в Германию». Война с Германией задержала отправку ферганской руды, и в начале 1918 г. она лежала на складах Петрограда.

Все эти обстоятельства были хорошо известны и Хлопину и Богоявленскому. Последний о ферганской руде знал еще будучи за границей, поскольку фирма братьев Дани была прекрасно осведомлена обо всем. В сложной ситуации того времени только наличие фронта задерживало отправку ценнейшей русской руды в распоряжение враждующей стороны.

Обеспокоенный судьбой ферганской руды, которая вот-вот могла быть отправлена из пределов России, Л. Н. Богоявленский отважился на решительный шаг. Он отправился на прием в Высший Совет Народного Хозяйства (ВСНХ) к заведующему отделом химической промышленности Л. Я. Карпову¹. Вспоминая об этом посещении,

¹ Лев Яковлевич Карпов (1879—1921) — химик, один из организаторов советской химической промышленности. С 1918 г. по день смерти работал заведующим химическим отделом и был членом президиума ВСНХ (см.: Лев Яковлевич Карпов: Сб. статей и воспоминаний. М.; Л.: Московский рабочий, 1928). Л. Я. Карпов был учеником профессора Л. А. Чугаева, прекрасным организатором. Как лесохимик, он до революции руководил строительством первого в мире скипидарно-канифольного завода под Владимиром, после чего работал директором Бондюжских химических заводов товарищества П. К. Ушкова.

Леонид Николаевич говорил, что он боялся, как бы его не сочли за прожектера и не указали на дверь, сказав, что сейчас не время заниматься такими делами. И все же он пошел, полагая, что время не терпит и что он должен сделать все от него зависящее для спасения ферганской руды.

Все сомнения Леонида Николаевича отпали, как только он оказался в кабинете Л. Я. Карпова. Тот с таким вниманием отнесся к словам Богоявленского, что просто очаровал его. Леонид Николаевич видел, что он разговаривает с глубоко эрудированным химиком, человеком большой культуры. Вместо официального доклада получилась непринужденная беседа, и, ободренный этим, Богоявленский рассказывал о ферганской руде, о работе со светящимися составами, о перспективах радиевой промышленности с таким увлечением, какого не допускал даже в мыслях.

Карпов же, со своей стороны, был очень доволен, что такой энергичный знающий химик по собственной инициативе обратился к нему с вопросом, который он сразу же отнес к категории особо важных. Он расспрашивал Богоявленского о его прежней работе, о фирме братьев Данн, поинтересовался и его деятельностью в Ницце, поскольку по профилю производства она была близка ему. Богоявленский же все время возвращался к ферганской руде и утверждал, что на основании его и Хлопина работ по извлечению радия к переработке руды можно приступить в самое ближайшее время, нужно только иметь для этого место и необходимое оборудование. Карпов, искавший новые пути для приложения химической теории к заводской практике, увидел, что перед ним как раз тот человек, в каких нуждается сейчас химическая промышленность.

Их разговор продолжался долго и завершился неожиданным для Богоявленского предложением занять пост заведующего подотделом редких металлов Химического отдела ВСНХ. Богоявленский был ошарашен: как так сразу, да и не за этим он пришел. Однако Карпов мягко и настойчиво убедил его, что именно ему, как наиболее сведущему во всех делах Ферганского общества, так страстно болеющему за сохранение отечественного радия, этим и следует заняться, но не как частному лицу, а как человеку, облеченному определенными полномочиями. Богоявленский поначалу отказывался, утверждая, что его дело — «ученая и инженерная деятельность», но Карпов

настаивал, говоря, что именно этим он и займется, что задержка ферганской руды в России — лишь малая доля того, что следует сделать. Надо организовать извлечение из нее радия, и не в лабораторных, а в заводских условиях. Кому, как не Богоявленскому, имеющему опыт еще по загранице, заняться организацией такого производства? И Богоявленский принял предложение.

Естественно, что Карпов, предложив Богоявленскому сотрудничество и открыв перед ним столь заманчивые перспективы, вопрос о ферганской руде не мог решить единолично. Подобрал нужные материалы, он 18 марта 1918 г. выступил на заседании президиума ВСНХ с сообщением, что в Петрограде в большом количестве находятся радиоактивные остатки и отборная урановая руда. Сообщив членам президиума о том, что у него на приеме был инженер Богоявленский, хорошо осведомленный о всех намерениях дельцов из Ферганского общества, он подчеркнул, что ценнейшие материалы были «предметом спекуляции и первоначально предполагались к продаже в Англии: в настоящее же время намечены к вывозу в Германию» [I, 37, с. 80]. Со всей категоричностью Карпов заявил, что нельзя допустить потери запасов отечественного радия, и предложил в самом ближайшем времени реквизировать материалы, находящиеся в распоряжении Ферганского общества. Развивая свою мысль, Карпов сказал, что после этого радиоактивное сырье целесообразно отправить на один из содовых заводов страны. Он даже конкретно указал, что наиболее подходящим для этой цели является завод Любимова, Сольве и К° в Пермской губернии. Президиум ВСНХ согласился со всеми доводами заведующего отделом химической промышленности и вынес постановление о наложении секвестра на радиоактивные остатки ураново-ванадиевой руды, принадлежавшие Ферганскому обществу. Осуществить секвестр поручили Совету народного хозяйства Северного района при содействии представителя ВСНХ инженера-химика Л. Н. Богоявленского.

Последний, как наиболее компетентный специалист, руководил делегацией, явившейся с постановлением ВСНХ в контору Ферганского общества. Он действовал с исключительной решительностью и быстротой. Вот выписка из акта, составленного 29 марта 1918 г.: «Для секвестра в помещение Общества [...] явились делегаты: тов. Горелкин — от металлообрабатывающей секции СНХ

Северного района, тов. Соленов — от подсекции благородных металлов СНХ Северного района, тов. Богоявленский — инженер-химик, делегированный от ВСНХ... В конторе Общества имелось только 10 фунтов остатков с неизвестным содержанием радия, которые были взяты делегацией...

В амбаре Общества оказалось запакованное в бочки то количество остатков руды, соответствующее приблизительно показанному в конторских книгах.

Остаток 1 сорта 16 166,65 кг.

Остаток 2 сорта 53 620,68 кг.

Остаток 3 сорта 52 984,52 кг.

Точное количество вышеупомянутого материала определено быть не могло ввиду загруженности амбара» [I, 37, с. 81].

Опасность потери ферганской руды, казалось, миновала.

С 1 апреля 1918 г. Л. Н. Богоявленский был зачислен на должность заведующего секцией радиоактивных металлов отдела химической промышленности Высшего Совета Народного Хозяйства. Президиум ВСНХ утвердил ему оклад 1000 руб.² Как представителю ВСНХ Л. Н. Богоявленскому был выдан соответствующий документ:

«Удостоверение

Дано сие товарищу Леониду Николаевичу Богоявленскому в том, что он состоит сотрудником в отделе химической промышленности Высшего Совета Народного Хозяйства.

Заведующий отделом *Карпов*»³.

Карпов вел настойчивые переговоры с администрацией Березниковского завода. Богоявленский, по согласованию с ним, вступил в контакт с Академией наук. Ближе всех из ученых ему, конечно, был В. Г. Хлопин. Совместно они намечали дальнейшие шаги в деле организации пробного завода по извлечению радия из секвестрованной ферганской руды.

² ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 73, д. 228, л. 4.

³ Там же, л. 3.

В тот период контакты Академии наук с Советской властью еще только налаживались. «Капитализм,— говорил несколько позже В. И. Ленин,— оставил нам громадное наследство, оставил нам своих крупнейших специалистов, которыми мы должны непременно воспользоваться и воспользоваться в широком, массовом размере, пустив всех их в ход. Тратить время на подготовку специалистов из наших коммунистов нам совершенно некогда, потому что сейчас все дело в практической работе, в практических результатах» [I, 24, с. 400—401]. К Академии наук В. И. Ленин относился с величайшим вниманием. А. В. Луначарский в своих воспоминаниях сообщает, что Ленин предостерегал его, как народного комиссара просвещения, «чтобы кто-нибудь не «озорничал» вокруг Академии» [I, 26, с. 62]. «Найдется у вас,— говорил Владимир Ильич в одной из бесед с Луначарским,— какой-нибудь смельчак, наскочит на Академию и перебьет там столько посуды, что потом с вас придется строго взыскивать» [I, 26, с. 63].

Переговоры с Академией наук о привлечении ее к разработке научных вопросов, имевших важное народно-хозяйственное значение, начал по поручению В. И. Ленина в январе 1918 г. А. В. Луначарский. Наркомпрос предложил принять участие в работе по изучению естественных производительных сил России. Титанический труд, начатый учеными России, нуждался в поддержке государства, и предложение Наркомпроса можно было только приветствовать. С величайшим тактом В. И. Ленин привлекал ученых к участию в развитии промышленности новой России, предоставляя им возможность внести свой посильный вклад в дело строительства нового государства, поделиться накопленным опытом, занять ключевые позиции производства. Это было огромнейшим доверием к людям, из которых далеко не все питали симпатии к новой власти.

В феврале 1918 г., т. е. примерно в то же время, когда Л. Н. Боголюбский был на приеме у Л. Я. Карпова, Общее собрание Академии наук избрало специальную комиссию для обсуждения предложенного проекта. Протокол заседания этой комиссии был зачитан 20 февраля 1918 г. В нем изъяслялось согласие Академии сотрудничать с новой властью. Общее собрание Академии утвердило его.

5 марта 1918 г. президент Академии наук А. П. Кар-

пинский получил письмо от А. В. Луначарского, в котором содержался запрос о том, какое участие может принять Академия в работе по мобилизации науки для нужд государства [I, 34, с. 109—112]. 24 марта на имя Карпинского поступила докладная записка о плане исследований природных ресурсов страны, составленная Советом КЕПС и подписанная С. Ф. Ольденбургом и А. Е. Ферсманом [I, 34, с. 115].

Разработка способов извлечения радия из остатков ферганской руды и организация пробного завода представляли крайне сложную научно-техническую задачу и могли осуществиться, конечно, только под руководством и при постоянном участии коллектива наиболее компетентных ученых, т. е. Академии наук. Поэтому ВСНХ по представлению Л. Я. Карпова обратился к Академии наук с предложением взять в свои руки дело организации завода для извлечения радия из секвестрованного сырья⁴.

12 апреля 1918 г. вице-президент КЕПС Н. С. Курнаков открыл совещание специалистов-радиологов для обсуждения этого запроса ВСНХ [I, 34, с. 165—166]. С предложением, полученным Академией, ученых ознакомил профессор А. Е. Ферсман. После него выступил Л. Н. Богоявленский с сообщением о результатах своих опытов по выработке метода извлечения радия из остатков ферганской руды. Он указал, что по измерении активности исходного сырья и активности остатков после переработки удалось достигнуть извлечения радия первоначально на 85,3, а потом — на 95%. В. Г. Хлопин дополнил Богоявленского, сообщив о своих параллельных опытах с аналогичным результатом; все измерения активности в обоих случаях велись опытным специалистом Л. С. Коловрат-Червинским. Ученые восприняли эти сообщения с большим интересом, возник оживленный обмен мнениями, в котором приняли участие Н. С. Курнаков, П. М. Мезерицкий, Л. С. Коловрат-Червинский, Л. М. Лялин, Н. А. Орлов, А. Е. Ферсман, О. Д. Хвольсон, Л. А. Чугаев, А. П. Афанасьев и, конечно же, В. Г. Хлопин и Л. Н. Богоявленский [I, 37, с. 82].

Как представитель ВСНХ, Богоявленский не собирался ограничиться получением принципиального согласия Академии. Информировав в последующем выступлении,

⁴ ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 4, д. 640, л. 2.



*Л. С. Коловрат-Червинский
(1884—1921)*

что к организации завода можно приступить в самый короткий срок, он представил собранию свои расчеты и выкладки. Он доложил, что 116,6 т руды (разного сорта) содержат в целом 2,6976 г радия-элемента. В расчете на 95%-ное извлечение удастся получить 2,5627 г. Он представил расчеты стоимости химических продуктов, оборудования завода и лаборатории.

Вряд ли приходилось Леониду Николаевичу когда-нибудь выступать с такой страстью. Но выступление его было убедительным, а кроме того, поддержано В. Г. Хлопиным.

Коротко и четко излагал Богоявленский перспективы работы будущего завода: «С предполагаемой установкой можно легко перерабатывать 50 кг остатков в день, т. е. выпускать ежедневно 10,9 мг, и, таким образом, вся выработка может произойти в 235 рабочих дней. Но, принимая во внимание возможные задержки, необходимо установить как минимальный выпуск 5 мг в день, что потребует в общем 512 дней, т. е. около двух лет, если предположить, что первые два месяца выпусков производиться не будет. Таким образом, полагая рабочий месяц равным 24 дням, минимальный месячный выпуск можно предположить в 120 мг радия» *.

Не обошел вниманием Богоявленский и необходимые затраты, а также ожидаемую прибыль от производства.

Все подано с такой простотой и четкостью, что наиболее скептически настроенные академики были убеждены в возможности ставить завод по извлечению радия в самое ближайшее время.

После оживленного обмена мнениями заседание, в котором участвовали Л. С. Коловрат-Червинский, академик Н. С. Курнаков, профессора Л. А. Чугаев, Л. М. Лялин, А. Е. Ферсман, О. Д. Хвольсон, А. А. Яковкин, постановило: «Признать на основании опытов Л. Н. Богоявлен-

ского и В. Г. Хлопина принципиально возможным взять на себя организацию завода и лаборатории для извлечения радия» [I, 34, с. 166].

Через несколько дней, 18 апреля 1918 г., КЕПС направила в ВСНХ официальное письмо за подписью С. Ф. Ольденбурга и А. Е. Ферсмана, в котором уведомляла о принципиальном согласии на руководство по организации завода, излагая при этом необходимые условия. И в тот же день был подписан документ следующего содержания:

«Удостоверение

Настоящее удостоверение выдано инженеру-химику Л. Н. Богоявленскому в том, что он уполномочен состоящей при Российской Академии наук Комиссией по изучению естественных производительных сил России вести предварительные переговоры с фирмами и учреждениями по вопросам, связанным с организацией и оборудованием необходимой аппаратурой небольшого завода для извлечения радия, что подписью и приложением печати удостоверяется.

И. О. председателя Комиссии
Ординарный академик *Н. С. Курнаков*
Ученый секретарь *А. Е. Ферсман* *.

Л. Н. Богоявленский выехал в Березники, чтобы договариваться с управлением содового завода об условиях организации пробного радиевого завода. Особенного восторга его приезд не вызвал, но под давлением документов, которыми был снабжен новоприбывший инженер, управление выделило помещение как для его работ, так и для склада.хлопот было много, но все препятствия были преодолены. По возвращении Богоявленского Л. Я. Карпов сообщил 25 мая 1918 г. о согласии передать организацию и эксплуатацию пробного радиевого завода особому Техническому совету при условии включения в него представителя Химического отдела ВСНХ [I, 34, с. 167].

Медлить было нельзя. Немцы угрожали Петрограду. 21 мая 1918 г. в Совет Народных Комиссаров было направлено письмо за подписями Ферсмана, Хлопина, Колловрат-Червинского и др. Они обращали внимание Совнаркома на необходимость немедленной эвакуации всего секвестрованного радиоактивного сырья, на что просили десять вагонов. Все хлопоты по организации завода, сообщали они, представляются преждевременными, так как

секвестрованному сырью угрожает несомненная опасность вследствие большого интереса к радио, проявленного со стороны Германии [I, 27, с. 189].

Как показали последующие события, последнее явилось как бы предвидением, ибо немцы по Брестскому договору предлагали передать в счет платежей и радиоактивные остатки, и месторождения радиевых руд. Письму ученых в Совнаркоме придали большое значение, и через несколько дней председатель центроколлегии по эвакуации и разгрузке Петрограда получил телеграмму за подписью секретаря СНК Н. П. Горбунова: «Запасы радиевой руды, переданные комиссии Академии наук, составляют содержанием радия 10 процентов всего мирового запаса. Ценность совершенно исключительная, не соизмеримая деньгами. Настоятельно прошу энергично двинуть скорейшую эвакуацию» [I, 37, с. 86].

Горбунов несколько преувеличил: содержание радия не составляло 10 процентов мирового запаса, но это сути дела не меняло, поскольку необходимость иметь собственный отечественный радий была очевидной.

Академия наук была извещена о том, что СНК предложил центроколлегии приступить к эвакуации руды, телеграммой с грифом «весьма срочно».

Постановлением СНК от 11 июня 1918 г. за подписью В. И. Ленина отделу химической промышленности ВСНХ отпускались средства на эвакуацию радиевого сырья [I, 38]. Специальная комиссия по подготовке сырья к эвакуации во главе с В. Г. Хлопиным получила для доставки в Академию наук три большие бочки и шесть маленьких бочонков этого сырья. Все остальное было погружено в состав не из 10, как просили ученые, а из 13 вагонов. Академия наук немедленно приступила к взятию проб и анализу радиоактивного сырья. Однако фактически почти вся научная работа легла на Л. С. Коловрат-Червинского, административная и производственная — на В. Г. Хлопина и Л. Н. Богоявленского, который, как было известно, специализировался за границей на радиоактивным производстве и работал в Петрограде определенный метод использования ферганских остатков⁵.

12 июля 1918 г. Л. Н. Богоявленский с ценным грузом выехал из Петрограда. Путь был нелегким. Транс-

⁵ ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 4, д. 640, л. 2.

порт был разбит, паровозов не хватало. Лишь к концу месяца поезд прибыл на станцию Солеварни; радиоактивные остатки поместили в сарае Березниковского завода. По приезде Богоявленский должен был на месте ознакомиться с условиями организации пробного завода и лаборатории, заняться обработкой сырья, разработать проект заводской установки и составить смету⁶.

С организацией завода не пошло так гладко, как хотелось бы. Хотя помещение Богоявленскому и выделили, но во всем остальном он натолкнулся на полную безучастность. Его обращения к Пермскому совнархозу, заводоуправлению и Усольскому исполкому ни к чему не приводили. Тем не менее он имеющимися у него силами организовал все, что мог, в частности смонтировал полупроизводственную установку и со своими помощниками занялся извлечением радия в малых масштабах. Он и жил в заводском помещении, поскольку квартиры ему не предоставили. Но это, может быть, было и не столь уж нестерпимо, ибо он был целиком поглощен работой на заводе и нескончаемыми хлопотами в различных инстанциях местных организаций. Не поступали деньги, а без них развернуть работу в полном объеме было, конечно, невозможно. Но деньги были отпущены. Еще 30 июля 1918 г., т. е. примерно к тому времени, когда эшелон с рудой пришел к месту назначения, В. И. Лениным было подписано постановление СНК об ассигновании отделу химической промышленности ВСНХ для КЕПС при Академии наук на содержание и действие пробного завода 418 850 руб. Постановлением предусматривалось начало работы завода во втором полугодии, а также покрытие перерасхода по эвакуации руды [1, 26, с. 141]. Постановление было, но денег не было. Химотдел ВСНХ перевел деньги коллегии в Петроград, но в Петроградское казначейство они поступили лишь в конце октября. Отношения Богоявленского с местной администрацией ввиду его просьб и требований были самыми натянутыми. Доведенный до отчаяния, он решил 15 октября обратиться с телеграммой не в инстанции, которым он был подчинен непосредственно (там знали о его бедственном положении, но ничем помочь немедленно не могли), а прямо в Кремль.

Вот текст этой телеграммы:

⁶ Там же, л. 33.

«Убедительно прошу срочно оказать непосредственное воздействие на колосовет ⁷ Березниковского содового завода в смысле немедленного начинания работ по организации радиевого завода, как было декретировано Совнаркомом. Вследствие явного уклонения Севсовета от исполнения приказов Высшего Совета Народного Хозяйства и вообще центральной власти, граничащего саботажем, нахожусь три месяца крайне неопределенном положении, даже без квартиры. Без самого энергичного воздействия центральной власти считаю создание завода невозможным... Считаю необходимым срочно телеграфировать о воздействии на колосовет Пермскому (Совнархозу), заводоуправлению и Усольскому исполкому от имени Совнаркома. Командированный для организации радиевого завода инженер Высшего Совета Народного Хозяйства Богоявленский» ⁸.

Богоявленский не хотел сдаваться. Он прибыл начинать дело первостепенного значения, но везде встречал, как потом рассказывал с горечью, лишь усмешки или поучения в том смысле, что не до его проектов, что «делом заниматься надо», что администрации просто недосуг с ним возиться. Распоряжения ВСНХ и какой-то там коллегии — интеллигентов из Академии — просто не принимались во внимание, к тому же и деньги еще не поступили. На первый взгляд кажется непростительной такая задержка с деньгами, но если представить обстановку того далекого прошлого, то удивляться не приходится; наоборот, поражает оперативность действий в тогдашней обстановке. Ведь это был период разрухи, голода, разбитого транспорта, непосредственной угрозы существованию Советской власти. 6 июля в Москве произошло эсеровское восстание, а 12 июля СНК в деловой обстановке рассмотрел смету на исследование радиевых месторождений и 12-го же Богоявленский выехал с эшелоном руды из Петрограда.

Телеграмма поступила к Н. П. Горбунову. Он реагировал на нее тотчас же и на обратной ее стороне подготовил предполагаемый ответ:

«Предписываю Березниковскому заводу немедленно начать работы по организации радиевого завода согласно

⁷ Речь идет о коллегиальном органе — Деловом совете Березниковского завода.

⁸ ЦПАИМЛ, ф. 2, оп. 1, д. 7330, л. 1—3. См. также [I, 37, с. 84].

Т Е Л Е Г Р А М М А

ПЕРМЬ УРАЛСОВНАРХОЗ
КОПИИ УСОЛЬЕ ИСПОЛКОМУ УСОЛЬЕ ЗАВОДОУПРАВЛЕНИЮ
БЕРЕЗНИКОВСКОГО ЗАВОДА

ПРЕДПИСЫВАЮ БЕРЕЗНИКОВСКОМУ ЗАВОДУ НЕМЕДЛЕННО НАЧАТЬ РАБОТЫ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАДИЕВАО ЗАВОДА СОГЛАСНО ПОСТАНОВЛЕНИЯ ВЫ-
СНАРХОЗА ТОЧКА НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ОТПУЩЕНЫ СОВНАРХОМ
ТОЧКА РАБОТЫ ДОЛЖНЫ ВЕСТИТЬ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ И ОТВЕТСТВЕННО-
СТЬЮ ИНЖЕНЕРА ХИМИКА БОГОЯВЛЕНСКОГО ЗАПЯТАЯ КОТОРОМУ ПРЕД-
ЛАГАЮ ОКАЗАТЬ ПОЛНОЕ СОДЕЙСТВИЕ



10/17
Предсовнаркома Ленин

*Усолюк просит пред. Совнаркома
Заводского управления*

Зав. Научн. Механик. Огг

Дир. Нарком

28/10 -

202 -

Телеграмма В. И. Ленина

постановления Совнаркома, оказать содействие инженеру Выссовнархоза Богоявленскому».

Все это поступило к В. И. Ленину, но он, ознакомившись с ответным текстом, остался им недоволен. Предложение было слишком мягким, тогда как местнические настроения, стремление действовать «самостоятельно», «независимо от центральной власти» срывали дело, которому придавалось огромное значение, дело, в которое вовлечены были лучшие силы науки России. Ленин резко усилил текст телеграммы:

«Пермь, Уралсовнархоз, копии Усолье, исполкому Усолье, заводууправлению Березниковского завода.

Предписываю Березниковскому заводу немедленно начать работы по организации радиевого завода согласно постановления Выссовнархоза. Необходимые средства отпущены Совнаркомом. Работы должны вестись под управлением и ответственностью инженера химика Богоявленского, которому предлагаю оказать полное содействие.

28 октября 1918 г. Предсовнаркома Ленин» [I, 25, с. 375].

Л. Я. Карпов и Н. П. Горбунов также подписали эту телеграмму.

Строгость такого предписания оказала ошеломляющее действие на местные органы управления. Богоявленского встречали холодно, но просьбы его уже не оставались безответными. Ему даже лошадь выделили, чтобы он мог быстрее добираться с завода до административных учреждений.

Богоявленский продолжал выварку руды в малых количествах, а кроме того, занялся другим «полезным делом»: для заводской больницы организовал варку мыла. Как было установлено впоследствии, в той же больнице Богоявленским были проведены и опыты по использованию в медицине радиоактивных ванн.

В. Г. Хлопин получил наконец выделенные ассигнования и 16 ноября в теплушке выехал с деньгами в Березники. Встреча была очень теплой.

Вскоре состоялось совещание представителей Химического отдела ВСНХ, Секретариата областного СНХ и Радиевой коллегии при Академии наук, посвященное организации работ по созданию пробного завода для извлечения радия.

Содержание постановления этого расширенного совещания в значительной части можно назвать разъяснительным. В нем говорится и о значении радия, и о руководстве Академии наук, о контроле над производством, о том, почему именно Березники выбрали местом для работы завода по извлечению радия. Последние же пункты постановления касаются непосредственно деятельности Л. Н. Богоявленского:

«6. Коллегией уполномочивается руководить всеми работами как по организации завода, так и по самому производству инженер-химик Л. Н. Богоявленский, который является лицом, ответственным перед Коллегией.

7. Ввиду того что вся ответственность за правильную постановку дела на заводе возлагается целиком на инженера-химика Л. Н. Богоявленского, никакое вмешательство ни с чьей стороны в технику производства, безусловно, не допускается.

8. Со стороны хозяйственной Л. Н. Богоявленский отвечает в расходовании сумм перед Коллегией, направляя ей подлинники всей денежной отчетности, и соотносится в расходовании средств с нормами, устанавливаемыми

областью, находясь с этой стороны под контролем последней» [I, 26, с. 145].

Лишь в заключительной части постановления упоминались «права» областной администрации, во всем же остальном ей полагалось помогать организации и последующей работе радиевого завода. Естественно, что местная администрация была не в восторге от всех этих событий, считая виновником нахлобучки Л. Н. Богоявленского, «посмевшегося» обратиться со своей телеграммой прямо в Кремль.

Так или иначе, но дело с мертвой точки было сдвинуто. Богоявленским и под его руководством И. И. Фаусеком были проведены «экспериментальные ориентировочные» работы по применению метода Кюри—Дебьерна к переработке радиоактивных остатков первого сорта⁹. Затем, не дожидаясь поступления оборудования, задержавшегося на неопределенное время, Богоявленский и Фаусек приступили к систематической переработке сырья, загружая по 1 кг в день и прерывая переработку после получения радиоактивного хлористого бария определенной активности (10 по урану). Такой хлористый барий собирался и накапливался, чтобы затем, как указывал в отчете В. Г. Хлопин, можно было провести с ним большую и малую кристаллизацию и получить первый эталон радия в 1 мг металла¹⁰. По расчетам Богоявленского и Хлопина, при правильном ходе такой переработки, которая была начата в первых числах сентября 1918 г., в начале февраля 1919 г. уже можно было бы получить первый эталон радия. Одновременно с экспериментальными работами Богоявленский занимался проектированием будущей заводской установки, составил план отдельного здания и разработал типовые чертежи установки, часть которых была найдена в оставшихся на заводе бумагах.

Тем временем приближались грозные дни. Колчаковские войска занимали один город за другим. В ночь с 24 на 25 декабря 1918 г. пала Пермь, а 27-го белые захватили и Березники. Богоявленский не покинул начатого дела, но сделал все для того, чтобы сохранить его в тайне от колчаковцев.

Для них он казался весьма эрудированным инженером, прекрасно воспитанным и свободно говорящим по-

⁹ ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 4, д. 640, л. 29—30, 33.

¹⁰ Там же, л. 30.

французски (Париж!), музицирующим на рояле и скрипке. В разговорах с офицерами он не избегал упоминания о своем славном предке, ибо знал, как высоко ценится дворянское происхождение. Рассказывал про Ниццу, где работал на парфюмерной фабрике, но помалкивал о своей работе у братьев Данн, дабы не возбудить подозрений. Заграничное образование такого инженера, конечно, высоко котировалось, но о том, что за границу он попал из-за своей революционной деятельности, Богоявленский не распространялся. Казалось естественным, что правнук генерала Сабанеева учился в Париже и Тулузе, как отпрыск славного дворянского рода. Сейчас же он при большевиках вынужден продолжать работу на содовом заводе, отнятом у Любимова и К°. Варка мыла усилилась, считаясь основным его занятием. Грязи и вшей тогда хватало, и подобное занятие можно было только приветствовать. Офицеров, естественно, интересовало, нельзя ли лабораторным способом приготовить спиртное. Почему же нет — было бы из чего.

Если бы белые заподозрили, что Богоявленский прислан «обольшевиченными учеными» и хранит огромнейшие государственные ценности, то неизвестно, как бы с ним поступили. Вероятнее всего, ферганская руда незамедлительно была бы погружена в вагоны и отправлена на восток, а ее хранитель был бы расстрелян.

Но белые не стали докапываться до подноготной Богоявленского. А он по-прежнему варил мыло, иногда для тех же офицеров гнал спирт и в совершенной тайне продолжал заниматься ферганской рудой. За полгода такой работы, пока белые занимали Березники, он сделал много. Беспримерный случай, когда один человек ведет подпольную научно-инженерную работу государственного значения, ежедневно рискуя быть разоблаченным и расстрелянным!

В июне 1919 г. колчаковцы были разбиты Красной Армией и оставили Березники. Богоявленского же белые объявили мобилизованным и посадили в теплушку. Его увезли, так и не узнав, что в помещении содового завода хранится величайшая ценность — ферганская руда.

Что случилось с заводом, никто ни в Москве, ни в Петрограде не знал, но о том, что его персонал, в том числе и Богоявленский, увезен белыми, стало известно.

18 июля 1919 г. Совнаркомом был отпущен особый аванс в 600 млн. руб. на возобновление (или на восста-

новление) работ на радиевом заводе. Исследования по обработке ферганской руды все время велись также и в Петрограде, в Коллегии пробного завода под руководством В. Г. Хлопина. Отдел химической промышленности запросил Березники о состоянии завода и о Богоявленском. Вот тут-то вернувшейся на свои места администрации и представился случай хоть и заочно, но свести счеты с неугомонным инженером. Усольское окружное управление «Сода—Соль» письмом от 21 августа 1919 г. сообщило среди прочего: «Оставлены Богоявленским три ампулки с солями радия, добытые неизвестно когда. Сам Богоявленский, по сообщениям служащих лаборатории, занимался варкой спирта, мыла, браги и объезжал свою лошадь. При белых он таким же способом лабораторничал и с ними же, с белыми, уехал в Сибирь»¹¹.

Специальная комиссия по выяснению возможностей возобновления работ получила деньги только в ноябре и тогда же выехала в Березники. В своем отчете она информировала о положении дел, из которых выяснилось, что Богоявленским сделано все для того, чтобы сохранить ценности, а сообщение управления «Сода—Соль» — всего лишь отместка за строптивость.

Еще до приезда комиссии, в августе 1919 г., по поручению Горного совета ВСНХ в Березники прибыл инженер Шопп-Мишич. Он вскрыл помещение лаборатории радиевого завода и передал ключи работавшему там же химику Стробергу. Тот фактически вступил в заведование лабораторией и стал производить в ней обработку руды. Был осмотрен склад с рудой и радиоактивными остатками — все сохранилось. Четыре или пять бочек были вскрыты: из них, очевидно, Богоявленский брал пробы для своих работ. Оказалось, что выработку радия можно продолжать прямо с того места, где ее вынужден был прекратить Богоявленский. О своих действиях и состоянии завода инженер Шопп-Мишич представил доклад в Химический отдел ВСНХ. Комиссия подтвердила все это, получив дополнительные сведения от местных служащих. Богоявленский, оказывается, действительно «лабораторничал», но так, как не всякий сможет. Не только руду и радиоактивные остатки он сохранил, но не захватил с собой даже ампулы с радием, оставив их для тех советских ученых, что придут на его место.

¹¹ ААН СССР, Ленингр. отд., ф. 132, оп. 1, д. 138, л. 168. См. также [1, 37, с. 97].

В создавшемся положении можно было продолжать начатые работы, но нужен был новый заведующий радиевым заводом. Наиболее подходящим был бы студент Политехнического института А. Г. Елисеев, работавший под руководством В. Г. Хлопина. Однако отрывать его от уже налаженной работы по изучению вопроса извлечения радия Хлопин не захотел и пригласил И. Я. Башилова, кончившего учебу студента того же института. После его назначения 1 октября 1919 г. на должность заведующего пробным радиевым заводом в Березники отправили комиссию, возглавляемую Л. С. Коловрат-Червинским.

После внимательного обследования комиссия пришла к выводу, что завод более целесообразно перебазировать и все находящееся в Березниках сырье перевезти водным путем, по Каме, на Бондюжские химические заводы [I, 23, с. 49].

Томск и Алтай

Из Березников комиссия вернулась в январе 1920 г. О судьбе Л. Н. Богоявленского у нее не было никаких сведений. Можно было предположить все что угодно, вплоть до того, что он расстрелян белыми.

Что же произошло в действительности? Под ударами Красной Армии колчаковцы отступали на восток. Леонид Николаевич, увозимый в солдатской теплушке, заболел тифом и вместе с другими больными солдатами попал в Томск. Казалось, дни его были сочтены, но он поправился и вышел из лазарета. Как «живая сила» он никакой ценности для белых не представлял, и, может быть, его отпустили бы на все четыре стороны. Но он все же был у белых на подозрении, которое в период его болезни усилилось. Покидая Березники, он ничего не взял с собой, а документ, выданный ему Российской академией наук, зашил в подкладку. Тифозный бессвязный бред Богоявленского заставил белую охрану насторожиться; его одежду внимательно обследовали. Удостоверение обнаружили. В нем говорилось, что он состоит в должности технического директора пробного радиевого завода, что на него Коллегией возлагается организация, оборудование, эксплуатация, руководство всем производством на заводе. Была и просьба ко всем лицам и учреждениям оказывать

Л. Н. Богоявленскому всяческое содействие. С одной стороны, в удостоверении, подписанном учеными, как будто никаких «компрометирующих» указаний не было. Могло показаться, что это продолжение одной из работ Академии наук, позиция которой по отношению к новой власти в то время колчаковцам была еще неизвестна. С другой же стороны, становилось ясно, что Богоявленский был не простым «мыловаром». Его подвергли допросу, но он сказал, что все это было лишь предположением — в смысле производства исследований ученых Академии наук — на будущее. Ему же это удостоверение было выдано как инженеру фирмы «Любимов, Сольве и К^о», располагающей большими запасами соды. Ни о каких работах в этом направлении не может быть и речи, так как кругом война, а сырья для такого производства нет.

Леонида Николаевича отпустили, но, оставив на подозрении, обязали регулярно являться «на отметку» в томскую милицию. Первую такую отметку ему поставили 10 октября 1919 г. на обороте того самого удостоверения, которое чуть не стало для него роковым.

В те годы в Томске находилось Сибирское отделение Геологического комитета. Богоявленский направился туда с предложением своих услуг для работы по химии. Удостоверение Академии наук, подозрительное для колчаковцев, произвело очень хорошее впечатление. Отделению требовались специалисты по определению радиоактивности собранных геологами минералов.

Надо отметить, что среди сибирских ученых интерес к радиоактивности был необычайно велик. Благодаря усилиям В. И. Вернадского в предвоенные годы по всей стране, и прежде всего в Сибири и Забайкалье, развернулись поиски радиоактивных минералов и руд. В томских газетах было даже сообщение о посещении города Марией Кюри¹. В 1939 г. в том же Томске на конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири сообщалось о переписке И. Г. Прохорова, бывшего в плену в Германии, с Марией Кюри в 1916 г. [I, 48, с. 17—18].

Не вдаваясь в подробности публикаций о пребывании Марии Кюри в Сибири и не обсуждая возможность ее

¹ Однако при запросе Т. Д. Ильиной в парижскую лабораторию Кюри в 1971 г. факт пребывания Марии Кюри в России не был подтвержден.— *Прим. ред.*

приезда в то время в Россию, можно сказать, что сибирские геологи собрали обширные коллекции минералов, связанных с возможными месторождениями радиоактивных руд. Обследование этих коллекций на радиоактивность и было поручено новому сотруднику Геологического комитета Л. Н. Богоявленскому. Он сразу же начал производить спектральные исследования алтайских цинковых и полиметаллических руд и радиоактивности собранных пород и минералов.

Между тем положение осложнялось. Армия Колчака разваливалась, отдельные ее части переходили на сторону Красной Армии, освободившей Урал и начавшей освобождение Сибири. 13 ноября 1919 г. был взят Омск, резиденция Колчака была перенесена в Иркутск. В декабре подпольная большевистская организация обратилась к солдатам и рабочим с призывом готовиться к освобождению Томска от колчаковцев. Сообщалось, что революционная армия подходит к Томску с востока и запада. В ночь с 16 на 17 декабря власть в городе перешла в руки военно-революционного комитета. Большинство расквартированных в Томске колчаковских воинских частей перешли на сторону Советов.

Будучи в списках людей, которые обязаны являться в милицию на отметку, Л. Н. Богоявленский пришел в отделение и после перехода власти. Его расспросили, как и почему он отмечается, опять поставили штамп «явлен», и он по-прежнему продолжал работать над радиоактивностью пород и минералов.

Теперь, когда связь с Петроградом была восстановлена, Леонид Николаевич написал своей невесте, Агнне Федоровне Томиловой.

Они познакомились еще в юности, в революционной организации, перед побегом Леонида Николаевича за границу. Все эти годы они переписывались. Дважды Анна Федоровна даже ездила к нему на свидания.

Получив от Богоявленского письмо с описанием всех его приключений, Анна Федоровна сообщила об этом В. Г. Хлопину и другим ученым, хорошо знавшим Богоявленского.

В Академии обрадовались, что Богоявленский не только жив, но и работает в той же области — по исследованию радиоактивности. Были подготовлены документы, подтверждающие, что Богоявленский — ценный ученый, ведущий важную работу государственного значения. Анна

Федоровна выехала в Томск на санитарном поезде, на который она попросила себя откомандировать как медицинского работника.

По предъявлении доставленных Анной Федоровной документов Богоявленский мог беспрепятственно возвратиться в Петроград, но он находился в штате Сибирского отделения Геолкома. Последний выручил его в трудную минуту, и по отношению к нему Богоявленский не мог оказаться неблагодарным. Дело в том, что был подготовлен план экспедиции на Западный Алтай для обследования радиоактивности и химического состава соляных озер. Лучшего специалиста в этой области, нежели Богоявленский, в Томске найти было трудно. Он согласился возглавить экспедицию с тем, чтобы по завершении ее уехать в Петроград, где его давно уже ожидали. Анну Федоровну он отправил обратно с тем же санитарным поездом. На память сфотографировал. Но не было тогда фотобумаги. Химик нашел выход, и как своеобразный документ того времени в семейном архиве сохранился отпечаток на синьке, применяемой для размножения чертежей, с надписью: «Томск, 1920 год».

Три месяца проработал Богоявленский в Кулундинской степи и других местах Западного Алтая начальником геологоразведочной партии. Интересные результаты, полученные экспедицией, были отражены в отчете, опубликованном в «Известиях Геолкома» в 1920 г.

В том же 1920 году по распоряжению Сибирского отдела здравоохранения в Томске была учреждена Бальнеологическая комиссия, которая на одном из первых своих заседаний постановила в самое ближайшее время обследовать горячие источники у села Новая Белокуриха Бийского уезда Алтайской губернии. Водами источников лечились больные еще в XIX в., оборудование было там самым примитивным. Летом 1920 г. там прошли лечение около тысячи больных. Экспедицию возглавил М. М. Васильевский. В ее составе был и химик — преподаватель Томского университета В. В. Богоявленский, однофамилец Леонида Николаевича. Помогал ему студент Дейнека. Ни тот, ни другой не были специалистами в области изучения радиоактивности, а без исследований такого рода результаты экспедиции были бы неполноценными. Сибирское отделение обратилось в Геолком с просьбой откомандировать в экспедицию Л. Н. Богоявленского для проведения работ по изучению радиоактивности. Леонид

Николаевич не считал возможным уклониться от выполнения такой просьбы и снова поехал на Алтай, на этот раз на Северный. Там он провел разведку на газы и воду, содержащую радиоактивные эманации.

Еще в 1907—1908 гг. радиоактивность воды и газа Белокурихинских источников исследовал лаборант Томского технологического института В. С. Титов совместно со студентом В. П. Марковым. XII съезду русских естествоиспытателей и врачей он доложил, что радиоактивность там в 9,4 раза больше, чем у воды и газа Нарзана.

Богоявленский подтвердил вывод Титова о том, что радиоактивность источников обусловлена эманацией радия.

Радиометрическая съемка на Алтае и Кавказе

В Белокурихе Л. Н. Богоявленский должен был помочь найти новые источники целебной воды. Геологическая карта этого района еще не была составлена, поэтому пришлось полагаться на здравый смысл. Выходы горячей радиоактивной воды должны быть связаны с вероятно существующей системой трещин, по которым вода могла поступать на поверхность, создавать повышенную радиоактивность.

Богоявленский изготовил простейший электроскоп, измерил радиоактивность воздуха непосредственно у источников и в нескольких точках на территории курорта. Значения повышенной активности нанес на план местности и по этим точкам попытался определить систему сбросов и трещин. По его указанию в зоне сбросов и трещин были пробурены скважины, которые дали приток радиоактивной воды. Свои измерения по аналогии с геодезической и геологической съемкой он назвал радиометрической съемкой. Этот термин вскоре был принят. На статьи Богоявленского ссылались в советской и иностранной научной литературе. Его метод сразу стал популярен.

Отчет по проведенным исследованиям Богоявленский, как сотрудник Геологического комитета, переслал в Геологическом, на очередном заседании которого в декабре 1920 г. этот предварительный отчет был тщательно рассмотрен. По мнению А. П. Герасимова, исследования Богоявлен-



*Карта первой радиометрической съемки,
проведенной Л. Н. Богоявленским*

ского на Алтае летом 1920 г. представляли интерес для большого круга геологов. В принятом решении Геологический комитет отметил, что в работе Богоявленского «О радиометрической съемке» содержалось описание нового и совершенно оригинального метода. Работу рекомендовали напечатать в трудах Геологического комитета.

Геологический комитет, высоко оценивая работу Л. Н. Богоявленского, проявил известную дальновидность: фактически метод тогда еще не был разработан, да и съемка была слишком примитивной. Сам же Богоявленский сразу почувствовал особую и широкую перспективу измерения естественной радиоактивности для поисков природных вод, а может быть, и полезных ископаемых. Присущая ему научная интуиция не обманула его. Со временем измерения естественной радиоактивности почв, природных вод, горных пород послужили основанием для создания ядерно-физического направления в исследованиях месторождений полезных ископаемых, получившего название ядерной геофизики.

Геологи Геологического комитета заинтересовались не только новым методом, но и специалистом по радиоактивности — Богоявленским. На заседании 16 ноября 1920 г. при рассмотрении вопроса об организации минералогической лаборатории и «учреждении должности лаборанта-химика» комитет постановил пригласить на эту должность «хорошо известного по научной деятельности Л. Н. Богоявленского» [I, 14].

В 1921 г. Леонид Николаевич вновь поехал в Белокуруху и провел там первую в СССР радиометрическую съемку. По размеченной сетке на плане курорта он определил радиоактивность в 47 точках, нанес их, как и в прошлом году, на план. Затем произвел интерполяцию нескольких точек, соединил линиями-изорадами точки с одинаковой радиоактивностью и получил простейшую карту радиоактивности. Поскольку почва над местами выхода газов должна быть более радиоактивной, чем в других местах, то в результате измерений и интерполяции он смог отметить недоступные прямому наблюдению трещины, а следовательно, и выходы радиоактивного газа и воды. Для отчета в Геолкоме был подготовлен доклад «О принципах радиометрической съемки».

На заседании Геологического комитета 7 марта 1922 г. с большим вниманием был заслушан доклад Л. Н. Богоявленского. Докладчик продемонстрировал и прибор, которым он пользовался при радиометрической съемке в Белокурухе. И доклад и прибор произвели сильнейшее впечатление. Первым выступил В. И. Вернадский, затем — В. И. Бауман и далее — геологи — В. В. Никитин, В. Н. Вебер, Д. И. Мушкетов, А. В. Фаас, А. Н. Чураков, В. Н. Лодочников [I, 40, с. 65]. После заключительной речи вице-президента В. К. Котульского Геологический комитет постановил изготовить три таких прибора, для чего хозяйственному комитету поручалось изыскать средства.

В годовой отчет Геологического комитета за 1921 г. был впервые введен новый раздел «Радиометрические исследования»¹, в котором отмечались исследования геофизического характера, проведенные Богоявленским по изучению радиоактивности окрестностей у села Новая Белокуруха с его горячими источниками. В результате обследований Л. Н. Богоявленского в 1920 и 1921 гг.,

¹ Годовой отчет Геологического комитета за 1921 г. Пг., 1924, с. 423.

говорилось в отчете, была выяснена зависимость радиоактивности воды от температуры в одном из колодцев. Можно предполагать, что этот колодец находится непосредственно над трещиной, образовавшейся в сбросе. Температура в нем, как и радиоактивность, изменяется периодически, неравномерно, толчками или импульсами. Видимо, вода и радиоактивные газы выделяются из недр одинаково неравномерно. Если давление газа повышалось, в воде растворялось больше эманации радия, при этом скорость истечения воды увеличивалась, она вытекала более радиоактивной и более горячей. Если давление уменьшалось, газа в воде растворялось меньше, вода вытекала медленнее, она успевала охладиться и была менее радиоактивной и более холодной. Радиоактивность газа (75—95 ед. махе) была в 5 раз больше радиоактивности воды (10—17 ед. махе). Все это дало основание считать, что на радиоактивность воды существенное влияние оказывали растворенные в ней газы. Кроме того, было установлено медленное понижение температуры воды во времени по сравнению с 1915 и 1920 гг.

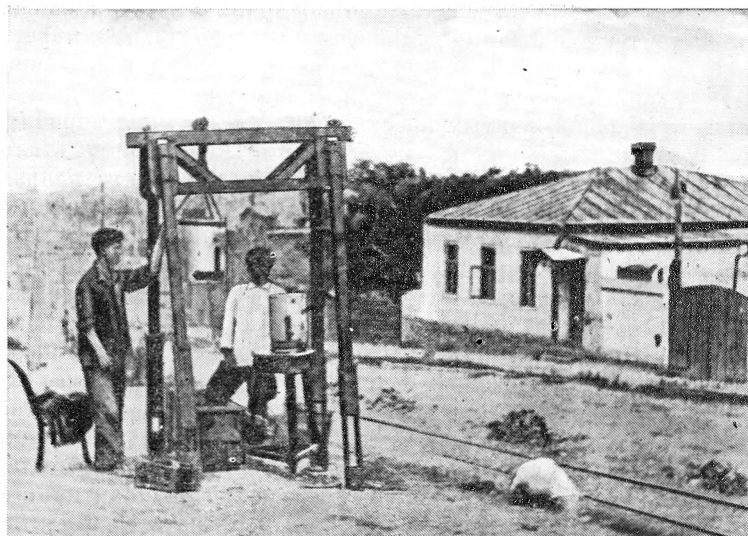
Почему же Геологический комитет уделял столько внимания методу радиометрической съемки и работе Л. Н. Богоявленского? Потому прежде всего, что новый метод мог значительно ускорить исследование горных пород на радиоактивность в полевых условиях. Еще в 1910 г. В. И. Вернадский поставил вопрос о необходимости выявления запасов радиоактивных минералов и руд России, организации исследований всей земной коры на содержание радия, составления мировой карты радиоактивности [1, 9]. Работы эти, начатые Радиевой комиссией Академии наук, проводились чрезвычайно медленно и в весьма ограниченных масштабах. Среди многих причин такого замедленного действия отметим только относящиеся к задачам поисков и разведки месторождений радиоактивных руд. Дело в том, что известные в то время классические геологические методы поисков руд основывались на принципах геологической съемки, включали сбор и исследования на радиоактивность найденных образцов пород. Эти методы требовали много времени и принципиально не могли обеспечить быстрые темпы разведки. Для выявления даже небольших скоплений минералов с повышенным содержанием радиоактивных элементов, порядка 10^{-10} — 10^{-11} г радия/г породы, из-за их повсеместной распространенности требовались почти сплошной отбор

образцов и последующие химические анализы в лаборатории.

Методом же радиометрической съемки возможно, без отбора образцов, выявить наиболее перспективные участки с повышенной радиоактивностью, а затем более детально их исследовать. А раз так, то эти работы следовало начинать немедленно. На том же заседании, когда был заслушан доклад Богоявленского, обсуждался вопрос о Тюя-Муюнском месторождении ванадиево-радиевых руд, и В. И. Вернадский предложил именно там начать радиометрическую съемку.

Окрыленный практическими успехами радиометрической съемки в Белокурихе и признанием ее научного значения Геологическим комитетом, Богоявленский продолжал настойчиво работать над совершенствованием прибора и методики измерений. В прибор был введен экран в виде толстой свинцовой оболочки, закрывавшей электроскоп со всех сторон. Два окна — в нижней части и сбоку — давали возможность проводить измерения горизонтально и вертикально. Угол поворота отсчитывался по лимбу, на котором устанавливался электроскоп. Собственно электроскоп становился более чувствительным, его тончайшие лепестки чутко реагировали на радиоактивные излучения. Предусматривалась установка прибора на треножник, который довольно легко можно было передвигать. Потребовалось 3—4 года, чтобы сделать прибор чувствительным, легким, транспортабельным. Полевые исследования приходилось проводить одновременно с усовершенствованием прибора.

Летом 1923 г. Л. Н. Богоявленский выехал в Пятигорск, чтобы провести радиометрическую съемку в целях изыскания новых источников радиоактивной воды. Задача ставилась такая же, как и та, что с большим успехом была им выполнена на Алтае. Измерения проводились на Теплосерной улице (одна часть ее была обследована в 1923 г., вторая — в 1924 г.), радиоактивность была определена в 150 пунктах, построены изорады. На приведенной карте четко выделяются два центра высокой активности. В зоне наибольшей радиоактивности было, по указанию Богоявленского, пробурено шесть скважин, расположенных на одной прямой. Скважины бурила специальная бригада, выделенная Кавказским отделением Геологического комитета, весьма заинтересованным в успешном проведении радиометрической съемки.



Радиометрическая съемка в Пятигорске на Теплосерной улице

Удача и здесь сопутствовала Л. Н. Богоявленскому: им был обнаружен неизвестный пласт радиоактивной воды. Разведка и бурение вполне оправдали себя: в распоряжение курортного управления поступили мощные притоки радиоактивной воды.

При проведении радиометрической съемки Богоявленский ставил перед собой и практические и общенаучные задачи. Он хотел не только найти новые источники радиоактивной воды, но и установить закономерности распределения радиоактивности на земной поверхности в зависимости от глубинного строения. На Алтае повышенная радиоактивность на поверхности была связана с трещинами в земной коре, через которые могли проникать радиоактивные газы. В Пятигорске же было иное строение: водоносные пласты были покрыты мощным газонепроницаемым слоем. В целях изучения разреза во время бурения из скважин по указанию Богоявленского извлекались образцы горных пород и тщательно исследовались на радиоактивность.

При обработке данных оказалось, что распределение некоторых точек с повышенной активностью в какой-то

степени соответствовало простиранию водоносных пластов. Распределение радиоактивности воздуха, замеренной на поверхности, не противоречило этому и в основном соответствовало повышенной активности определенных проб воды, взятых из скважин. Но по мере обработки и накопления данных по большому числу точек стало более заметно, что положение водоносного пласта нельзя связать с какими-либо изорадами. Более того, независимо от водоносного пласта отмечался контур повышенной активности неизвестного происхождения. По мнению Богоявленского, изорады этого контура отражали влияние какого-то мощного источника излучений, гамма-излучение которого несомненно сопровождало излучения эманаций радия глубинной воды. Ученый был уверен, что открыл явление огромного значения, а именно необычайное излучение, предсказанное еще французским физиком Ж. Перреном, исходящее от Земли, Солнца и других планет. Это излучение, возбуждающее распад радиоактивного атома, может быть необычайно большой частоты, и поэтому его нельзя обнаружить ни с помощью фотопластинки, ни при измерениях электроскопом. Перрен назвал его ультрарентгеновым или ультра-Х-лучами.

Основываясь на гипотезе Перрена, Богоявленский приходит к выводу, что экзотермическим радиоактивным процессам соответствуют эндотермические, вызванные поглощением ультрарентгеновых лучей тяжелыми атомами и сопровождаемые излучениями. Эти излучения способны ионизировать воздух и, видимо, представляют проникающую радиацию планеты. Отмеченное в Пятигорске излучение было названо Богоявленским проникающим излучением Земли.

В статье «О принципах радиометрической съемки и ее применениях» он подробно охарактеризовал сущность метода радиометрической съемки, дал краткое описание своего прибора-радиометра (электроскопа специальной конструкции), привел результаты собственных исследований на Алтае и в Пятигорске и уделил особое внимание проникающей радиации Земли. Что касается практических рекомендаций применения радиометрической съемки, то они были весьма и весьма широкими. Несмотря на то что «имеющихся экспериментальных данных еще далеко не достаточно», Л. Н. Богоявленский предполагал применение метода «во всех тех случаях, когда искомое тело резко отличается от вмещающей его породы своими фи-

зическими свойствами, имеющими влияние на изменение напряжения проникающей радиации Земли, и когда тело это находится в состоянии достаточной концентрации» [II, 11, с. 60]. Далее он выразился более ясно и рекомендовал радиометрическую съемку при разведке: 1 — природных газов, содержащих радиоактивные эманации, к которым могут быть причислены иногда горючие газы и газы, содержащие гелий; 2 — месторождений монацитовых россыпей; 3 — месторождений золота и платины в том случае, если они связаны с монацитовыми песками; 4 — подземных радиоактивных вод; 5 — месторождений урановых и ториевых руд; 6 — месторождений нефти; 7 — вообще всех рудных месторождений, отличающихся от вмещающих пород своими физическими свойствами. При этом Богоявленский указывал на «вполне благоприятные результаты» дважды проведенной им радиометрической съемки при разведке радиоактивных вод на курортах Белокурухи и Пятигорска.

Еще более оптимистические выводы о перспективах применения радиометрической съемки были сделаны в Главной палате мер и весов, где по возвращении в Петроград работал Л. Н. Богоявленский. Председатель Палаты, видимо по данным Богоявленского, на втором общем годовичном собрании при подведении итогов за 1923 г. отметил большое практическое значение метода радиометрической съемки, дающего возможность «обнаруживать местонахождение всех веществ, влияющих на радиацию Земли, подземных ключей, нефтяных месторождений и даже, может быть, рудных залежей» [I, 12, с. 40].

Но на практике радиометрическая съемка для разведочных целей в широких масштабах не проводилась, перспективы ее применения оказались значительно более скромными, чем предполагал Богоявленский. В течение ряда лет она использовалась для разведки полезных ископаемых только с большим содержанием радиоактивных элементов, таких, как радиоактивные воды и руды.

Особое значение имели разведочные работы в Тюя-Мууне, на единственном в то время в нашей стране руднике, где проводилась промышленная добыча радиоактивных руд. Подготовка экспедиции в Тюя-Муун заняла много времени.

Ее организации очень много внимания уделяли А. Е. Ферсман и В. Г. Хлопин. Тогда все было очень не просто: не хватало денег, специалистов, приборов, да и

район рудника все еще оставался местом действий басмаческих банд. В. И. Вернадский был в курсе всех проводимых мероприятий, план работы экспедиции был согласован с ним. Возглавить экспедицию должен был горный инженер С. П. Александров. Об очередной с ним встрече и беседе В. Г. Хлопин в письме от 26 апреля 1926 г. писал В. И. Вернадскому: «Вчера после Вас у меня был и довольно долго просидел Семен Петрович Александров, подробно ознакомив меня с положением дел экспедиции... и последним своим разговором с Тихоновым. В результате вчерашнего совещания мы пришли к некоторым положениям, которые я всецело поддерживаю и даже предпринял некоторые шаги, не снесаясь с Вами, о чем Вас сейчас и извещаю, чтобы в случае Вашего принципиального согласия Вы переговорили с Александром Евгеньевичем [Ферсманом] до его отъезда в Москву и попросили бы его поддержать наше ходатайство. В качестве самостоятельных заданий мы наметили: *а* — подробное измерение радиоактивных образцов минералов и горных пород, находящихся в штабелях и тех, которые будут находиться при разведке обычным способом, *б* — качественные химические пробы интересных образцов на месте на U, Vd (тогда так обозначали ванадий), Cu, Ba и Ca, *в* — испытание метода Богоявленского и командирование его с этой целью, если Геологический комитет такой командировки ему не даст, а может быть, кроме того, и попутная проверка того же метода другим лицом под видом практического его приложения»².

По мере приближения отъезда экспедиции возникали все новые и новые трудности. Через две недели, 8 мая, В. Г. Хлопин вновь обращается к В. И. Вернадскому: «Я очень озабочен предстоящим, теперь уже в ближайшем будущем, отъездом экспедиции... Сегодня у меня был Семен Петрович [Александров], и мы с ним обстоятельно обсудили этот вопрос. Времени осталось очень мало. Необходимо произвести сейчас же некоторые затраты, не дожидаясь результата нашего ходатайства в Москве о полутора миллиардах. С другой стороны, нужно сейчас же наметить несколько лиц (1—2), которые поедут с Семеном Петровичем. Одно такое лицо — это Леонид Николаевич Богоявленский, который, я думаю, ухва-

² Письма В. Г. Хлопина к В. И. Вернадскому, 1916—1943. М.; Л.; Изд-во АН СССР, 1961, с. 22.

тится за это предложение, так как окончательно выяснилось, что он от Комитета [Геологического] никуда не поедет...»³.

Нет никаких сомнений, что Богоявленский действительно «ухватился» бы за предложение участвовать в этой экспедиции. Ведь речь шла о ферганской руде — той самой, которую он по указанию Карпова секвестровал и доставил в Березники, из которой извлекал радий. Правда, руда была не на складе, а на руднике, но тем интереснее. А кроме того, это могло быть продолжением той грандиозной работы, которую он с такими трудностями и самоотверженностью начал в Березниках. Ведь Александров-то был уполномоченным Бондюжского завода — того самого, куда было перевезено сырье из Березников и где продолжалась начатая Богоявленским работа.

Но участвовать в этой экспедиции Богоявленскому не пришлось, помешали две причины. Первая — это первоочередная работа в Главной палате мер и весов, в ее радиологической лаборатории. Вторая — то обстоятельство, что Геолком вопреки сообщению Хлопина имел свои виды на Богоявленского, ему было предложено готовиться к экспедиции по обследованию радиоактивности Кавказской группы минеральных вод. Это, однако, не означало, что метод радиометрической съемки не был использован в Тюя-Муюне. Радиометрическую съемку там провел профессор Г. О. Ерчиковский, также сам изготовивший электроскоп, мало отличавшийся от прибора Богоявленского. Тщательно промерив радиоактивность над отвалами руды, он затем провел радиометрическую съемку территории коренного залегания руд во всем районе Тюя-Муюн. Он отметил, что влажность воздуха, дождь, солнце, ветер или отсутствие ветра могли существенно изменить время разрядки и, следовательно, величину определяемой радиоактивности. Он пытался найти поправочные коэффициенты, определить степень точности проводимых измерений. Поэтому его измерения проводились гораздо медленнее и рекомендации о возможностях применения радиометрической съемки были весьма осторожными. К тому же, будучи человеком совершенно другого по сравнению с Л. Н. Богоявленским склада, он не спешил с выводами и рекомендациями до полного выяснения

³ Там же, с. 23.

физической сущности замеченных им явлений. В результате трехлетних работ в районе Тюя-Муюна Г. О. Ерчиковский рекомендовал радиометрическую съемку, или, как он выражался, полевые измерения радиоактивности, электроскопом только для исследований радиоактивных руд, при условии содержания в них достаточного количества радиоактивных элементов.

Оценивая первые работы Богоявленского и Ерчиковского, геолог Д. И. Щербаков в 1923 г. отмечал, что их приборы мало отличались один от другого, были основаны на одном принципе, «улавливали только гамма-излучение радиоэлементов горных пород» [1, 56].

С позиций сегодняшнего дня видно, насколько прогрессивной была деятельность Богоявленского по разработке и внедрению радиометрической съемки. Его исследования радиоактивности на Алтае и в Пятигорске, успехи в бурении скважин, давших новые источники радиоактивной лечебной воды, явились, можно сказать, первым залогом целесообразности применения новых методов поисков и разведки, основанных на регистрации радиоактивных излучений специальными приборами без взятия проб. Благодаря его инициативе и кипучей энергии стали разрабатываться первые методы радиометрической съемки и было ускорено их применение на месторождении Тюя-Муюн. Богоявленский не только доказал целесообразность использования измерений степени ионизации почвенного воздуха для поисков выходов радиоактивной воды на курортах, но и показал возможности использования гамма-электроскопов для поисков других природных объектов и полезных ископаемых, в первую очередь радиоактивных руд.

Радиометрическая разведка нефти

Еще в начале 20-х годов Л. Н. Богоявленский впервые в нашей стране высказал идею о возможности поисков нефтяных месторождений по данным радиометрической съемки. В то время одной из жизненно важных проблем была проблема добычи топлива, и Леонид Николаевич, конечно, не мог не попытаться помочь ее решить. Он предложил, а затем и попытался применить радиометрическую съемку для поисков нефти. Его работы по исследованию радиоактивности нефтяных месторождений хотя

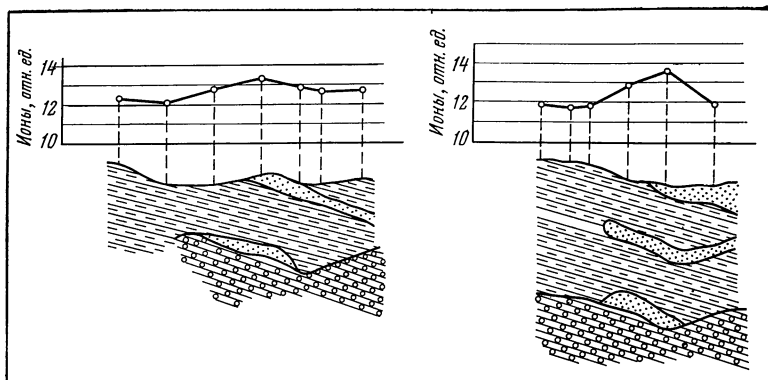
и окончились неудачей, но оказали решающее влияние на ускорение постановки соответствующих исследований как в СССР, так и в других странах.

Статья Л. Н. Богоявленского «О применении метода радиометрической съемки к разведке нефтяных месторождений» была опубликована во втором номере журнала «Нефтяное и сланцевое хозяйство» за 1923 г. В ней приведен анализ имевшихся в то время немногочисленных исследований радиоактивности нефти. В частности, указывается, что присутствие эманации радия в нефти обнаружили многие исследователи, что в нефти эманация радия растворяется как обычный газ в соответствии с известными законами растворимости газов в жидкостях. Л. Н. Богоявленский обратил внимание на данные Химстедта, установившего высокую абсорбционную способность нефти к эманации радия, в десятки раз большую, чем у воды. Следовательно, сделал он вывод, нефть, как правило, должна быть радиоактивной. А поскольку «основное свойство радиоэлементов — способность производить излучения, поддерживающие воздух в ионизированном состоянии, т. е. производящем электричество состоянии», писал он в той же статье [II, 7, с. 237], то с помощью электроскопа эти излучения радиоактивной нефти можно обнаружить.

В статье Богоявленского указывалось на простоту проведения измерений с помощью сконструированного автором специального электроскопа, упоминалось о съемке на Алтае и рекомендовалось предварительно производить на каждом месторождении опробование на радиоактивность образцов пород и нефти из естественных выходов или колодцев. Только после этого можно решать, применима ли для данного месторождения радиометрическая съемка. Опробование пород и образцов нефти в широком масштабе страны «при сравнительно ничтожных издержках несомненно должно сократить огромные расходы по бурению, которое часто приходится делать вслепую» [I, 19, с. 238].

Результаты радиометрической съемки должны, по мысли Богоявленского, дать исчерпывающие исходные данные для закладки буровых скважин на вновь открытых таким методом нефтяных месторождениях. Статья заканчивалась кратким резюме на английском языке.

Далее следовал комментарий известного геолога-нефтяника К. П. Калицкого «По поводу статьи Л. Н. Бого-



Распределение радиоактивности над нефтяным месторождением в Майкопе по данным Л. Н. Богоявленского

явленского «О применении метода радиометрической съемки к разведке нефтяных месторождений». Прежде всего Калицкий отметил новую интересную постановку вопроса «об исследовании радиоактивности нефтей в природных условиях» [1, 19, с. 239], затем указал на неясность возможностей метода радиометрической съемки — что она может дать и что от нее можно требовать. Пока результаты радиометрической съемки не будут подтверждены обычными геологическими данными, надо быть, советовал он, по возможности сдержанными в смысле безоговорочного принятия тектонических построений, выведенных из радиометрических наблюдений. Что касается оконтуривания нефтяных месторождений, то его по данным радиометрической съемки установить невозможно.

Нефтяные месторождения, как правило, являются хорошо закрытыми плотными породами ловушками, и поэтому если даже нефть и радиоактивна, доказывал К. П. Калицкий, то ее радиоактивность должна всецело поглощаться толщей вышележащих пород. Кроме того, в связи с наклоном нефтяных пластов, увеличивающимся в сторону падения, толщина пород по контуру залежи почти всегда оказывается еще больше. На пути радиоактивных излучений, если они будут исходить от нефти, существует много препятствий, поглощающих эти излучения, и вследствие этого, зарегистрированные на поверхности, они не отражают действительного положения нефтяного

месторождения в пространстве. Следовательно, приходит к заключению К. П. Калицкий, если на земной поверхности измеряются излучения, действительно исходящие из нефтяного пласта, то по результатам радиометрической съемки все равно невозможно точно определить контур залежи.

Отвергая возможность радиометрической съемки для разведки нефтяных месторождений, в частности для оконтуривания залежей нефти, К. П. Калицкий очень правильно предсказал перспективы ее применения в исследованиях нефтяных месторождений. По его мнению, приложение совершенно новых методов исследования нефти в природных условиях и при измерении ее радиоактивности на месте должно обнаружить «новые и неожиданные данные о происхождении нефти». В зависимости от принятия той или иной гипотезы (органического или неорганического) происхождения нефти можно по-разному рассматривать поисковые и разведочные данные и строить дальнейшее направление разведок в тех или иных новых районах. По этому важнейшему вопросу в конце 20-х — начале 30-х годов велась ожесточенная дискуссия. Из-за неправильной позиции в вопросе о происхождении нефти, например, долгое время задерживалась разведка в Урало-Поволжье. Только благодаря настойчивости академика И. М. Губкина сопротивление геологов в середине 30-х годов было преодолено. В этом регионе широко развернулись разведочные работы, и в 50—60-х годах нефтяные районы Башкирии и Татарии вступили в строй. А как они были нужны нашей стране во время Отечественной войны!

По мнению Калицкого, исследовать необходимо прежде всего радиоактивность нефтяных вод, а не самой нефти. Сведения о радиоактивности пластовых вод нефтяных месторождений, писал К. П. Калицкий, должны помочь в определении времени и места, где и когда глубинная вода нефтяного месторождения стала радиоактивной. При этом он не допускал возможности какой-то начальной повышенной радиоактивности пластовой воды: она становится радиоактивной в процессе формирования и жизни месторождения. Для геолога очень важно было узнать, за счет какого источника вода стала радиоактивной. Оттого ли, что, просачиваясь через породы с повышенным содержанием радия, обогащалась за их счет, или на своем пути к залежи насыщалась газами, содержащими радиоактивные эманации? И в том, и в другом, а возможно, и в

третьем случае, считал Калицкий, мы получим новые объективные данные о геохимии радиоактивных элементов нефтеносных провинций. Эти данные, безусловно, будут полезны в выяснении основного вопроса о происхождении нефти, могут быть использованы для правильного направления разведок в данном районе.

И еще один важный практический аспект исследования отметил К. П. Калицкий. Вопрос о происхождении нефтяных пластовых вод, изливающихся вместе с нефтью во время эксплуатации скважин, позволяет правильно наметить режимы отбора нефти. Количество пластовой воды со временем увеличивается. Хорошо, если это увеличение происходит за счет подпирающего нефтяной пласт водоносного пласта, т. е. за счет подошвенной воды. Но иногда в скважину прорываются воды из расположенных выше горизонтов. Тогда может случиться беда, если вовремя не будут приняты меры. В этих случаях скважина полностью обводняется и нефть остается погребенной в пласте.

Заканчивая свой анализ применения радиометрической съемки к исследованиям нефтяных месторождений и ее перспектив, Калицкий говорил, что если радиолог будет работать в тесном содружестве с опытным полевым геологом — нефтяником, то новое дело от этого только выиграет.

Статья Л. Н. Богоявленского, но без комментариев К. П. Калицкого была переведена и опубликована во многих иностранных журналах в том же 1923 году (например, в немецком журнале «Russland»). Последователи нового метода разведки нефти нашлись сразу же.

Проверить радиометрическую разведку для определения контура нефтяного месторождения Богоявленскому удалось только в 1924 г. Он учел советы Калицкого провести проверку нового метода на уже известном месторождении, чтобы можно было сравнить полученные данные с геологическими. Для проведения первого опыта был выбран на одном из нефтепромыслов Майкопа давно выработанный и законсервированный участок. Геологическое строение этого района было хорошо изучено еще в 1910—1911 гг. И. М. Губкиным. В разрезе отмечены два продуктивных горизонта, нефтеносные пласты расположены в виде отдельных линз. Богоявленский наметил профили для проведения радиометрической съемки, определил количество пунктов измерений на каждом из них.

Измерения радиоактивности он провел с особой тщательностью, применив усовершенствованный прибор, позволяющий определять направление поступающих на электроскоп излучений. Для этого у стенок ионизационной камеры были установлены дополнительные свинцовые фильтры толщиной 1 см с окнами, которые поочередно закрывались и не пропускали радиоактивные излучения в камеру.

Полученные данные были нанесены на геологический разрез профиля, чтобы определить закономерности распределения радиоактивности на поверхности в зависимости от глубинного строения и расположения нефтяной залежи. К сожалению, закономерностей Богоявленскому установить не удалось, хотя он утверждал, что им отмечена связь повышенной радиоактивности с залеганием нефтяных пластов. На приведенных им в статье «Радиометрическая разведка нефти» рисунках практически невозможно отнести повышения и понижения радиоактивности за счет существования нефтяных залежей. Богоявленский и сам понимал шаткость своих позиций [II, 19, с. 113—122]. Но он видел и другое: ведь по его данным опять была отмечена повышенная активность, и если она не связана с нефтью, то надо выяснить ее происхождение. Он отобрал образцы пород и почв в районе повышенной радиоактивности и исследовал их. Ничтожно малая активность образцов дала ему еще одно доказательство существования огромных масс погребенного вещества повышенной активности.

Таким веществом, как он считал, могли быть нефтеносные пласты за счет огромной абсорбирующей способности нефти к радиоактивным газам, извлекаемым из подстилающих залежей пород. Согласно гипотезе органического происхождения нефти, эти породы, как правило, должны представлять морские илы или другие органические вещества, которые, в свою очередь, более богаты радием, чем окружающие породы, за счет большой абсорбционной способности к радио коллоидов, входящих в состав илов.

В 20-х годах геофизические методы разведки делали первые робкие шаги. На I Всесоюзном съезде нефтеработников в декабре 1925 г. впервые были заслушаны доклады по геофизическим методам разведки — П. М. Никифорова, С. И. Миронова и Б. В. Нумерова. Нефтяники возлагали надежды и на радиометрический метод, несмотря

на скептическое отношение к нему К. П. Калицкого. В Геологическом комитете при подведении итогов работы за 1925 г. в области разработки и применения геофизики для поисков и разведки полезных ископаемых А. К. Гедовиус весьма осторожно высказался о радиометрической разведке. Практическое использование радиоактивных свойств горных пород для разведочных целей, говорил он, находится еще в стадии изучения, и пока нет проверенных данных относительно возможности ее использования для разведки нефти.

Несколько иной точки зрения на радиометрическую разведку придерживались геофизики немецких специализированных поисковых фирм. Виднейший немецкий геофизик Р. Амбронн, первым обративший внимание на статью о радиометрической разведке нефти Л. Н. Богоявленского, сам сразу же стал работать в этом направлении. Кроме нескольких статей в журналах, Амбронн опубликовал специальное пособие по геофизическим методам разведки. В этом, одном из первых, пособии по геофизике достаточно подробно описывается и «радиологический метод».

Амбронн с большим вниманием отнесся ко всем работам Богоявленского по применению радиометрической съемки к поискам полезных ископаемых и природных вод. Сильно сомневаясь в возможности приборов уловить излучения ничтожных количеств радиоактивных веществ, выносимых с потоками глубинной воды или мигрирующего газа, Амбронн считал возможным успешно проводить радиометрическую разведку радиоактивных вод, если выход их связан с тектоническими трещинами или другими нарушениями.

Применение радиометрической съемки для разведки на нефть Амбронн тоже считал вполне возможным. Но в отличие от Богоявленского, проводившего съемку площади, Амбронн предлагал проводить исследования тем же способом в скважинах. Он даже сконструировал специальную установку, в которой система трубопроводов обеспечивала взятие и транспортировку проб воздуха непосредственно от пластов на различных глубинах до ионизационной камеры, установленной на поверхности. Установка получилась слишком громоздкой и работала только на небольших глубинах — до нескольких десятков метров. Идея Богоявленского о поисках нефтяных залежей по измерениям естественной радиоактивности, уточ-

ненная Амбронном, была реализована только в середине 30-х годов советскими учеными. Метод определения горных пород по их естественной радиоактивности, предложенный В. А. Шпаком, Г. В. Горшковым, А. Г. Грамаковым и Н. М. Лятковской, получил название радиоактивного каротажа скважин и широко применяется на нефтяных промыслах Советского Союза и других стран.

Метод радиометрической съемки, предложенный Богоявленским для разведки нефтяных месторождений, получил еще большую поддержку за рубежом, несмотря на неудачу первого опыта в Майкопе. Так, немецкий геофизик Р. Маурер в статье «Радиоактивные изменения как способ определения нефтяных месторождений»¹ сообщает о новом методе, якобы блестяще оправдавшем себя при исследованиях двух месторождений в двух странах. По данным радиометрической съемки Маурер будто бы с большой точностью определил контуры нефтяных месторождений в Германии и Франции. Пробуренные скважины подтвердили правильность установленных съемкой контуров. Статья Маурера носила чисто рекламный характер и была написана, как признавался автор, в целях привлечения внимания к новым радиометрическим исследованиям. В ней не содержалось сведений ни о сущности интерпретации полученных данных, ни о связи замеченных аномалий с глубинным строением или нефтяными залежами. Мы можем рассматривать статью, подобные статье Маурера, лишь как свидетельство работы зарубежных ученых в применении радиометрической съемки к разведке полезных ископаемых.

Многие фирмы, образовавшиеся в 20-х годах во время европейского геофизического бума, включали радиометрическую съемку в необходимый комплекс геофизических методов разведки. Международная комплексная геофизическая организация, во главе которой стояли представители немецких фирм, в конце 20-х годов рекламировала свои обязательства по проведению в особенно широком масштабе геофизической разведки на нефть в Австралии всеми, в том числе и радиометрическими, методами. Вскоре, однако, шумиха, поднятая вокруг радиометрического метода разведки нефтяных месторождений, утихла. В 30-х годах радиометрический метод уже не

¹ Опубликована в журнале «Petroleum Zeitschreiber» (1926, № 4).

упоминался как перспективный для поисков нефтяных месторождений.

К радиометрической разведке нефтяных месторождений вновь вернулись только в 50-х годах, т. е. через 30 лет после ее первого применения Богоявленским. В Советском Союзе были развернуты разведочные работы с применением радиометрической съемки для поисков нефтяных месторождений. Но, несмотря на более высокий уровень техники, и в 50-х годах также не было получено достаточных оснований для однозначной трактовки отмеченных аномалий радиоактивных излучений как границ нефтяной залежи.

Радиометрическая съемка, проведенная над хорошо изученными нефтяными месторождениями, показала, что отмеченные аномалии не всегда связаны с наличием нефтяной залежи. Более тщательное изучение этих связей и накопление данных позволили установить связи аномалий радиоактивного поля с тектоническими нарушениями в земной коре. И если структура нефтяного месторождения в какой-то мере обязана тектонике, то, как правило, контуры такого месторождения хорошо прослеживались по радиоактивным аномалиям. Как видно, полностью оправдались указания Р. Амбронна, который, будучи геологом, сразу смог уловить возможную связь между излучениями и строением земной коры. Но сейчас приходится удивляться и интуиции Л. Н. Богоявленского, первым обратившего внимание на возможность поисков лечебной радиоактивной воды по повышенным значениям радиоактивности над трещинами и сбросами (теми же тектоническими нарушениями), по которым эта вода могла поступать горячей и радиоактивной из глубин. К сожалению, в течение десятков лет догадка Богоявленского об этих связях не была проверена, в результате чего потеряно много времени.

Открытие радиоактивности нефтяных пластовых вод

Л. Н. Богоявленский был одним из первых советских исследователей радиоактивности пластовых вод. Все началось с сенсационного открытия повышенного содержания радия в пластовых водах Гейдельбергской скважины. При бурении на нефть разведочной скважины вблизи города Гейдельберга (Германия) в 1919—1921 гг. предусмотрительные владельцы буровой не только проводили анализы проходимых пород, но и брали образцы пластовых вод. Специально исследовалась их радиоактивность в целях возможного дальнейшего использования этих вод в качестве лечебных. Организация курорта на базе минерального радиоактивного источника могла сулить большие выгоды.

Вода верхних горизонтов была самой обычной, немного солоноватой, с малым содержанием радия. Неожиданно с глубины 998 м, после пересечения битуминозной толщи и сбросовых трещин, на поверхность стала поступать горячая, сильноминерализованная вода. В ней содержалось радия 1,74—1,79 г/л, а в сухом остатке — около 8,8%. Это примерно равнялось радиоактивности рассолов богатейших месторождений радия (в рассолах чешского месторождения Иоахимовсталь радия было $1,48 \cdot 10^{-10}$ г/л) и оказалось почти в 1000 раз больше, чем в других природных водах.

Необыкновенно высокая радиоактивность пластовых вод Гейдельберга была сразу же признана видным немецким геологом В. Саламоном уникальнейшим явлением природы. Радий, по его мнению, мог поступать за счет вымывания из окружающих нефтяное месторождение горных пород. Только благодаря ряду счастливых совпадений — соседству богатых радием пород, подстилающих нефтяные горизонты, и закладке буровой скважины именно в этом месте — удалось обнаружить это, вероятно неповторимое, явление. Высокий авторитет В. Саламона и достаточная обоснованность его рассуждений не вызвали никаких возражений. Гипотеза В. Саламона была принята. Никто даже не попытался исследовать воды других месторождений и определить их радиоактивность. В течение ряда лет пластовые воды гейдельбергской скважины оставались единственными радиоактивными водами;

ничего похожего не встречалось в практике геологической разведки в других районах.

В 20-х годах в СССР во многие перспективные в отношении радиоактивных минералов районы были направлены экспедиции и геологические партии для разведки и изучения радиоактивных руд и редких газов. Особенно тщательно исследовались условия выхода гелия и других газов, являющихся продуктами распада радиоактивных элементов. В конце лета 1926 г. один из участников экспедиции — А. А. Черепенников, проводивший поиски редких газов на Севере, заметил странное явление. Из заброшенной казенной буровой скважины № 1 бывших нефтяных промыслов на р. Ухте вместе с горючими газами изливалась необычная вода, образующаящая какой-то особый красноватый осадок. В статье «Проявления радиоактивности в Ухтинском районе» [1, 53] он привел некоторые подробности о своей находке. Он взял несколько проб газа и воды. Первые радиологические исследования на Ухте проводили представители Радиологического отдела Института прикладной геофизики (А. А. Ломакин) и Радиологической лаборатории Главной палаты мер и весов (Л. Н. Богоявленский). Анализ первой же пробы воды, сделанный Л. Н. Богоявленским в апреле 1927 г. в Ленинграде, вызвал сенсацию. В ухтинской воде радия оказалось значительно больше, чем в водах знаменитой гейдельбергской скважины, и примерно в 5 раз больше, чем в рассолах Иоахимовсталь.

Как только стали известны эти результаты, на Ухту срочно выехали радиологи, геологи и другие специалисты. В этом районе была организована радиометрическая съемка довольно обширной территории, обследованы на радиоактивность все естественные водные источники — реки, озера, нефтяные пластовые и другие глубинные воды, а также природные газы. Все стремились как можно скорее определить границы водоносного пласта и выяснить запасы радиеносной воды. Но прежде чем можно было хотя бы ориентировочно подсчитать запасы воды и решить вопрос о добыче радия, необходимо было узнать происхождение высокой радиоактивности пластовых вод, механизм и источник их обогащения радием.

Геологическое строение Ухтинского района, одного из самых старых нефтедобывающих районов России, изучалось с конца прошлого века. Месторождение нефти в районе р. Ухты представляло ненарушенный правильный

купол. Продуктивные пласты-песчаники подстилаются сланцами древнего происхождения. По поводу источника обогащения вод радием высказывались самые различные гипотезы. Тщательные исследования этого явления позволили получить ясный ответ только через несколько лет.

Л. Н. Богоявленский и А. А. Ломакин, как и немецкий геолог В. Саламон, сначала решили, что причиной радионности являются неизвестные богатые радиоактивные руды, залегающие ниже нефтеносных горизонтов. Но, согласно установленному геологическому строению района, не было никаких оснований предполагать существование доголе неизвестных радиоактивных руд или других концентрированных скоплений радиоактивных веществ. Ни сами нефтеносные пески, ни подстилающие горизонты и окружающие горные породы не содержали радий выше обычных средних значений. Следовало иметь в виду, что нефтеносные пески распространялись на обширной площади. А радиеносной была вода только из одной скважины. Все это говорило не столько о концентрации, сколько о широком рассеянии радиоактивных источников, оказавших влияние на состав нефтяных пластовых вод.

Л. Н. Богоявленский вынужден был пересмотреть свои взгляды и выдвинул «химическую» версию об обогащении вод радием. Сначала должно происходить выпелачивание радия сульфатными пластовыми водами из первичных урановых и ториевых руд кристаллического фундамента. На следующем этапе, во время бактериальных процессов, как считал Богоявленский, радий восстанавливается и происходит перевод его солей в раствор и воду. Несмотря на неясность вопроса о происхождении радия в нефтяных пластовых водах Ухты, поиски новых источников радиоактивной воды в этом районе продолжались. В статье «Ухтинское месторождение радия» [II, 23] Богоявленский сообщил об увеличении содержания радия в воде со временем. Через год радия в пластовой воде было $7,4 \cdot 10^{-9}$ г/л, а наибольшее значение, по определению Главной палаты мер и весов, составляло $7,6 \cdot 10^{-9}$ г радия на литр воды.

Из ухтинской воды была начата промышленная добыча радия. На месте вода обрабатывалась серной кислотой, полученные водные концентраты доставлялись в Ленинград в Радиевый институт, и там по технологии, разработанной В. Г. Хлопиным, производилось извлечение радия. После открытия радия в нефтяных пластовых водах

Ухты вопрос о происхождении радия в погребенных водах привлек внимание ученых и практиков. Стали интенсивно изучать не только состав, но и радиоактивность нефтяных и других природных вод, проводились количественные измерения содержания в них радия, урана, тория и других радиоактивных элементов. Вычислялись соотношения между основными и дочерними радиоактивными элементами, определялись химический состав вод, возможное происхождение радиоактивности вод, ее химические и геохимические связи с окружающими породами, возраст вод и пород и т. п. Сообщение о совершенно исключительном количестве радия в пластовых водах Новогрозненского района, обнаруженном работниками нефтетеппромысловой лаборатории В. С. Тверцыным и В. Б. Милиным, появилось в конце 1929 г. в журнале «Нефтяное хозяйство». Сразу же в Грозный направились представители Радиевого института — Б. А. Никитин и Л. В. Комлев. На средства Союзнефти в течение последующих трех-четырех лет пластовые воды нефтетеппромыслов Грозного и Баку были обследованы на радиоактивность. Были открыты радиеносные воды в Баку, на Челекене и в Средней Азии.

Результаты исследований радиоактивности нефтяных пластовых вод во многих районах СССР, проведенных Радиевым институтом, были опубликованы в трудах института, докладах Академии наук СССР и Французской академии наук. Под влиянием новых фактических данных В. Саламон вынужден был отказаться от своей гипотезы. В докладе Гейдельбергской академии наук он привел результаты советских исследований и признал, что повышенная радиоактивность гейдельбергской скважины не может считаться уникальной или исключительной, а что, видимо, это какое-то общее явление и, как правильно утверждают русские ученые, выявилась новая, еще не изученная и чрезвычайно интересная форма концентрации радия на Земле.

Открытие радия в нефтяных пластовых водах, по мнению В. И. Вернадского, заставило в сильной степени углублять и менять представление об его истории. Радий в пластовых водах сконцентрирован в новой интересной и важной форме, требующей немедленного и длительного разрешения.

Изучение радиоактивности нефтяных пластовых вод показало весьма разнообразную форму концентрации ра-



*Л. Н. Богоявленский на V Менделеевском съезде
в Казани (1928 г.)*

дия, на которую большое влияние оказывает химический состав самих вод и окружающих горных пород. Происходящие химические процессы оказались гораздо сложнее, чем это представлял Л. Н. Богоявленский. Всеобщность явления радиоактивности и распространенность радиоактивных элементов и их изотопов в природных водах и горных породах достаточно убедительно показали перспективность применения радиометрических исследований в разведке полезных ископаемых.

Последующие исследования радиоактивности нефтяных и других природных вод показали устойчивость содержания в них радиоактивных элементов и изотопов. Благодаря этому впервые появилась возможность определения последовательности протекающих на больших глубинах геологических и геохимических, а возможно,

и радиохимических процессов, в которых принимали участие в течение длительного геологического времени нефтяные пластовые воды. Получаемая информация о содержании радиоактивных элементов в нефтяных пластовых водах оказалась весьма полезной при уточнении геологического строения нефтяных месторождений, определений возраста и состава горных пород ядерно-физическими методами, один из которых был впервые предложен Л. Н. Богоявленским.

В связи с исследованиями нефтяных пластовых вод и влияния на их радиоактивность состава окружающих горных пород Л. Н. Богоявленский совместно с А. Н. Пылковым провел измерения содержания радия в ортитах. Выступая на V Менделеевском съезде по чистой и прикладной химии, посвященном памяти А. М. Бутлерова, в 1928 г. с докладом «Определение радия в русских ортитах различного происхождения», он указал на присутствие в ортитах радия в состоянии радиоактивного равновесия с ураном. Принимая во внимание зависимость содержания щелочных металлов от содержания радия и урана, он высказал предположение, что «уран содержится в ортитах в виде определенного химического соединения, а не в виде микроскопической подмеси» [II, 20, с. 18—19].

Эталон радия в СССР и единица радиоактивности

В Главной палате мер и весов исследования по радиоактивности впервые проводились еще при жизни Д. И. Менделеева. Весной 1902 г. великий ученый побывал в парижской лаборатории Беккереля. Тогда же он решил приобрести небольшое количество радия. В этом помог ему профессор Ф. Гизель [I, 8, с. 175]. По заданию Д. И. Менделеева лаборант Главной палаты мер и весов М. В. Иванов провел некоторые наблюдения по изучению радиоактивности. Было установлено, что температура и давление не оказывают влияния на скорость радиоактивного распада. Этим первые исследования и ограничились. В 1909 г. появилась статья Л. А. Чугаева и студента В. П. Покровского по теории спинтарископа, в которой они показали ошибочность мнения Беккереля

о причине свечения сернистого цинка под ударами альфа-частиц [I, 54, с. 298—301]. Но изучение вопросов радиоактивности было лишь небольшим эпизодом в широкой научной деятельности Льва Александровича Чугаева.

Ученых, имеющих опыт работы в солидных лабораториях по изучению радиоактивности, в России, можно сказать, не было. Исключение составлял только Василий Андреевич Бородавский, который в 1908—1910 гг. работал у Дж. Дж. Томсона в Кембридже и у Э. Резерфорда в Манчестере. В 1912 г. именно его и пригласил для организации радиологической лаборатории профессор физики, управляющий Главной палатой мер и весов Н. Г. Егоров.

Бородавскому в Главной палате мер и весов долго работать не пришлось. Он скончался еще в январе 1914 г. В 1912 г. в Россию вернулся и Лев Станиславович Коловрат-Червинский, который в течение пяти лет работал в лаборатории Марии Кюри. В послеоктябрьский период он был самым опытным специалистом по радиоактивности. Именно ему было поручено наблюдать за изготовлением необходимых измерительных приборов в мастерской при Радиевой лаборатории Академии наук в то время, когда Богоявленский был откомандирован в Березники с ферганской рудой. Нами уже упоминалось о деятельности Л. С. Коловрат-Червинского в организации радиевого дела в Советской России. Он не стал преемником Бородавского в Главной палате, ибо как раз в 1914 г. находился в экспедиции и определял радиоактивность воздуха у ряда источников и пещер. В Главной палате мер и весов он стал работать только с 1917 г. В январе 1921 г. Коловрат-Червинский неожиданно умер.

Дело, начатое Богоявленским в Березниках, было продолжено В. Г. Хлопиным и И. Я. Башиловым в Бондюгах. Приближался день, когда должен был быть получен первый советский препарат радия. Велись большие исследовательские работы по изучению радиоактивности при Академии наук. Развертывались и геологопоисковые работы. Радий надо было измерять. Специалистом по этому вопросу в тот момент мог быть только Л. Н. Богоявленский, состоявший в распоряжении Геолкома.

На заседании Государственного ученого совета (ГУС) было принято решение об учреждении радиевой лаборатории при Академии наук, заведование которой поручалось В. Г. Хлопину [I, 39, с. 170].

В тот же день (15 апреля 1921 г.) приказом по Главной палате мер и весов ассистентом химической лаборатории был зачислен Л. Н. Богоявленский. Ему предстояло организовать радиологическую лабораторию вместо существовавшего там с октября 1918 г. небольшого радиевого отделения в составе лаборатории химической. Как писал впоследствии академик А. А. Байков, знавший Леонида Николаевича со времени его поступления в Главную палату, он, получивший образование под руководством таких крупных профессоров, как Ле Шателье, Урбен, Сабатье, специализировавшийся в области радиологии и радиохимии у братьев Данн, ближайших сотрудников М. Кюри, оказался вполне подходящим лицом для организации радиологической лаборатории.

Л. Н. Богоявленскому пришлось многое организовывать, многое приобретать и переконструировать или же создавать самому.

К 1 сентября 1921 г. работы по организации радиологической лаборатории можно было считать завершенными, и Богоявленский стал ее первым метрологом.

Вопрос о необходимости точного измерения радия, установления для него единицы, изготовления эталона возник еще в начале XX столетия. Брюссельский Международный конгресс по электричеству 1910 г. постановил принять за единицу радия миллиграмм-эквивалент, определяемый по интенсивности его гамма-излучения независимо от характера его химического соединения. Тогда же было поручено Марии Кюри изготовление эталона радия [I, 46]. Со всей точностью и тщательностью, присущей этому замечательному экспериментатору, задача была с успехом выполнена, и в 1912 г. на Международном конгрессе по электричеству постановили навеску стопроцентной соли безводного хлористого радия, приготовленную Марией Кюри, считать основным международным эталоном радия. В то же время химиком Хенигшмидтом в Вене была приготовлена другая навеска хлористого радия. Как в Париже, так и в Вене были проведены сравнения этих препаратов ионизационным методом по испускаемым гамма-лучам. Полное совпадение результатов свидетельствовало о правильности изготовления эталонов.

Конгресс постановил считать основным международным эталоном навеску Марии Кюри и предписал хранить ее в Севре. Навеску Хенигшмидта признали копией меж-

дународного эталона, хранимой в Венской академии наук. Тогда же конгрессом была образована специальная постоянная комиссия, которая обязывалась вести наблюдение за обоими эталонами и снабжением различных государств так называемыми вторичными эталонами. Последние должны были изготавливаться также из стопроцентного хлористого радия и заключаться в ампулы того же сорта стекла с той же толщиной стенки. Эти вторичные эталоны должны сверяться по парижскому и венскому эталонам. Такими вторичными эталонами в 1912 г. обзавелись Франция, Германия и Англия, в 1913 г. — Швеция, Япония и США, в 1915 г. — Дания, в 1924 г. — Бельгия и Чехословакия [1, 46].

Для своего успешного развития наука о радиоактивности в Советской России должна была располагать эталонами радия, как рабочими, так и международными.

Богоявленский от имени Главной палаты мер и весов и Академии наук по вопросу изготовления рабочих эталонов из того радия, которым располагал, обратился к братьям Данн. Фирма выполнила настоятельную просьбу своего бывшего сотрудника, ставшего представителем русской науки, и в начале 1923 г. выслала ампулу с радием, содержащую 25 мг этого элемента. Фирма «Материал радиоложик», принадлежавшая братьям Данн, согласилась произвести расфасовку и изготовить из представленного материала две ампулы, предназначенные стать рабочими эталонами. Из работы Л. Н. Богоявленского «Установление основного эталона радия СССР» известно, что «из документов, прилагаемых к ампуле... можно предположить, что материалом для ее изготовления служил иоакимстальский радий».

Как видно, история приобретения этого радия Богоявленскому была прекрасно известна, но он почему-то избегал ее освещать. Можно с большой мерой достоверности предположить, что этот радий был передан в Главную палату самим Богоявленским перед отъездом в Березники с ферганской рудой. Так что братьям Данн пришлось работать с тем самым радием, которым в свое время они как бы «премировали» отъезжавшего на родину Богоявленского.

Фирма с полной добросовестностью и особой тщательностью выполнила взятую на себя задачу. Две ампулы из тюрингского стекла были запаяны в ноябре 1923 г. После этого их передали в лабораторию Марии Кюри.

там их сравнили с рабочим эталоном, а 7 января 1924 г. на них были выписаны сертификаты.

Но это было лишь началом работы. Эталоны должны, в самом лучшем случае, подвергаться испытанию в течение нескольких лет.

Чистота препаратов радия — одно из необходимых условий при изготовлении эталонов. Обычная примесь, остающаяся при последнем фракционировании хлоридов или бромидов радия, — это соли бария. Измерение эталона — это измерение интенсивности и постоянства его гамма-излучения. Примесь бария тут не оказывает никакого влияния, однако она увеличивает массу препарата, производит разбавление его неактивным веществом и увеличивает поглощение излучения самой массой.

В очень затруднительное положение может поставить примесь изотопа радия — мезотория, испускающего такие же гамма-лучи, как и радий, но резко отличающегося от последнего своим периодом полураспада (6,7 и 1590 лет). Распадаясь, мезоторий превращается в другой гамма-излучающий торий С. При наличии примеси мезотория приходится в результате краткосрочных радиоактивных превращений наблюдать, как гамма-излучение ампулы вначале возрастает, затем начинает падать. Отделить мезоторий от радия химическим путем не представляется возможным, поскольку это изотопы одного и того же элемента, химические свойства которых идентичны. Гарантией того, что в препарате радия отсутствует мезоторий, могло быть тогда только его происхождение. Мезоторий — продукт распада тория, а не урана, так что если торий отсутствует, хотя бы как примесь, в рудном месторождении, откуда добыт радий, это очень облегчает последующие измерения. Иоакимстальская руда практически совершенно не содержит тория. Из открытых к тому времени новых месторождений урановых руд наибольшего внимания заслуживали месторождения урановой смолки в Бельгийском Конго, эксплуатировавшиеся фирмой «Унион миньер ду хаут Катанга», поставлявшей препараты радия для изготовления вторичных международных эталонов, так как запасы руды отличались мощностью и отсутствием минералов, содержащих торий, тогда как месторождение Иоакимстальское, не отличавшееся богатством запасов, практически уже было выработано.

1 декабря 1921 г. В. Г. Хлопин на Бондюжском заводе выделил первый препарат радия. Но измерять радий было

все еще нечем. Сертификаты на эталоны Главной палаты были выписаны лишь 1 января 1924 г., а еще для них требовалась длительная сверка. О создавшейся обстановке президент Палаты Д. П. Коновалов сделал 16 февраля 1925 г. обстоятельный доклад в ВСНХ, председателем которого в то время был Ф. Э. Дзержинский. Палата получила полную поддержку как в организационном, так и в финансовом смысле. Л. Н. Богоявленский организовал получение Палатой от Международной комиссии по эталонам двух уже готовых вторичных эталонов радия [1, 22, с. 29]. Эталоны № 1 и № 2 были еще в проверке, но если бы они и были вполне готовы к использованию, «авторитет» их был бы все же значительно ниже тех, что общепризнаны Международной комиссией. Эти последние поступили за № X и № XI. Они были проверены лучшими специалистами мира — Э. Резерфордом, М. Кюри и Ст. Мейером — в их лабораториях. Председатель комиссии Э. Резерфорд в выписанном на эталон сертификате сделал примечание, что они, помимо хлористого радия, содержат до 10% хлористого бария. Этот факт, по его мнению, не имел особенного значения, так как поглощение гамма-излучения, вызванное такой примесью, лежит за пределами точности метрологического измерения.

О порядке пользования эталонами, о методах радиологических измерений Метрологический совет Палаты поднял вопрос еще ранее, в 1926 г. Решено было обсудить эту проблему на отдельном совещании, куда надлежало привлечь академика А. Ф. Иоффе и специалистов по радиологии, главными из которых были В. Г. Хлопин и Л. Н. Богоявленский. В марте 1928 г. при Главной палате был организован комитет эталонов радия, состоящий из академиков В. И. Вернадского и А. Ф. Иоффе под председательством президента Палаты Д. П. Коновалова. В. И. Вернадский возглавлял комиссию для установления основного эталона радия СССР, выработки правил его хранения и пользования им. Главная практическая работа в этом легла на плечи Л. Н. Богоявленского, как наиболее сведущего в этих вопросах. По получении международных эталонов № X и № XI в своем заседании от 5 июня 1928 г. комитет постановил считать их официальными эталонами радия СССР, которые должны храниться в надлежащих условиях¹. Специальная комиссия из со-

¹ Отчет о деятельности Главной палаты мер и весов за время с 1 октября 1927 г. по 1 октября 1928 г. Л., 1928, с. 33.

трудников Главной палаты, первым из которых был Л. Н. Богоявленский, Государственного радиового института (ГРИ) занялась разработкой инструкции по хранению эталонов и пользованию ими. Эталон № 1 после сравнения с международным эталоном № VI вернулся в Главную палату.

Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии (ВНИИМ), отпочковавшийся к этому времени от Главной палаты, приступил к систематическим измерениям и сравнениям имеющихся в его распоряжении эталонов. Для этого прежде всего использовался плоский гамма-конденсатор системы Кюри, изготовленный фирмой «Материал радиоложик», на котором Л. Н. Богоявленскому приходилось в свое время проводить измерения у братьев Данн. Гамма-излучение радия, заключенного в ампулу, проходило через известную толщину металла, который должен задерживать бета-излучение, способное исказить результаты показания установки. Таким металлом, как правило, служил свинец толщиной не менее 0,5 см. Пройдя через свинец, гамма-лучи попадали в ионизационную камеру, представлявшую собой конденсатор, одна обкладка которого присоединена к полюсу батареи аккумуляторов на 600 В; другой полюс был заземлен. Образующиеся при этом ионы переносились к другой обкладке конденсатора. Компенсационной установкой с потенциометром измерялась сила возникающего тока, что давало возможность судить о величине гамма-излучения, а стало быть, и о количестве заключенного в ампуле радия. Это был общеизвестный в то время метод Таунзендта.

Хорошо знакомая установка не в полной мере удовлетворяла Л. Н. Богоявленского. Главный ее недостаток заключался в том, что на величину ионизационного тока огромное влияние оказывало самое незначительное удаление препарата от поверхности конденсатора, т. е. изменение телесного угла гамма-излучения ампулы с радием. Получалось же это потому, что ионизационная камера располагалась над плоскостью свинцового диска, на которую в центре ставили ампулу с радием (прикрывая сверху свинцовым же колпаком). Богоявленский вместе со своими сотрудниками разработал и изготовил установку, лишенную упомянутых недостатков. Его шаровой гамма-конденсатор представлял собой две разнонаходящиеся и изолированные свинцовые сферы, с отводом

для ионизационного тока. Во внутренней сфере укреплялся алюминиевый диск, на который ставилась ампула с радием. Пространство между сферами и служило ионизационной камерой, для чего на наружную поверхность подавалось напряжение 600 В. Подобная конструкция исключала заметное влияние геометрической формы ампулы на величину ионизационного тока. Когда новая установка была в достаточной степени изучена всеми сотрудниками, привлеченными к измерениям, приступили к сравнению международных эталонов № XI и № X; первый был принят за основной, второй — за его копию.

Измерения дали цифры, близкие к тем, что указаны в сертификате, т. е., можно сказать, совпадающие с ними в пределах погрешности опыта. Величина ионизационного тока, полученного на плоском конденсаторе системы Кюри, составляла всего лишь 60% того, что давала шаровая установка. Таким образом, конструкция Богоявленского показала преимущество в большей чувствительности определения, а стало быть, меньшей ошибки в результатах.

После детального рассмотрения представленных результатов комитет принял решение: дальнейшие определения проводить только с помощью шарового конденсатора.

В феврале и марте 1934 г. сотрудники радиологической лаборатории во главе с Богоявленским — И. П. Лаптев, С. Н. Гаврилов, П. В. Жидолович, А. Н. Пылков, а также прикомандированный к ним работник Радиевого института Эйхельбергер — стали проводить систематические измерения рабочих эталонов ВНИИМ и ГРИ в сопоставлении с международными эталонами. Эти измерения со всей наглядностью показали, как важно правильно изготовить эталон. Результаты для всех эталонов ГРИ, имеющих предохранительные ампулы, при измерении их на плоском конденсаторе оказались определенно заниженными. Это лишний раз убедило комитет в том, что более точные результаты могут быть получены только с шаровым конденсатором. Сравнительное измерение проводилось несколько лет подряд. Второе — через год после первого, в марте — апреле 1932 г.; третье — еще через два года, в июне 1934 г., четвертое — в январе 1936 г.; пятое — в июне 1938 г.

Эта продолжительная метрологическая работа Богоявленского и его сотрудников имела огромное значение

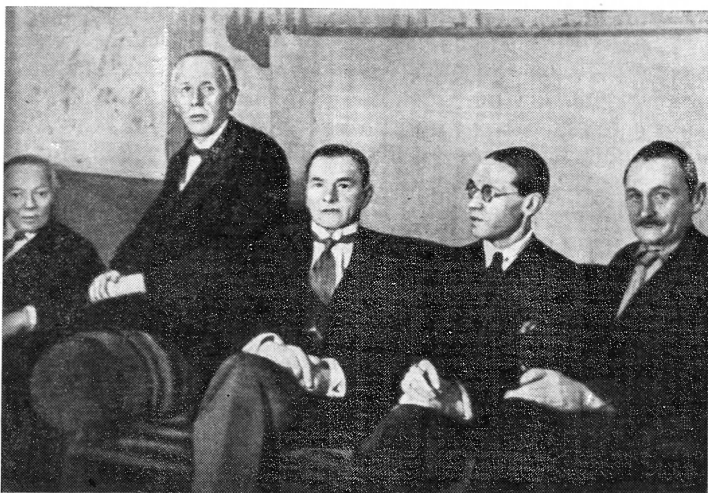
для всей последующей деятельности промышленности по добыче и извлечению радия и науки в области радиологических исследований.

Радиологическая лаборатория Главной палаты с первых дней своего существования была поставлена перед проблемой изготовления эталонов для радиоактивных измерений не в лабораторных, а в полевых условиях. Л. Н. Богоявленский, сам постоянно принимавший участие в экспедициях Геолкома, хорошо знал неудовлетворительность имевшихся эталонов, а потому, естественно, перейдя на работу в Главную палату, уделил этому первостепенное внимание.

Для измерения радиоактивности руд первоначально использовалась зеленая окись урана, насыпанная ровным слоем в углубление металлического диска. Окись урана после измельчения и просеивания взмучивалась с легко испаряющейся, не действовавшей на нее химически жидкостью (обычно хлороформом), выливалась в углубление диска и представлялась естественному испарению. Поверхностный слой окиси был безукоризненно ровным, что имело первостепенное значение, но не был прочным, а в полевых условиях это качество имело большое значение.

Вместе с Л. Н. Богоявленским разработкой изготовления эталонов зеленой окиси урана, отвечающих экспедиционным условиям, занялся А. Н. Пылков [1, 41].

Не испробовав широкого ассортимента закрепителей окиси в диске, остановились на цапоне-лаке, который наливали в углубление диска и запудривали сверху зеленой окисью урана. Слой получался ровный, крепление сравнительно прочное, и на некоторое время этим можно было удовлетвориться. Исследователи, продолжая работу по изысканию других, более прочных закрепителей, обратились к возможности закрепления неорганическими соединениями типа глазури. Для такой цели могли подойти только легкоплавкие смеси. Остановились на свинцовой глазури следующего состава: 16,26% прокаленной буры, 63,41% массикота (окиси свинца) и 20,33% отмученной чистой кремнекислоты. Диски были латунные, очищенные от радиоактивных загрязнений азотной кислотой, с последующей промывкой и просушкой. Глазурной смесью вместе с отмеренной окисью урана заполняли углубление диска и сплавляли в муфельной печи при температуре 350°. Результаты этих опытов, однако, сильно разочаровали Богоявленского и Пылкова. Выяснилось, что при



Л. Н. Богоявленский (крайний справа) и А. Н. Пылков (второй слева) с сотрудниками Института метрологии

плавлении глазури образовывались силикаты урана, совершенно изменявшие химический состав окиси. При повторном нагреве латунный диск коробился, образуя выпуклость в срединной части, а глазурь приобретала внутренние напряжения, теряя прочность. От смешения окиси урана с глазурным порошком пришлось отказаться. Попробовали иначе. Стали просеивать урановую окись на уже застывшую в углублении диска глазурь и приплавлять ее в электрическом муфеле. Активный слой получился ровный, и химических изменений окисла удалось избежать. Однако ток, получаемый от такого эталона, составлял всего лишь 40% от того, который получался с помощью эталона насыпного. Хотя глазурь хорошо и равномерно заполняла углубление диска, но проверки на прочность при сильных сотрясениях такой эталон не выдержал из-за внутренних напряжений.

Снова обратились к органическим закрепителям. В углубление диска наливали раствор коллоксилина в смеси спирта и эфира, разбавляя его для понижения вязкости ацетоном (1:1). После запудривания окисью урана диск высушивали при обыкновенной температуре. Измеренная активность обрадовала ученых: ионизационный ток состав-

лял 97% от того, что получали при насыпном эталоне. Но ... испытания прочности не оправдали надежд: пленка коллодия с ураном при сотрясениях отскакивала от латунного диска. Пришлось снова обратиться к цапон-лаку. Были составлены различные варианты закрепителя с концентрацией целлулоида от 0,05 до 12,8%, их испытали на прочность сцепления с металлом, а также на степень поглощения излучения. Наиболее приемлемыми оказались только лаки с 1,6 и 3,2% целлулоида. После испытания на месте диски были упакованы в посылки и отправлены в отдаленную местность, без указания мер предосторожности при транспортировке, но с требованием адресату вернуть посылки без вскрытия. Полного удовлетворения исследователи все же не получили. И тогда они испытали новое закрепляющее вещество — глиптал. Это продукт конденсации глицерина с фталевым ангидридом, обладающий свойством стабилизироваться (становиться нерастворимым) при нагреве.

Найденное в предыдущей работе (оптимальное количество лака, урановой окиси) стало ориентиром в работе с глипталем, потому результаты были получены значительно быстрее. Глиптал растворяли в смеси этилового спирта, ацетона и бензола. При изготовлении препаратов их активность была измерена и сравнена с активностью насыпных. При содержании глипталя в лаке 1,25 и 0,625% ионизационный ток составлял соответственно 94—95% от тока насыпного препарата. Это были очень обнадеживающие результаты. Но исследователей ждала большая и приятная неожиданность.

Стабилизированный глиптал обладает прекрасными связывающими свойствами, на что Богоявленский с Пылковым и надеялись. В открытом электрическом муфеле они подвергли полученные препараты нагреву при 180° в течение 8 часов. После этого ионизационный ток был снова проверен. И произошло чудо: при указанных содержаниях глипталя ионизационный ток почти не отличался от тока, даваемого насыпным препаратом! Объяснение этого интересного явления — в том, что в процессе стабилизации глиптал полимеризуется, чем уменьшается количество молекул, поглощающих излучение урана. После неоднократных проверок полученные глипталевые препараты были запакованы в ящик и отправлены в Свердловск, куда почта в то время шла не менее шести суток. Никаких предупреждений об осторожности обращения с

посылкой не было; когда заколачивали ящик, то нарочно делали это увесистыми ударами. Можно представить, с каким нетерпением открывали они свою же упаковку после ее дальнего путешествия. Все оказалось в исправности. Проверка ионизационного тока дала те же самые показания. Таким образом, был найден лучший эталонный препарат для экспедиционных условий.

Спустя определенное время к зеленой окиси урана пришлось снова вернуться. Удовлетворительные в обычных атмосферных условиях препараты ее были совершенно непригодны в условиях вакуума. Стали подумывать о нанесении на поверхность слоя урановой окиси методом катодного распыления. Побудительной причиной к этому была и возникшая потребность изучения фотоэлектрических свойств с помощью уранового фотоэлемента, особенностью которого являлась наибольшая чувствительность к ультрафиолетовым лучам в сравнительно широком диапазоне (3200—2800 Å). Если бы это удалось сделать, то от поглощения излучения слоем лака можно было бы совершенно избавиться. Решением этой лабораторно-технической проблемы вместе с Л. Н. Богоявленским занялся его аспирант М. М. Соколов. Задача была не из легких, так как при наличии в литературе большого количества работ по катодному распылению все они были посвящены только металлам. По распылению окислов опыта совершенно не было. Исключение составляла лишь работа Гюнтершульце и Бетца по катодному распылению окиси магния.

Прежде всего возник вопрос, как укрепить на катоде окись урана — ведь это порошок. Решили изготовить катод из латуни в форме шарика с шероховатой поверхностью, которую затем электролитически покрыли платиной [1, 45]. Окись урана в поверхность такого катода запрессовывалась прокатыванием между двумя гладкими поверхностями. После долгих проб и проверок была сконструирована разрядная трубка для получения слоев окиси методом катодного распыления. Она представляла собой круглую колбу со шлифом, внутри которой помещался шарообразный катод. Внутреннюю поверхность колбы серебрили химическим путем, а для подводки тока к ней (она служила анодом) через стекло была выведена платиновая проволочка. Катод, помещенный в центре, укреплялся на стеклянном штабике с впаянной в него молибденовой проволочкой. Известно, что молибден обладает

ничтожнейшим коэффициентом линейного термического расширения. Таким образом, выбор металла устранял опасность разрушения штабика при разогреве катода. Шарообразная форма разрядной трубки была найдена исследователями не сразу и после многих предварительных опытов. Ею исключалось влияние стекла сосуда на разряд, что наблюдалось ранее у других исследователей. Получаемое радиальное симметричное электрическое поле в такой установке обеспечивало равномерность слоя на приемной сферической поверхности, а это было очень важно для получения качественного фотоэлемента. Кроме того, шарообразный катод по сравнению с чашечным легко защищался от паразитной бомбардировки положительными ионами.

Электропитание разрядной трубки осуществлялось с помощью двухполупериодного выпрямителя на 2500 В. Атмосфера внутри была водородная, разрежение — 10^{-6} мм ртутного столба. Затруднения встречались на каждом шагу. Прежде всего требовалась большая осторожность при прогревании катода и приемной поверхности, поскольку можно было отделить слой серебра. Такая операция была необходима, ибо порошок урановой окиси содержал довольно много газа. Последний выделялся после начала работы трубки, повышая давление внутри нее. Через 15 минут оно повышалось в среднем на 20%. Необходимо было проводить длительную откачку и лишь после этого приступать к распылению. Слой получался вроде бы хороший, равномерный, но цвет его вместо зеленого оказался черным. Изучение слоя по глубине показало, что он неодинаков: верх — черный, а глубина — зеленая. Выяснилось, что водород восстанавливает зеленую окись урана. Прилегающий к приемной поверхности слой был тот, который требовался, а последующий представлял низшие окислы, самый же верхний — чистый металлический уран. Цель работы, таким образом, ускользала. Наблюдалось при этом и повышенное давление в трубке за счет образования паров воды, но от них избавились с помощью вымораживания специальной ловушкой с жидким воздухом. Прodeлали все снова в тех же условиях, но в атмосфере не водорода, а кислорода. Результатами исследователи не удовлетворились, так как распыление снизилось примерно в 20 раз. Тогда опять обратились к водородной атмосфере. И снова получили «разномастный» слой. Выход нашли в последующей про-

калке слоя при 700—800°С. При этом как металлический уран, так и низшие окислы переходили в зеленую окись урана.

Этим работам с зеленой окисью урана предшествовали исследования Л. Н. Богоявленского по созданию метода очистки ее от радиоактивных и нерадиоактивных загрязнений в целях получения чистого препарата, осуществляющего единицу радиоактивности. Разработана была также методика приготовления нормальных растворов радия и тория, применяемых для градуировки измерительных приборов.

Все это, вместе взятое, явилось причиной того, что Л. Н. Богоявленскому было поручено разработать проект общесоюзного стандарта «Единицы радиоактивности». К этому поручению ученый отнесся со всей ответственностью, и в 1935 г. для обязательного пользования был введен ОСТ/ВКС 7159.

Трудно обойти вниманием небольшую, но трудную работу, проведенную Богоявленским совместно с другим его аспирантом — Э. Е. Берловичем. После открытия Чедвиком нейтрона очень сильно возрос интерес к бериллию. Ведь поток нейтронов получался при бомбардировке этого элемента и первоначально числился в научной литературе как «бериллиевое излучение». Для исследования свойств нейтрона требовалось добиться получения сравнительно толстых (до нескольких микрон) металлических слоев бериллия [1, 3]. Чедвик в одной из своих работ указывал на возможность разрешения такой задачи. Но это было лишь указание. Затрудняли исследования особенности бериллия, его сильная окисляемость и чрезвычайная неподатливость к механической обработке. Опыты, проведенные Л. Н. Богоявленским и Э. Е. Берловичем по катодному распылению, ни к чему не привели, несмотря на то что, казалось, когда имели дело не с окислом, а с металлом, задача была более легкой. Может быть, причиной было и то, что имеющейся аппаратурой они не могли поднять напряжение более 2000 В. Попытки получить слои бериллия путем электролиза оказались совершенно бесперспективными: на это было много указаний в научной и технической литературе, особенно подробных в трудах Сименс-концерна.

Решено было остановиться на методе возгонки бериллия в вакууме. Был специально сконструирован прибор, представляющий собой также стеклянную колбу со шли-

фом. Вверху колбы укреплялся латунный диск, на котором должен был конденсироваться возгоняющийся бериллий. Под диском располагалась лодочка, укреплявшаяся гайками и шайбами к двум стержням — электродам. Вводились электроды в конструкцию в стеклянной трубке, которая внутри охлаждалась проточной водой. Лодочка изготовлялась из тугоплавкого металла — тантала или молибдена. В нее помещался кусочек кристаллического бериллия. Накаливали ее током в 100—150 А от низковольтного трансформатора. Все это проводилось в вакууме порядка 10^{-5} мм ртутного столба. Предварительно убеждались в том, что не последует возгонка материала лодочки. Для этого ее без бериллия прокаливали до ослепительно белого каления в течение 5—10 минут. Стекло колбы осталось совершенно прозрачным. Перед работой лодочку все же прокаливали при температуре 600—700° в течение 10—15 минут для удаления из нее газов, которые и могли повысить давление в приборе. Как показал опыт, это препятствует получению ровного слоя бериллия уже при вакууме 10^{-4} мм ртутного столба. Выяснилось, что возгонку лучше всего вести кратковременным нагреванием лодочки с бериллием до температуры только 1100—1200° — несколько ниже температуры плавления бериллия. Причиной было то, что при достижении этой точки процесс шел слишком бурно и бериллий вылетал целыми кусочками, а латунный диск быстро разогревался, после чего, естественно, поверхность его становилась шероховатой, слой легко осыпался. Наконец удалось получить зеркальные металлические слои, настолько прочные, что сцарапывать их можно было только металлическим острием.

Но так получались лишь тонкие слои. Задача, поставленная перед исследователями, расширилась. Затруднение было в том, что латунный диск в процессе работы разогревался. Однако и здесь пришли к разрешению проблемы путем многократной кратковременной возгонки (10 сек) с большими перерывами (30—40 сек). Бериллий в этой работе предварительно впалялся в лодочку при отсутствии латунных дисков. Невплавленный бериллий прогревался медленно, что затягивало процесс и вело к преждевременному разогреву латунных дисков. Если при получении очень тонких слоев можно было однократно достигнуть точки плавления бериллия, то при получении толстых слоев это было совершенно недопустимо. Хотя

процесс и сильно затягивался, но получались хорошие слои толщиной до 5 микрон, что значительно превышало потребности дальнейших исследований. Толщина слоя определялась привесом, для чего использовали не обычные аналитические весы, а весы лаборатории ВНИИМ, дающие точность до сотых долей миллиграмма.

Проникающая радиация Земли

«Если я видел далеко, то лишь потому, что стоял на плечах гигантов», — так в свое время сказал И. Ньютон. С высоты достижений современной нам науки могут показаться примитивными эксперименты первых исследователей радиоактивности, а их воззрения и возникающие у них теории — просто наивными. Однако не следует забывать, что эти исследователи были пионерами в изучении совершенно новой области, не знавшими проторенных троп, не имевшими методик работы. Каждый новый факт удивлял их своей необычностью, и для его объяснения они придумывали теории, которые в будущем подтверждались лишь частично, а иногда и вовсе опровергались. И случалось это потому, что совершались новые открытия, заставлявшие по-новому рассматривать результат ранее полученного эксперимента. Бывало и так, что те или иные высказывания ученого не были поддержаны другими, доказательств их не нашли, но и убедительного опровержения также не последовало.

Главная палата мер и весов и Институт прикладной геофизики отнюдь не были поглощены только практическими задачами. Ученые пытливо и настойчиво искали объяснения многих, часто непонятных, явлений, с которыми приходилось сталкиваться.

Как только было открыто явление радиоактивности, у ученых сразу возник вопрос: где находится источник той энергии, которая производит распад атома? Пьер Кюри предположил, что на атом радиоактивного элемента действует какая-то сила извне, вследствие чего он выходит из положения устойчивого равновесия. Эта версия была скоро оставлена на том основании, что не было фактов ни за, ни против. В науке установилось мнение, что атом радиоактивного элемента сам по себе является носителем свободной энергии. Было проведено очень много экспериментов с целью как-то повлиять на скорость

распада. Ни высокие давления, ни температура скорости распада не изменяли. Утвердилось мнение, что на радиоактивный распад ничем повлиять невозможно.

Л. Н. Богоявленский, метролог-радиолог Главной палаты мер и весов, повседневно занимался измерениями радиоактивности и был в курсе всех научных достижений, самых свежих по тому времени, в этой интересной, но тогда еще малоисследованной области. Он, как и большинство ученых, соглашался с тем, что сам атом является носителем свободной энергии, однако сомневался в том, что на радиоактивный распад ничем нельзя повлиять. Он прежде всего остановил внимание коллег-ученых на методах измерения радиоактивности, сопоставив их достоинства и недостатки. Известно было, что радиоактивный распад радия сопровождается выделением вполне определенного количества тепла. Один из методов измерения содержания радия в препарате и основан на измерении выделенной теплоты. Другой метод, введенный в практику Резерфордом и Гейгером,— это подсчет альфа-частиц, выбрасываемых в единицу времени. При этом наблюдаются вспышки на экране из сернистого цинка. Богоявленский приходил к выводу, что и тот и другой методы страдают существенными недостатками.

Первым методом (калориметрическим) измерить количество теплоты, выделяемой радием, представляется возможным лишь в том случае, когда радия в препарате сравнительно много, что на практике случается не часто. При использовании второго метода приходится сталкиваться с другой крайностью: подсчитать выбрасываемые радием α -частицы удастся, лишь имея очень слабый препарат. Наиболее пригодными методами измерения признавались методы электрические. Именно они и вошли в широкую лабораторную практику. Ими и пользовались при установлении эталона радия как за рубежом, так и у нас в Союзе.

Период полураспада того или иного радиоактивного элемента с помощью последнего метода можно установить без всяких погрешностей, так как снижение интенсивности излучения наблюдается непосредственно. Но применимо это лишь к короткоживущим элементам. Период полураспада радия производился, как правило, методом подсчета α -частиц, но у разных, вполне заслуживающих доверия исследователей результаты явно не сходились.

Так, Резерфорд период полураспада радия определил

в 1760 лет, Хенигшмидт — в 1850, Содди — в 1695, Фаянс — в 1580, а Фридрихейм — в 1100 лет. Болтвуд тот же период полураспада радия определил иначе — наблюдая скорость образования его в растворе из ближайшего его предка — иония (изотоп тория) и получил цифру 2000 лет. У его последователей получились другие цифры: Гледич — 1640—1836 лет, Кутман — 1800 лет, Ст. Мейер и Швейдлер — 1730 лет. Если в указанных случаях речь идет о больших периодах полураспада, недоступных непосредственному наблюдению, то отнюдь не совсем благополучно было и с определением периода полураспада короткоживущих элементов. Так, для эманации радия разные исследователи с 1902 по 1925 г. опубликовали далеко не одинаковые цифры: Пьер Кюри — 3,99 дня, Резерфорд и Содди — 3,71, Бамстед и Велер — 3,88, Махе и Мейер — 3,89, Саккур — 3,86, Рюмелин — 3,75, Мария Кюри — 3,85, Резерфорд — 3,846, Ирен Кюри — 3,823.

Может быть, это слишком непродолжительный срок, оттого и неизбежны отклонения? Вполне обозрим, поскольку более длителен, период полураспада полония, но здесь с цифровыми данными обстоит, пожалуй, еще хуже. Ст. Мейер и Швейдлер определили цифру 138,2 дня, затем они же дали другие значения: 134,5 дня, 136,5, 138,9. Резерфорд дал цифру 143,0 дня, а его ученик Марквальд — 139,6, Мария Кюри — 140,0, Ватерс — 148,0, Регенер, Швейдлер и Жирард — соответственно 136,0, 136,5 и 135,6 дня.

Этот разнобой навел Богоявленского на мысль, что дело не только в ошибках наблюдателя, не исключено наличие какой-то объективной причины. Это было интересно с чисто практической точки зрения: сколь можно положиться на правильность показаний международного эталона радия. Закон, выявленный Гейгером и Нэттеллом, устанавливал зависимость между пробегом α -частиц и периодом полураспада радиоактивного элемента: пробег возрастает с уменьшением периода.

При пользовании международным эталоном радия (навеска его хлористой соли) априорно полагается, что процесс распада идет непрерывно, что константа его — неизменяющаяся величина. Но ведь первое правильно лишь теоретически и опытом никогда подтверждено не было, а второе — колебания в ее определениях и заставляют подозревать, что распад идет не все время с одинаковой интенсивностью.

Многочисленные анализы урановых минералов, достаточно древних и не подвергшихся разрушению, показали, что между ураном и радием существует почти постоянное соотношение. Одному грамму урана соответствует $3,4 \cdot 10^{-7}$ г радия. На основании этих данных и был определен возраст урана — $4,5 \cdot 10^9$ лет.

Резерфорд вычислил, что радиоактивное равновесие достигается в минерале, имеющем возраст от двух до десяти миллионов лет. Следовательно, если в минерале на 1 г урана приходится $3,4 \cdot 10^{-7}$ г радия, это должно указывать на то, что минерал указанного возраста достиг.

Перед учеными раскрылись замечательные перспективы определения возраста не только минералов, но и целых геологических эпох. И действительно, геологи стали определять продолжительность той или иной эпохи, основываясь на законах радиоактивного распада. Под сомнением оставалось лишь одно: является ли доказанной непрерывность радиоактивного распада. Периоды жизни радиоактивных элементов определялись точно лишь в тех случаях, когда это было доступно непосредственному наблюдению.

Эти сомнения волновали не только Богоявленского, но и многих ученых-радиологов России. Особое впечатление в этом смысле произвели данные, полученные среднеазиатской экспедицией профессора А. Н. Заварицкого. В 1923 г. она нашла налеты тюя-мунита (минерал, уранованадат кальция) на костях убитого во время гражданской войны басмача. Тюя-мунит — вторичный минерал, образованный из водных растворов. Уран легко переносится углекислыми растворами, и минерал этот образуется необыкновенно быстро. Все анализы тюя-мунита из корок в пещере, произведенные Радиевым институтом, отмечали достижение в минерале 90%-ного равновесия, что указывало на его возраст в несколько миллионов лет. А басмач-то был убит всего два-три года назад. По неустойчивости минерала, легкому его разрушению, особенно в присутствии углекислоты (что и было в ферганской пещере), невозможно было предположить, что он просуществовал в неизменном виде столь огромный промежуток времени. Но постоянство отношения радия к урану в минерале соблюдалось. Для объяснения этого следовало полагать, что выпадение из растворов радия и урана происходило в определенном соотношении, соответствующем радиоактивному равновесию. Вероятность такого положе-

ния была совершенно ничтожна, ибо химические свойства урана и радия резко различны. Тогда оставалось предположить, что радиоактивное равновесие наступило гораздо ранее срока, предсказанного теорией. Это неизбежно ставило вопрос: так ли безупречна гипотеза непрерывности радиоактивного распада?

Чтобы как-то подступить к проверке этой гипотезы, было предпринято измерение периода полураспада полония в различных пунктах СССР. Руководил этим Богоявленский; он измерял, отсылал и сам отвозил препараты полония в разные места и измерял повторно в Ленинграде. Он же пытался и объяснить наблюдаемые при измерениях аномалии. Пожалуй, здесь имеет смысл предоставить слово самому ученому (с очень небольшими сокращениями и соблюдением терминологии того времени). Л. Н. Богоявленский писал:

«Период полураспада радиоактивного элемента характеризует скорость, с которой он разрушается. Если принять классическую теорию самопроизвольно взрывающегося атома, то эта скорость должна быть одна и та же на любом пункте земной поверхности. Для проверки правильности этого предположения нами в течение двух лет производились опыты измерения полураспада полония. Последний был выбран для этой цели, как наиболее удобный для подобного рода наблюдений, вследствие простоты его получения в чистом виде, доступности для непосредственного наблюдения периода полураспада ($136,5 \pm 0,3$ дня), а также и потому, что он является последним изучаемым членом радиоактивного ряда урана.

Для опытов полоний наносился гальваническим методом на латунные отполированные позолоченные диски 75 мм диаметра, вследствие чего уничтожалась возможность окисления металлической поверхности. Диски, имеющие небольшие бортики, закрывались покровными дисками, вследствие чего активный слой оказался хорошо защищенным от механических воздействий.

Порядок производства опытов был следующий. Диск тщательно измерялся на компенсационной электрометрической установке, позволявшей выражать его активность силой ионизационного тока с точностью до 0,2%. Правильность работы установки проверялась при помощи уранового эталона. Сразу же после измерения активный диск упаковывался, печатывался и почтовой посылкой отсылался на пункт, где хранился в местной Поверочной

палате, подведомственной Главной палате мер и весов согласно инструкции. Через промежуток времени около 5 месяцев посылки с дисками были возвращены обратно в Ленинград и тотчас же измерены вторично. Период полураспада вычислялся по формуле, выражающей экспоненциальный закон превращений, $q_t = q_0 e^{-\lambda t}$ и соотношению $T = \log 0,5 \cdot (1/\lambda)$, где q_0 — активность до отсылки на пункты, q_t — активность по получении в Ленинграде, t — время между двумя измерениями, λ — радиоактивная постоянная.

Определение периода полураспада было сделано в 18 пунктах — Мурманске, Архангельске, Ленинграде, Вологде, Казани, Москве, Самаре, Курске, Саратове, Харькове, Ростове-на-Дону, Одессе, Астрахани, Краснодаре, Владикавказе, Тифлисе, Баку и Эривани. Самым северным пунктом был Мурманск, самым южным — Эривань на Кавказе. Все пункты были расположены на протяжении 3000 км по меридиану.

Полученные результаты показали, что скорость распада полония далеко не одинакова на всех пунктах. Величина периода его колебалась от 125,6 дня (Тифлис) до 181,6 дня (Краснодар). Значительное понижение дала также Астрахань — 127,8 дня. Средняя квадратичная ошибка наблюдений не превышала 0,7%.

Из полученных результатов мы могли заключить, что, принимая во внимание отсутствие влияния металла (которое могло действовать только в сторону уменьшения величины периода), на скорость радиоактивного распада должны были оказывать действие какие-то местные условия.

Для проверки правильности нашего предположения были сделаны вторичные определения для всех 18 дисков, после того как они пролежали около 5 месяцев в Ленинграде. На этот раз величина периода колебалась от 137,2 до 139,5 дня, что не выходит за пределы ошибок наблюдений.

Описанные опыты мы считаем лишь предварительными, но если они будут поставлены в более широком масштабе, то могут указывать, несомненно, на наличие местных условий, которые имеют влияние на скорость распада радиоактивных элементов. Это явление может быть легко объяснено, если принять теорию Ж. Перрена, допускающего существование внешнего источника лучистой энергии, производящей радиоактивный распад ато-

ма. Если допустить существование этого источника в центре земного шара, то на скорость распада должно оказывать влияние количество радиоэлементов, заключающихся в большой толще основной породы. Чем больше это количество, тем медленнее должен происходить в этом месте распад ввиду поглощения радиоэлементами лучистой энергии, производящей радиоактивный распад тяжелых атомов.

За это говорят также наибольшие отклонения периода в местах с нарушенной тектоникой, т. е. в пунктах, расположенных на Кавказе и в районе, прилегающем к нему на северной его границе» [II, 24, с. 89—95].

В тексте статьи, как мы видим, заметна склонность ее автора дать объяснение, исходя из теории Ж. Перрена. Еще в 1919 г. этот ученый пришел к выводу, что всякая химическая реакция может быть вызвана лучистой энергией. Радиоактивная трансмутация с этой точки зрения может рассматриваться как мономолекулярная реакция, которая вызвана подходящей радиацией, сообщаемой необходимой энергию для распада атома. Радиация эта может быть только чрезвычайно большой частоты, так как ее не удастся обнаружить ни с помощью фотопластинки, ни с помощью электроскопа. С другой стороны, эта радиация должна обладать большой проникающей способностью, чтобы легко проходить через стенки из любого вещества. Эти гипотетические лучи Перрен назвал ультрарентгеновыми лучами, или ультраикс-лучами, полагая, что они могут исходить и от Солнца и от Земли.

Уже тогда предполагалось образование в мировом пространстве тяжелых атомов из легких. В туманностях и звездах должно происходить «уплотнение» водорода в более тяжелые атомы с испусканием указанных ультрарентгеновых лучей. Считалось, что на поверхности Земли «уплотнения» не происходит, но тяжелые атомы могут распадаться. Ультрарентгеновые лучи, если они не являются инициаторами распада (а рассматривалось и так), в определенной степени могут оказывать влияние на его скорость. Обращая на это внимание, Л. Н. Боголюбский указывал, что если ультрарентгеновские лучи космического происхождения, то приходится и радиоактивность рассматривать с этой точки зрения. Однако если допустить непрерывность процесса распада, то следует также допустить и непрерывность процесса снабжения

энергией, необходимой для этого распада, что сделать невозможно. Непрерывность, писал Богоявленский, несомненно имеет место, но не в пределах времени сколь угодно большого, почему все экстраполяции, основанные на этом законе, становятся сомнительными. Он отмечал, что в науке не проводятся систематические наблюдения над интенсивностью радиоактивности радия. Это на первый взгляд может показаться странным: как так, разве это не делалось повседневно в Главной палате мер и весов, в частности тем же Богоявленским? Делалось и там, и в ряде метрологических лабораторий за рубежом, но как? Вот на это и указывал Богоявленский. Это проводилось не абсолютными методами, а путем сравнения запаянных препаратов с проверенным эталоном радия. Если под влиянием внешних причин скорость распада радия в препарате изменяется, то этому же подвергается и радий в эталоне. Цифры измерений оказываются правильными лишь при условии одновременного приготовления препарата и эталона, ибо только тогда они испытывают одинаковые превращения во времени.

Обращаясь к разному в определении периода полураспада радия, Богоявленский отмечал, что делалось это посредством наблюдения скорости выбрасывания α -частиц. Если принять гипотезу Перрена, то разноразной легко объясним, ибо причина его не только в ошибках наблюдения, но и в том, что α -частицы выбрасываются на протяжении всего времени вовсе с не одинаковой скоростью. Объясняется это неодинаковостью полученной атомом энергии, переводящей его в критическое состояние.

Работами Амади из лаборатории Резерфорда в Кембридже было обнаружено испускание радием С сильно проникающего (жесткого) гамма-излучения. Милликен наблюдал на высокой горе излучения, которые он определил как космические (что и подтвердилось в дальнейшем). Их частота была необычайно велика (или казалась таковой); во всяком случае расчет, который произвел Милликен, показывал, что она совпадает с ультра-рентгеном Перрена. Каков источник этого космического излучения, кто мог тогда сказать? Л. Н. Богоявленский приводил пример, почерпнутый из научной литературы тех лет. В 1910 г. повышение напряжения проникающей радиации Земли отмечалось многими исследователями, но, к сожалению, никто не подсчитывал α -частиц, вы-

брасываемых одним граммом радия в секунду. Кто гарантирован, что оно в это время не увеличилось в несколько раз? Измерения радия делались, но опять-таки в сравнении с эталонными ампулами, которые внешнему воздействию, если оно имело место, подвергались в одинаковой степени. Таким образом, если радий и «жил» в то время интенсивнее, заметить это не представлялось возможности. Можно было предположить, что прохождение кометы Галлея вблизи Земли (что уже не так и редко) в какой-то степени повлияет на скорость радиоактивного распада. О своих наблюдениях в тот период (май 1910 г.) сообщал А. Томсон: проникающая радиация повысилась тогда с 30 до 120 ионов. Виганд же наблюдал сильное повышение проводимости и ионизации воздуха. Многие вслед за Линке предположили, что в атмосфере Земли появляется космическая пыль, богатая содержанием радиоактивных элементов. Богоявленский отрицал эту гипотезу, ссылаясь на то, что в метеоритах (по данным А. Холмса) таких элементов содержится меньше, чем в земных породах, как магматических, так и осадочных.

Наблюдения в период прохождения кометы Галлея делались многочисленные и разнохарактерные, но, к сожалению, отмечал Богоявленский, никто из исследователей не сделал тогда подсчета α -частиц, выбрасываемых одним граммом радия в секунду, проводились лишь сравнения с эталоном.

Забегая вперед, скажем, что влияния космического излучения старались избежать Г. Н. Флеров и К. А. Петржак при своих исследованиях по обнаружению самопроизвольного распада урана, которые они проводили глубоко под землей — на станции метро «Динамо». Но это было уже в 1939—1940 гг., когда о космических лучах знали несравненно больше, чем в период работ Богоявленского.

В 1924 г. Ле Бель, как указывал в своей работе Богоявленский, установил в погребе глубиной 20 м, где температура была постоянной, два самописца для регистрации теплоты, выделяемой 10 мг бромистого радия. В течение одного только месяца кривая записи два раза показала максимумы, точно совпадающие по времени для обоих приборов. Влияние космического излучения в таком опыте исключалось. Ле Бель объяснил эту аномалию тем, что есть внешняя причина, воздействующая на

скорость распада радия. Она — теллурического характера, т. е. имеются высокочастотные излучения, идущие из недр Земли и получившие название проникающей радиации земного происхождения. Что является источником такой радиации? Богоявленский высказал предположение, что в глубине нашей планеты, может быть, локально, т. е. очагово, также происходят процессы «уплотнения», или, как выражаются сейчас, ядерного синтеза.

Проникающая земная радиация не является постоянной величиной. Напряжение ее колеблется в одном и том же пункте. А кроме того, она значительно меняется в зависимости от степени концентрации в недрах радиоактивных пород.

В 1924 г. появилось сообщение профессора Мите, в котором он извещал, что при работе с ртутно-кварцевой лампой он в ртути обнаружил следы золота. Это было возвращение к идеям алхимиков и, естественно, вызвало бурную реакцию в научных кругах. За проверку этих опытов взялся японский ученый Нагаока и ... подтвердил выводы Мите. Сенсация хотя и была потрясающей, но недолговечной. Ряд очень тонко поставленных экспериментов установил причину ошибки Мите и Нагаока. «Слишком» точные методы анализа обнаруживали золото в ртути в тех случаях, когда у исследователя на носу были очки в золотой оправе! Однако многие тогда этим увлеклись. Подобные опыты в 1922—1925 гг. проводил Гахлер. Что у него получилось при работе с ртутью в сильном электрическом разряде, трудно сказать, скорее всего, ничего, так как об этом научные журналы не сообщали (возможно, он был без золотых очков). Но после опытов с ртутью он взял окись урана, в которую предварительно был дозирован ближайший продукт распада урана — уран-Х. Как гласило его сообщение, после продолжительного действия сильного электрического разряда оказалось, что при этих условиях образование урана-Х шло в 20 раз быстрее обычного. Трудно сказать, проверял ли кто эти эксперименты, опроверг ли их выводы в дальнейшем, но к тому времени, когда над изучением проникающей радиации работал Богоявленский, никаких данных против этого не приводилось. Обращая на это внимание, Богоявленский довольно осторожно указывал, что если все это так, то, значит, существуют условия, которые можно создать для того, чтобы повлиять на скорость радиоактивного распада.

В своих многочисленных экспедициях Богоявленский все время изучал проникающую радиацию Земли. Более того, он широко использовал это явление для получения ценных практических результатов. Не беда, что природа этого излучения, тогда еще не выясненная, впоследствии трактовалась по-иному. Не следует забывать, что в лице Л. Н. Богоявленского мы имеем пионера по изучению одного из загадочных по тому времени явлений. В. Г. Хлопин, давая отзыв о работах члена ученого совета Радиового института АН СССР профессора Л. Н. Богоявленского, уже в 1940 г. со всей объективностью писал:

«2. Работы по наблюдению сильно проникающего излучения земного происхождения. К этому направлению относится группа работ (общим числом 9) по изучению проникающего излучения земного происхождения в различных пунктах Союза. Само наблюдение автора являлось предметом дискуссии и не могло быть подтверждено некоторыми другими исследователями. Большинство исследователей существование проникающего земного излучения отрицает, однако в настоящее время в связи с появившимися работами, устанавливающими наличие, хотя и слабого, нейтронного излучения Земли, появляется возможность иного объяснения наблюдавшегося Л. Н. Богоявленским эффекта» *.

О существовании нейтронов во время выполнения Богоявленским этих работ не знал никто из ученых, даже Резерфорд, предсказавший их.

Оценивая значимость работы Богоявленского, В. Г. Хлопин продолжал: «Как бы то ни было, изучение проникающего земного излучения привело Л. Н. Богоявленского к разработке методики гамма-съемки и созданию карт изорад, которыми мы пользуемся в настоящее время при радиоактивной разведке» *.

В отзыве же академика А. А. Байкова об этих исследованиях Богоявленского говорится следующее: «Необходимо также отметить еще его работу по изучению жестких компонентов земного излучения, которая привела к открытию нового мощного месторождения на р. Ухте, работу по определению константы полония в различных географических пунктах нашего Союза, по изучению мест, часто поражаемых грозowymi разрядами, и многие другие» *.

С точки зрения чистой метрологии эта работа Л. Н. Богоявленского, как характеризовал ее профессор

М. Ф. Маликов (руководитель метрологического бюро ВНИИМ), содержит обоснование необходимости установить наблюдения над константами распада радиоактивных элементов в целях обеспечения надлежащей точности радиоактивных измерений*.

Что же касается вопроса изменения скорости радиоактивного распада и возможности влиять на нее, то это все еще является предметом дискуссии.

Грозовые разряды и ионы в воздухе

Крупнейший электротехник нашей страны Михаил Андреевич Шателен в 1924 г. был привлечен к работе в Главной палате мер и весов первоначально в качестве старшего метролога фотометрической лаборатории.

В 1920 г. Г. М. Кржижановский привлек Шателена к участию в разработке знаменитого плана электрификации страны — ГОЭЛРО [1, 51, с. 27, 34]. К ноябрю того же года он составил план электрификации Северного района, высоко оцененный В. И. Лениным. Как большого специалиста Ленин очень высоко ставил Шателена и всегда тепло о нем отзывался, а в феврале 1921 г. включил его фамилию в предварительные списки Госплана при СТО.

В 1929 г. после смерти Н. Г. Егорова М. А. Шателен стал президентом Главной палаты. Крупномасштабные его работы требовали решения частных задач исследовательского характера. Шателен выступал за повышение напряжения в линиях электропередач, что приводило к большой экономии и в энергии и в металле. В соответствии с этим начали сооружаться крупные электростанции, а на них устанавливаться мощнейшие агрегаты. Электрическая энергия стала передаваться на большие расстояния. Необходимо было определять, где проляжет трасса электропередачи. Она, казалось, не зависела от рельефа местности, заболачиваемости и других факторов, так влияющих на выбор линии железной дороги. Однако приходилось считать ее не с землей, а с небом. Давно было замечено, что в отдельных местностях при грозе есть какие-то «излюбленные» места поражаемости молнией. Таких мест линия электропередачи должна избегать.

Этим вопросом занимались французские геофизики

Дозире и Буже; они проводили опыты в районе Пиренеев на юге Франции. В наиболее часто поражаемых молнией районах были отмечены повышенное содержание ионов в воздухе и повышенная электропроводимость почвы. Французские геофизики констатировали, что электропроводимость почвы не играет столь высокой роли, какая ей приписывалась ранее, ибо во многих поражаемых местах она имела довольно высокое сопротивление. Главным фактором, был их вывод, является ионизация воздуха.

Если грозовой разряд происходит между облаком и землей, то путем для него должен быть прежде всего разделяющий их слой атмосферного воздуха, а затем почва. Следовало изучить то и другое.

Причины ионизации воздуха могут быть различными. Это — фотоэлектрический эффект, ультрафиолетовые лучи, пламя свечи или раскаленная поверхность металла. Такие причины имеют прежде всего случайный характер и никак не могут быть приурочены к определенному месту. Но есть еще причина — радиоактивность. Успех радиологических работ Л. Н. Богоявленского побудил Шателена привлечь его к изучению вопроса поражаемости молнией отдельных мест. Эти работы начались еще в Радиологической лаборатории Главной палаты, а затем приобрели широкомасштабный полевой характер.

Средства для экспедиций по заданию Энергоцентра были отпущены Днепростроем [II, 32]. В 1930 г. полевая партия, возглавляемая Богоявленским, выехала в Лужский округ.

Но для решения поставленной задачи одного метода радиометрической съемки по сильно проникающим излучениям земного происхождения, так хорошо себя зарекомендовавшего, было недостаточно. Был использован и другой, также радиометрический, метод — с аспирационным прибором Гердиена. С его помощью непосредственно измерялась электропроводность воздуха. Прибор представлял собой трубку, в которой помещен вентилятор, приводимый в действие рукояткой. Ток воздуха направлялся на помещенный внутри трубы стержень, соединенный с электрометром Экснера, имеющим два алюминиевых листочка. Предварительно вся система заряжалась положительно, так как при отрицательном заряде на нее могут осесть продукты распада эманаций и ионизационный эффект будет сильно искажен. Первый метод давал

прежде всего точное местоположение ионизатора. Изолинии, нанесенные на местность по результатам измерений двумя радиометрическими методами, давали возможность судить о положении породы, производящей ионизационный эффект. На план радиометрической съемки наносились места попадания молний и сопоставлялись с положениями изолиний. Кроме того, использовали электрометрические методы, разработанные Шлюмберже во Франции и широко применявшиеся в Азербайджане и Грозном. Их Богоявленскому рекомендовал профессор А. А. Петровский. Методы электроразведки давали представление об электропроводности почвы на некоторой глубине. Через два электрода, имеющие контакт с почвой, пропускался постоянный ток, и по разности потенциалов на двух других приемных электродах составлялось заключение о сопротивлении погребенных пород. Полученные результаты позволяли составить график сопротивления горных пород по глубине.

На план радиометрической съемки экспедиция Богоявленского наносила и данные электрометрической разведки, дающие представления о глубинах залегания той или иной ионизирующей породы. В деревнях Загроматье и Торашковичи Лужского округа были проведены первые замеры. Началось, как у врача, с опроса о «самочувствии». Жители деревни Загроматье сообщили, что поражения молнией довольно часты. При этом удары ее наблюдаются только в центральной части деревни, попадая иногда прямо в почву, причиняя пожары. Возле деревни имеется озеро, переходящее в торфяное болото. Случаев попадания молнии в болото не было отмечено ни одного.

Радиометрическая съемка показала, что именно места, часто поражаемые молнией, находятся в очерченных изолиниями фигурах. Максимум напряжения совпадает с местом, где зарегистрированы более частые грозовые разряды.

При использовании аспирационного прибора Гердиена пришлось испытать серьезные затруднения, так как его показания сильно зависели от силы ветра, почему результаты не отличались постоянством. Приходилось идти на всевозможные ухищрения, но в конечном итоге данные этой съемки совпали с теми, которые дал первый метод.

С помощью электрометрических методов были получены менее значительные данные, оставляющие повод для

различных сомнений. Геологически район деревни Загромажье характеризовался сильным развитием песчаников и глин девонской формации — пород, в которых трудно ожидать скоплений радиоактивных элементов. Но эти отложения покрыты наносами ледникового периода, достигающими толщины нескольких метров. Они содержат кристаллические породы в виде валунов, имеющих уже довольно значительные количества радиоактивных элементов.

Данные, полученные экспедицией, были впечатляющими. Шателен остался ими доволен, поэтому на следующий полевой сезон Главэнерго командировал Богоявленского для той же цели, но уже в район линии электропередач Челябинск — Златоуст [II, 29].

Место измерений находилось в 40 км к востоку от Златоуста, перед подъемом на первую гряду Ильменских гор. Горы сложены из кристаллических пород, в которых имеются многочисленные пегматитовые образования, заключающие в себе радиоактивные минералы. Опрашивались, естественно, местные старожилы и монтеры линии. Особенно часто поражаемым участком, показали они, является район третьей гряды (от Златоуста к Челябинску), где много деревьев, разбитых молнией. В этом было легко убедиться. На вершине горы часто поражались опоры № 384 и 386. Недалеко находились расколотый ударом молнии камень и расщепленная береза.

Экспедиция провела замеры по нескольким параллельным линиям на глубине до 60 м. Напряжение земного излучения значительно превосходило то, которое наблюдалось в Загромажье, — до 24,1 иона в 1 см³ в секунду (там не превышало 18). И опять на плане радиометрической съемки места, где часто ударяла молния, соответствовали линиям напряжения свыше 20 ионов.

Энергоцентр был очень доволен полученными данными и сделал корректировку направления линий электропередач в обоих районах. Подробные отчеты о проведенных работах были напечатаны в журнале «Электричество» (1931, № 5; 1932, № 10).

В 1932 г. Шателен принял участие в Международном конгрессе по электричеству в Париже. Там он доложил о результатах исследований Богоявленского по отысканию мест, подверженных ударам молнии; его доклад вызвал живейший интерес [I, 55]. С подобным же докладом выступил Данзер, с удовлетворением отметив-

ший, что данные французских ученых, производивших измерения в Пиренеях, находятся в полном согласии с тем, что получено в СССР.

В том же году Л. Н. Богоявленский выехал для исследования в новый район. На этот раз — на линию МОГЭСа Серпухов — Подольск [II, 31]. Базой работ была выбрана деревня Васильевское в 10 км от Серпухова. Технический отдел управления электросети МОГЭСа дал сведения, что наиболее часто поражается участок между опорами № 53—96. Опоры же № 69, 70 и 76 поражались неоднократно. Как всегда, началось с опроса местных жителей; выяснилось, что грозы в районе бывают часто, наиболее поражаемое место — фабрика «Пролетарка». Опоры № 69, 70 и 71 расположены около железнодорожной станции Шарапова Охота (рядом с Пролетарской). Результат исследования был очень показателен. Глубина пласта, производящего изменение напряжения проникающего земного излучения, местами доходила до 140 м. А около опор № 69—71 пласт выклинивался на поверхность. Этим изучение линий электропередач МОГЭСа не ограничилось. Исследователи выехали на участок Кашира — Серпухов. Поинтересовались, естественно, сведениями от технического отдела управления энергосети, но ничего определенного не получили. Было только сообщено, что местность сильно грозовая вообще, что часты пожары от ударов молнии в близко расположенных деревнях. Все это было рядом с линией электропередачи, но не на самой линии. Опрос жителей и монтеров показал, что сама линия — в относительном благополучии. Один из монтеров сказал, что работает здесь уже 10 лет и что за все это время ему известен лишь один случай повреждения опоры № 143 в 1930 г. В то же время от молнии сгорели две риги, расположенные от нее на расстоянии километра.

В общем обследование района Кукуйского контрольного пункта (так он назывался) было для Богоявленского крайне интересным, ибо давало возможность сопоставить нанесенные потом изолинии с теми, что получались ранее в неблагополучных районах. Все прекрасно подтвердилось: непоражаемый район на плане характеризовался спокойной кривой проникающего излучения и электропроводности глубинных пластов.

Практические результаты этого трехгодичного исследования в дальнейшем использовались при прокладке се-

тей. Равным образом подверглись корректировке и отдельные участки уже проложенных линий.

В то же время полное научное объяснение полученных фактов было затруднительным. Проникающая способность гамма-лучей радия С в воздухе имеет, по подсчету, предел в 300 м. Максимальная же высота грозового облака — 1000 м. Место может притягивать молнию лишь в том случае, если эффект излучения достигает высоты грозового облака. Богоявленский склонен был объяснить все наличием более жестких, чем у радия С, земных излучений.

После успешных работ по определению мест, часто поражаемых молнией, Ленинградский институт курортологии обратился к Богоявленскому с предложением провести обследование района Сестрорецкого курорта. Вспомнили, естественно, и прежние работы ученого на Белокурихинских источниках. Институт, конечно, интересовал лечебный эффект ионизации воздуха, для чего надо было знать наибольшую концентрацию ионов в отдельных местах курорта. Если в прежних работах Богоявленского ионы были в какой-то степени инструментом исследования, то сейчас им предстояло быть прежде всего объектом изучения. Их число, их подвижность, соотношение отрицательных и положительных — вот что интересовало Институт курортологии.

Сборы в эту экспедицию были несложны: до Сестрорецка рукой подать, если чего-нибудь не хватит, тут же можно оказаться в Ленинграде. Опять были использованы радиометрические съемки [II, 36]. В качестве вспомогательного метода для изучения геологической структуры почвы применили метод Шлюмберже. С его помощью удалось проследить залегание на площади курорта гранитного массива, верхний горизонт которого полностью соответствовал кривой напряжения земного излучения. Это явилось лишним подтверждением тех данных, что были получены ранее при изучении местностей, часто поражаемых грозовыми разрядами. Близость к поверхности пород, сравнительно богатых радиоактивными элементами, выразилась в значительно повышенной ионизации воздуха и в повышенном напряжении земной радиации.

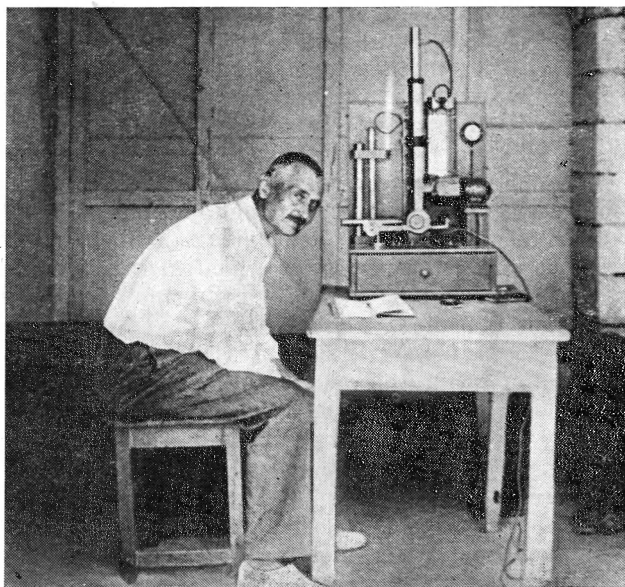
Действие ионов различной полярности на животный организм уже давно изучалось многими исследователями. Центральная лаборатория по ионофикации в Воронеже, руководимая профессором А. Л. Чижевским, выпустила к

тому времени уже три тома работ, достаточно полно отражающих все, что было сделано в этой области. Но работа по изучению ионизации воздуха в условиях курорта, несомненно, должна была отличаться от работы в лабораторных условиях с искусственно полученными ионами определенной полярности и определенной подвижности. В естественных условиях задача изучения очень осложняется, ибо величина, полярность, подвижность ионов изменяются необычайно быстро в зависимости от самых различных метеорологических факторов. Ионизация зависела также от геологии местности, от прилегающих горных массивов, преобладающего направления ветров, влажности воздуха. Лишь комплексное изучение всех этих факторов в их взаимосвязи способно дать представление о том, насколько курорт может быть использован для применения ионотерапии. В медицине господствовал взгляд, что благотворное действие на организм оказывают ионы отрицательного знака, а, наоборот, положительные ионы действуют угнетающе. Поэтому весьма важным представлялся вопрос о так называемом коэффициенте униполярности, получаемом из отношения числа положительных ионов к числу отрицательных. В биологических процессах этому отношению придавалось большее значение, чем абсолютному числу тех или иных ионов.

Измерение тяжелых ионов, которым, как было выяснено, отведена немалая роль, сопряжено с большими трудностями и в то время систематически не проводилось.

Аппаратура для полевых измерений в массовом масштабе не изготовлялась, прежде применялись импортные счетчики ионов. Для решения задач, поставленных Институтом курортологии, они явно не годились, ибо не давали возможности измерить число ионов нормальной подвижности: все результаты, полученные с этой аппаратурой, включали в себя также и часть захваченных средних и тяжелых ионов. Для непосредственного измерения тяжелых ионов существовавшая аппаратура совершенно не была приспособлена.

По окончании сестрорецкой экспедиции Боявленский стал разрабатывать конструкцию счетчика ионов, в которой были бы учтены все недостатки предыдущих конструкций и произведены изменения, позволяющие делать измерения самых тяжелых (так называемых лангеновых) ионов. Разработанный Леонидом Николаевичем прибор позволял проводить анализ электрически заряжен-



Л. Н. Богоявленский у ионизатора собственной конструкции

ных частиц атмосферного воздуха, выяснять характер преобладающих групп ионов.

25 марта 1934 г. Богоявленский подал заявку на «прибор для измерения числа ионов различной подвижности и различной полярности в атмосферном воздухе» в Бюро новизны Комитета по изобретательству при Совете Труда и Обороны. Авторское свидетельство на это изобретение сравнительно скоро было получено [II, 40]. Прибор позволял определять и так называемые тяжелые ионы, представляющие собой пылинки, к которым прилипли легкие ионы, т. е. частицы, обладающие большой массой и малой подвижностью.

Едва ли есть необходимость описывать в деталях конструкцию этого прибора. Главное в нем — это легкость, портативность и возможность использования в самых различных условиях.

Крымское курортное управление решило предпринять исследование на большом Евпаторийском курорте и пригласило для выполнения этой задачи Л. Н. Богоявленско-

го со сконструированным им прибором. На месте его встретили научный сотрудник актинометрической станции О. М. Давыдович и заведующий той же станцией В. Я. Шукина. Во всех проводимых им работах они в дальнейшем всячески помогали ему и в определенной мере сотрудничали с ним. Это был летний сезон 1935 г. Ежедневно около 12 часов дня на пляже «Талассе» проводились измерения, отмечались направление и скорость ветра, влажность воздуха — абсолютная и относительная. Время выбрали в соответствии с курортным режимом: это был момент получения больными солнечных ванн. Измерялись большие и малые ионы, изучался характер кривой подвижности больших ионов. (Под большими ионами, по терминологии того времени, подразумеваются наэлектризованные тем или иным способом частицы.)

Используя опыт своих прежних экспедиций, Леонид Николаевич, естественно, начал с измерений проникающего земного излучения, которое должно оказывать определенное ионизирующее действие. Но радиоактивность главных пород, составляющих грунт Евпаторийского курорта, не оказалась сколько-нибудь заметной. Богоявленский исследовал ракушечный песок и камень, употребляемый как строительный материал. Результат тот же. Вывод был вполне определенный: найденные в воздухе ионы не местного происхождения, они приносятся ветрами извне. Обращал на себя внимание тот факт, что малых ионов в воздухе содержалось пониженное количество — они не могли быть принесены ветрами издалека. Очень интересовал коэффициент униполярности. Лишь в одном случае из всех проведенных измерений он был больше единицы. Отчетливо наблюдалось преобладание числа отрицательных ионов. Воздух в Евпатории в тот сезон был пыльный, осадков выпадало мало. Это также объясняло пониженное содержание малых ионов.

При измерении больших ионов (частиц) наблюдалась совершенно иная картина. Число их по сравнению с числом малых ионов очень велико. Общий их коэффициент униполярности был равен 0,80. Также наблюдалось преобладание ионов отрицательного знака. Но коэффициент этот при разных измерениях изменялся все же в большем интервале, чем у малых ионов. Это приходилось увязывать с изменением метеорологических условий. Ветры, дующие с моря, оказалось, производят некоторое уменьшение числа таких ионов, и наоборот, дующие с матери-

ка — увеличивают их. При нормальной погоде преобладали отрицательные ионы, циклоны же увеличивали коэффициент униполярности — положительных ионов становилось больше. 10 и 11 июля исследователи констатировали необычно высокий коэффициент униполярности; и действительно, к вечеру 11 июля разразился сильный ливень с ураганным ветром. Богоявленскому было известно, что сравнительно крупные песчинки получают заряд — результат трения одна о другую. При проводимых измерениях больших ионов присутствие таких песчинок сильно затрудняло работу, но Богоявленский учитывал их влияние. Самый же факт электризации песка на пляже, естественно, должен был быть изучен как фактор, влияющий на здоровье отдыхающего при принятии им песчаных ванн. Было подмечено, что преобладающим зарядом для песчинок является отрицательный, — это производит благоприятное влияние на человека. Богоявленский указывал, что воздушные и солнечные ванны оказывают на больного действие, которое является сложным комплексом действия гелиотерапии, аэротерапии и ионотерапии; врачу для ориентации необходимо иметь возможно полные данные на каждый отдельный случай.

В части данных о характере, движении, скорости, преобладании, даже происхождении ионов на евпаторийском пляже Богоявленским Крымскому курортному управлению был передан очень ценный материал, и в дальнейшем исследования расширялись по пути, указанному ученым. Этому способствовало и то обстоятельство, что специально по заказу курортного управления «прибор для измерения числа ионов в воздухе», как он тогда назывался, Богоявленский изготовил и поставил на Евпаторийский курорт к следующему сезону. Консультант курорта А. Бойко принял прибор по акту и охарактеризовал его «хорошо выполненным и исправно действующим»*.

Ленинградский институт курортологии, ознакомившись с результатами экспедиции Богоявленского, сообщил ему, что уже направлена партия для изучения ионизации воздуха у озера Имандра, и просил его поехать туда в качестве консультанта. Взяв с собой прибор, Леонид Николаевич выехал за Полярный круг и всячески содействовал работе полевой партии.

Накопление ионов отрицательного заряда в воздухе оказывает благотворное влияние на человеческий организм, однако накопление их на производстве может вы-

звать большие неприятности. В результате трения частей машин, равно как и некоторых видов сырья и полуфабрикатов, происходит электризация. В типографиях электризуется бумага, что вызывает помехи в процессе печатания. Хлопок и пряжа в текстильной промышленности, электризуясь, расширяются и в поточном производстве не проходят в следующий агрегат; приходится на пути их следования ставить специальную мокрую ванну, снимающую электростатический заряд. Промышленность обратилась к ученым и просила найти способ избавления их от подобных неприятностей. Богоявленский взялся за разрешение и этого наболевшего вопроса.

Он сконструировал установку, представляющую собой, грубо говоря, трубу, через которую прогонялся воздух. Внутри трубы находился ионизатор — различный в зависимости от того, какие ионы придется нейтрализовать в производственном помещении. Раскаленные металлы давали тяжелые ионы, радиоактивные вещества, рентгеновские или ультрафиолетовые лучи — легкие. Прибор находился в рабочем помещении под напряжением определенного знака. Степень ионизации и знак заряда воздуха в помещении определялись тем же прибором: он был и анализатором. Воздух, прогоняемый через прибор, имел заряд, противоположный тому, который превалировал в помещении, и, таким образом, опасность электризации устранялась. С этой установкой для получения униполярно заряженного воздуха Богоявленский побывал на многих предприятиях, ликвидируя производственные помехи¹.

Электризация каучука ставила производство не только в неприятное, но даже в аварийное положение. При накоплении электростатического заряда воспламенялся резинотворитель. С «Красного треугольника» прибыли представители администрации и просили разобраться и помочь в ликвидации постоянно возникающей опасности воспламенения. Богоявленский взялся за это с большим воодушевлением. С помощью его установки постоянная угроза была ликвидирована.

¹ Л. Н. Богоявленским в Комитет по изобретательству были поданы следующие заявки: от 12.11.1935 г. — «Установка для получения униполярно заряженного воздуха» и от 24.12. 1935 г. — «Способ уничтожения статических зарядов, являющихся вредными на производстве». Копии хранятся в семейном архиве.

На другом заводе крысы постоянно повреждали электросиловую кабель, который был заземлен. Леонид Николаевич предложил заменить подземный кабель воздушной проводкой, с отводами для установки униполярно заряженного воздуха. Это было сделано, и производство избавилось как от крысиной угрозы, так и от неприятностей электростатического заряда.

Установки Богоявленского и им подобные могли также очищать в помещении воздух от микрофлоры. Вместе с А. П. Смирновым Леонид Николаевич сконструировал прибор, в котором вода, подаваемая из водопровода через особое сопло, распылялась и получала заряд. Образующиеся ионы, при соответствующем подборе условий, действовали бактерицидно; кроме того, увлажненный воздух благоприятно сказывался на здоровье работающих².

В это время в журнале «Наука и техника» была напечатана статья М. А. Аптекмана «Ионизация воздуха жилых помещений», где давались подробное описание и схема прибора Богоявленского. Автор указывал, что он особенно важен для помещений с центральным отоплением, содержащим «сухой воздух». Этим вопросом заинтересовалось управление строительства Дворца Советов и попросило откомандировать Богоявленского в Москву для изучения методов получения искусственно ионизированного воздуха, который предполагалось применить как элемент кондиционирования в вентиляционной системе³. Туда же из Воронежа был откомандирован и профессор А. Л. Чижевский — руководитель центральной лаборатории по ионофикации.

В Ленинграде в институте им. Н. К. Крупской Богоявленский и Чижевский выполнили почетный заказ, дали схему, сконструировали ионизационную установку, представлявшую собой более мощный прибор Богоявленского, и произвели все необходимые расчеты. Не их вина, что работы были приостановлены: это уже было в 1941 г. Через три месяца началась война.

² *Богоявленский Л. Н., Смирнов А. П.* Способ уничтожения микрофлоры воздуха путем применения униполярно заряженных частиц распыленной воды. Заявка в Комитет по изобретательству от 12 мая 1938 г. Копия в семейном архиве.

³ Письмо к профессору Л. Н. Богоявленскому зам. начальника строительства Дворца Советов по инженерной части Г. Б. Крадина от 7 февр. 1939 г. Семейный архив.

Педагогическая и общественная деятельность

Леонид Николаевич Богоявленский был разносторонним ученым. И чисто кабинетная, и лабораторная, инженерная и экспедиционная деятельность все время переплетались в его большой работе. Несмотря на то что сложившиеся обстоятельства заставили передать дело, начатое им (добыча радия из ферганской руды), он потом не раз посещал вместе с В. Г. Хлопиным в качестве консультанта Бондюжский завод.

Немалую дань отдал он и педагогической работе. После его успехов с радиометрической съемкой его пригласили в Ленинградский горный институт для чтения курса радиометрии. Это был курс, разработанный им самим, изданный впоследствии Георазведиздатом отдельной книжкой [II, 35]. Студенты с интересом слушали лекции Богоявленского по совершенно новой и многообещающей отрасли науки. Этому способствовала и манера его чтения. Материал он преподносил живо и просто, показывая все на примерах, приучая студентов размышлять над фактами и выводами. Не избегал он также иронии и юмора. Склонность к юмору Леонид Николаевич пронес через всю жизнь. И как знать, если бы не юмор, смог ли бы он перенести все злоключения и тяготы своей жизни. Да и в экспедициях ему тоже приходилось попадать в трудные положения. Но юмор, шутка, острое словцо помогали преодолевать невзгоды.

С 1923 по 1933 г. сначала в качестве старшего преподавателя, а затем доцента Богоявленский работал в Горном институте, пользуясь всеобщей любовью студентов. Многие из них (Берлович, Соколов и др.) были потом его аспирантами, готовились стать квалифицированными метрологами в Палате мер и весов. Горный институт был расположен от квартиры Леонида Николаевича в пяти минутах ходьбы, что несколько упрощало дело.

Научная деятельность, отраженная в многочисленных печатных трудах и педагогических работах Богоявленского, была высоко оценена. В протоколе Высшей аттестационной комиссии от 5 июня 1935 г., хранящемся в семейном архиве, читаем:

«Утвердить Богоявленского Леонида Николаевича в ученое звание действительного члена института по специальности «радиометрия».

Председатель ВАК — *Г. М. Кржижановский*
Ученый секретарь ВАК — *А. В. Травина*».

Это было профессорское звание. В 1938 г. Богоявленского ввели в ученый совет института, в котором он состоял до конца жизни. Но педагогическую работу Богоявленскому из-за перегруженности пришлось прекратить. Выезды в экспедиции, работа в Главной палате, Институт прикладной геофизики, занятия с аспирантами — все это отнимало много и времени и сил. Правда, уже в 1939 г. по рекомендации академика А. А. Байкова профессору Богоявленскому предложили занять должность заведующего кафедрой общей химии Института инженеров коммунального строительства, однако он по ряду причин отказался.

Богоявленский был крупнейшим специалистом в области радиологии. Им напечатано свыше 60 работ, из них 14 — на иностранных языках. Но он печатал не только научные работы. Он был и популяризатором знаний. Помимо журнальных статей, большим спросом пользовались его работы «Как измерить радий», «Радий. Как его добывают и измеряют», написанные для самого широкого, специально неподготовленного читателя.

Во всех своих работах — и научных и научно-популярных — Богоявленский всегда проявлял большую щепетильность. Он никогда не забывал при рассмотрении того или иного вопроса упомянуть предшественника, автора даже малозаметной статьи. Он всегда выражал благодарность тем лицам, которые оказывали ему ту или иную помощь. И считал все это элементарной научной чистоплотностью. К сожалению, по отношению к нему самому такая чистоплотность соблюдалась далеко не всегда.

Было ли у Леонида Николаевича какое-нибудь побочное увлечение? Да, разумеется. Он шел в ногу со временем, и его увлечение было, так сказать, созвучно эпохе. Лишь старики сейчас помнят, как пробивало в нашей стране дорогу радиовещание. У первых рупоров — радиорепродукторов собирались толпы народа не только в глухой сельской местности, но и в городах. Радио в доме было большой роскошью. Общее между радиом и радио —

только созвучие. Но крупный специалист радиолог Богоявленский увлекся радиоприемниками. Он в меру своих возможностей стремился приблизить радио к людям. Фундаментальными изысканиями в этой области он не занимался, но конструировал, монтировал, упрощал приемники, прежде всего детекторные, как наиболее доступные рядовому слушателю. Охотно мастерил их для своих родственников и знакомых. Тонкое место в них — кристалл-детектор. А в таких кристаллах он понимал, пожалуй, лучше многих и подбирал их всегда безукоризненно. Потом, когда радио вошло в нашу жизнь, это увлечение Леонида Николаевича прошло.

Будучи хорошим организатором, Богоявленский всегда принимал большое участие в общественной и культурной работе. Он неоднократно производил обследования жилищных условий работников института и преподавателей подшефной школы. Всегда старался быть объективным, настойчиво требовал необходимых улучшений. Из года в год его переизбирали народным заседателем. Многие годы он состоял членом редколлегии стенной газеты — любящим это дело, критическим, остроумным. Сотрудники даже не представляли себе, как это газета будет без Богоявленского!

Леонида Николаевича неоднократно премировали и награждали грамотами ударника за успешную творческую работу, за перевыполнение производственного плана, за экономию средств. В 1932 г. ему был установлен персональный оклад.

Несколько слов о личной жизни Богоявленского. По возвращении из Томска он женился на Анне Федоровне Томиловой, которая оставалась его невестой в течение многих лет. Жили они в довольно скромной квартире на Набережной лейтенанта Шмидта. Она была врачом-окулистом и много работала в больницах и поликлиниках. В 1922 г. у них родился сын Михаил.

Последние годы жизни

В Европе шла «странная война». Ленинградцы в разговорах все чаще упоминали северную границу, Карельский перешеек, линию Маннергейма. Все это очень волновало Богоявленского. Он начинал свою деятельность с

работы оборонного значения и чувствовал, что скоро вновь придется к ней обратиться.

В декабре 1939 г. Богоявленским была подана заявка в Комитет по изобретательству на способ получения губчатой платины на керамических основах. Так называлось изобретение, а по сути это были тепловыделяющие элементы. Наркомат химической промышленности сразу же запросил изобретателя, через какие официальные учреждения можно вести с ним переписку, попросил сообщить, в какой отрасли промышленности можно реализовать его предложение. На последнее Богоявленский отвечал, что наиболее подходящими считает организации, производящие предметы ширпотреба — штампочные изделия, игрушки и т. д., где легко можно организовать и химическую часть.

Вряд ли есть смысл вникать во все подробности изобретения. Давался способ изготовления керамики. Рекомендовались смеси для нее, последующая обработка для удаления контактных ядов. Предлагались способы покрытия платиной, служащей в нагревательных элементах катализатором. Указывалось горючее, которое с успехом могло быть использовано: бензин первого сорта или авиационный, спирт, денатурат, сырец, метиловый (древесный) спирт, ацетон, эфир и т. д. Резервуар грелки всего 30 см³, непрерывный обогрев около 20 часов. Для военных действий в условиях Севера это было очень ценное изобретение. Пока велась переписка, в Ленинграде времени не теряли. Нашли предприятие, где изготавливались коробочки для гуталина, и стали там штамповать корпуса нагревательных элементов и тут же монтировать их под руководством Богоявленского. Особенно ценны были простота изготовления и большая экономия платины. К изготовлению керамики нужно было относиться с особой тщательностью, за этим Богоявленский следил строго. Готовые элементы направлялись в воинские части.

Элементы, по замыслу автора, могли быть применены в качестве

— карманных обогревательных приборов, используемых в действующей армии в военное время и в пограничной сторожевой охране;

— специальных обогревательных приборов для летчиков;

— обогревательной специальной аппаратуры (предохранение электролитов аккумуляторов от замерзания,

согревание приборов, применяемых в воздухоплавании, и т. д.;

— медицинских обогревательных приборов;

— обогревательных приборов в арктических экспедициях и для обогрева исследователей-зимовщиков.

— термостатов и других приборов, применяемых в термометрии;

— бытовых приборов.

Элементы Богоявленского использовали, естественно, по всем указанным пунктам, но, конечно, не в тех масштабах, которые могли бы быть.

Когда началась Великая Отечественная война, Богоявленский остался в Ленинграде. Он продолжал работать и переносить все тяготы и лишения, выпавшие на долю ленинградцев. Он был уже не молод и не особенно здоров, но сразу же включился в оборонную работу. В справке, выданной Леониду Николаевичу в то время, отмечалось, что он состоит членом ученого совета Радиевого института с его основания (1921 г.), что он привлечен к срочной работе по заказу для военной промышленности. И далее: «Профессор Богоявленский является одним из крупнейших специалистов в СССР по светосостовам постоянного действия и единственным крупным специалистом в Ленинграде. Его участие в производимой в институте оборонной работе совершенно необходимо»*.

Светящиеся составы снова потребовали от него отдачи всех сил. Ими он занимался даже в минуты отдыха. Светился в темноте номер его дома и квартиры, светились пуговицы на одежде. Это не было чудачеством старого ученого, поскольку все имело сугубо практический смысл. Даже в наше время мы встречаем в печати сообщение о том, что легкая промышленность Венгрии решила принять участие в кампании по безопасности движения, для чего изготавливается одежда, в которой используются люминесцентные красители. Не только для дорожных и строительных рабочих, но и для мотоциклистов, велосипедистов и даже для пешеходов, следующих постоянно по неосвещенным шоссе и улицам.

В осажденном, замерзающем, голодном и затемненном Ленинграде можно было не найти свой дом или быть сбитым во мраке машиной. Жизнь была крайне тяжелой.

Сын Михаил, только что окончивший десятилетку, ушел на фронт. Леонид Николаевич остался с женой Анной Федоровной. Наиболее теплые отношения он поддер-

живал с Иваном Ивановичем Богоявленским — крупным химиком-технологом. В 1930 г. Иван Иванович переехал в Ленинград и стал преподавать в Промышленной, а затем и в Лесотехнической академии. Он был болен. В декабре 1941 г. его эвакуировали в числе профессорско-преподавательского состава Лесотехнической академии. Но через год он умер.

Сын его, Иван, остался в Ленинграде. От воинской службы он был освобожден по состоянию здоровья. Леонид Николаевич и Анна Федоровна старались ему помочь, чем могли.

Богоявленскому шел седьмой десяток. Еще в 1940 г. Радиевый институт и Главная палата мер и весов начали хлопоты о назначении ему персональной пенсии. После столь бурно и содержательно прожитой жизни можно было уйти на покой. Но именно в это время ученый активно включился в оборонную работу. Он видел, что его знания и опыт нужны для защиты Родины. Однако его здоровье было подорвано тяжелыми условиями минувшей зимы; ученый все больше слабел и вскоре был помещен в больницу.

Из больницы Леонид Николаевич уже не вышел. 25 января 1943 г. его не стало.

После окончания войны больницу, где умер Богоявленский, посетил молодой воин с голубыми петлицами — его сын Михаил. Он еще не знал о смерти отца.

Врач Воронковская, под наблюдением которой Л. Н. Богоявленский находился, сказала Михаилу: «Хотя он был очень крепким человеком, но просто удивительно, как он дожил до этих пор — настолько он был весь поражен радиоактивностью!».

И это не удивительно: ведь фактически всю свою жизнь Леонид Николаевич Богоявленский работал «на светящейся радиоактивной тропе».

Основные даты жизни и деятельности Л. Н. Богоявленского

- 1881, 21 января — родился в г. Торжке.
- 1902 — сдал экстерном экзамены и получил свидетельство о среднем образовании;
— зачислен вольноопределяющимся в 8-й гренадерский Московский полк, отчислен в 1903 г. по болезни.
- 1903 — поступил в Дерптский университет.
- 1904 — переведен в Киевский политехнический институт.
- 1905 — начал научную работу на кафедре неорганической химии под руководством проф. М. И. Коновалова.
- 1906 — начал нелегальную революционную работу и установил связь с московской нелегальной типографией.
- 1907 — арестован, бежал во Францию;
— начал посещать лекции и работать в лаборатории Льежского университета.
- 1908 — защитил диссертацию на звание бакалавра в Парижском университете;
— работал в Парижском университете и в русском народном университете;
— проводил исследования по химии.
- 1911 — получил диплом лиценциата наук, поступил на последний курс Тулузского университета.
- 1912 — окончил Тулузский университет и получил диплом инженера-химика;
— работал химиком в лондонской фирме «Найлс Лимитед».
- 1913 — работал химиком на предприятиях Парижского газового общества, фабрике синтетических смол в Ницце и на заводе перегонки каменноугольного дегтя в Париже.
- 1914 — заведовал отделом по фракционированию при производстве радия и по изготовлению светящихся составов постоянного действия в фирме братьев Дани (Жи́фр, Франция).
- 1917 — возвратился в Россию;
— работа в Комитете военно-технической помощи по производству светящихся составов постоянного действия.
- 1918 — посещение ВСНХ с предложением об использовании остатков ферганской руды;
— доклад в КЕПС о результатах своих работ по выработке метода извлечения радия из ферганской руды;
— выезд из Петрограда с остатками ферганской руды для организации завода по извлечению радия;
— телеграмма В. И. Ленина от 28 октября, предписывающая Березниковскому заводу немедленно начать работу по организации радиевого завода, которая должна проводиться под управлением Л. Н. Богоявленского.

- 1919 — захват колчаковцами Березников; тяжелая болезнь, переезд в Томск;
— выход книги «Светящиеся составы постоянного действия».
- 1920 — работа в Геологическом комитете по обследованию радиоактивности и химического состава соляных озер в Западном Алтае и Кулундинской степи; обследование Белокурихинских термальных источников.
- 1921 — возвращение в Ленинград, начало работы в качестве заведующего радиологической лабораторией Главной палаты мер и весов.
- 1922 — утверждение членом ученого совета Государственного радиового института.
- 1923 — исследования радиоактивности термальных вод в Пятигорске;
— по совместительству начал чтение лекций по радиометрии в Ленинградском горном институте.
- 1924 — первая радиометрическая съемка Майкопского нефтяного месторождения.
- 1924 — 1926 — провел радиометрические исследования и радиометрическую съемку в Пятигорске.
- 1927 — проведено обследование на радиоактивность Ухтинского нефтедобывающего района.
- 1928 — изучение радиоактивности горных пород в районе Онежского озера.
- 1929 — изучение естественных радиоактивных излучений земной коры в Вологде, Астрахани, Баку, Тбилиси, Новороссийске, Краснодаре.
- 1930 — геофизическое изучение часто поражаемых молнией мест в Лужском округе.
- 1931 — 1932 — геофизическое изучение часто поражаемых грозовыми разрядами мест на Урале и в районе энергосети МОГЭСа.
- 1933 — выход книг «Радий. Как его добывают и измеряют» и «Краткий курс радиометрии».
- 1933 — 1935 — определения радиоактивности и ионизации воздуха в районах Сестрорецкого курорта, Евпатории и на озере Имандра.
- 1935 — утвержден ВАК в ученом звании действительного члена Горного института (равно современному званию профессора) по специальности «радиометрия».
- 1942 — работа для нужд обороны Ленинграда — изготовление светящихся составов постоянного действия.
- 1943, 25 января — умер в Ленинграде.

Литература

1. Используемая литература

1. *Бах Л. А., Опарин А. И.* Алексей Николаевич Бах. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
2. *Бережной М.* Откровение торона.— Техника — молодежи, 1977, № 2.
3. *Берлович Э. Е.* Опыт получения толстых металлических слоев бериллия.— В кн.: Труды ВНИИ метрологии. Л., 1939, вып. 26(42).
4. Большая энциклопедия. СПб., 1904. Т. 16.
5. Борьба за власть Советов в Томской губернии: Сборник документальных материалов. Томск, 1957.
6. *Вдовенко В. М.* Академик В. Г. Хлопин. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
7. *Вдовенко В. М.* Первый советский радий.— Химия и жизнь, 1959, № 4.
8. *Вдовенко В. М., Добротин Р. Б. Д. И. Менделеев и вопросы радиоактивности.*— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. М.: Изд-во АН СССР, 1957, вып. 5.
9. *Вернадский В. И.* Задачи дня в области радия.— Известия Академии наук, 1905, т. 5, № 1.
10. *Гедовиус А. К.* Геофизические методы поисков и разведок полезных ископаемых.— В кн.: Известия Геолкома за 1925 г. Л., 1927, т. 44.
11. *Данин Д. А.* Резерфорд. М.: Молод. гвардия, 1966.
12. Деятельность Главной палаты мер и весов в 1923 г.— В кн.: Второе годовое общее собрание Главной Палаты мер и весов. Л., 1924.
13. *Ерчиковский Г. О.* Полевой гамма-спектрометр и применение его для поисков радиоактивных руд.— В кн.: Труды по изучению радия и радиоактивных руд. Л., 1928, т. 3.
14. Журнал присутствия Геологического комитета.— В кн.: Известия Геолкома за 1920 г. Л., 1924, т. 39, № 7/10.
15. *Зайцев Л. Я., Левшин Б. В.* Письма В. Г. Хлопина к В. И. Вернадскому (1914—1943). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961.
16. *Зайцева Л. Л., Фигуровский Н. А.* Исследования радиоактивности в дореволюционной России. М., Изд-во АН СССР, 1961.
17. *Ильина Т. Д.* Некоторые практические приложения учения о радиоактивности к поискам полезных ископаемых в СССР.— В кн.: Учение о радиоактивности (история и современность). М.: Наука, 1973.
18. *Ильина Т. Д.* Развитие ядерной геофизики в СССР (1917—1960). М.: Наука, 1978.

19. *Калицкий К. П.* По поводу статьи Л. Н. Богоявленского «О применении радиометрической съемки к разведке нефтяных месторождений». — Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1923, т. 4, № 2.
20. *Кириков А. П., Тверской П. Н., Граммаков А. Г., Горшков Г. В., Айдаркин Б. С.* Радиоактивные геофизические методы в приложении к геологии. Л., 1934.
21. *Комлев Л. В.* К вопросу о происхождении радия в пластовых водах нефтяных месторождений. — В кн.: Труды Гос. радиевого института. Л., 1933, т. 2.
22. *Коновалов Д. П.* Значение Главной палаты мер и весов и ее достижения: Доклад в заседании Президиума ВСНХ 16 февраля 1925 г. — Поверочное дело, 1925, № 1(2).
23. Краткий отчет технического совета Отдела химической промышленности ВСНХ за 1920 г. с данными о работе за 1919 г. Пг., 1921.
24. *Ленин В. И.* Полн. собр. соч., т. 37.
25. *Ленин В. И.* Полн. собр. соч., т. 50.
26. Ленин и Академия наук: Сборник документов. М.: Наука, 1969.
27. *Либман Э. П.* Выполняя призыв Ленина. — В кн.: А. Е. Ферсман. Жизнь и деятельность. М.: Наука, 1965.
28. *Луганский А. Я.* Редкие элементы и развитие промышленности их в СССР. М.; Л.: Гостеортехиздат, 1932.
29. *Мусабеков Ю. С. М. И. Коновалов.* Ярославль, 1959.
30. *Мусабеков Ю. С.* На заре советской химии. Ярославль, 1969.
31. *Мысовский Л. В.* Государственный радиевый институт и его деятельность. — Природа, 1925, № 7/9.
32. *Никигин А. С.* с мандатом Ильича. Первый советский радий. — Советская Россия, 1977, 5 февр.
33. *Новиков И.* Пушкин в изгнании. М., 1962.
34. Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968.
35. *Пирумова Н. М.* Петр Алексеевич Кропоткин. М.: Наука, 1977.
36. *Писаржевский О. Н.* Страницы из жизни большевика-ученого. М., 1960.
37. *Погодин С. А., Либман Э. П.* Как добыли советский радий. М.: Атомиздат, 1971; 2-е изд. 1977.
38. Подписано Лениным. — Экономическая газета, 1963, 9 нояб.
39. Протокол заседания ГУС от 15 апреля 1921 г. — В кн.: Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968.
40. Протоколы заседаний Геологического комитета. — Известия геолкома за 1922 г., 1926, т. 41, № 6/9.
41. *Пыльков А. Н.* Опыты изготовления образцового препарата зеленой окиси урана, укрепленного на металлическом стержне. — В кн.: Труды ВНИИ метрологии. Л., 1939, вып. 26(42).
42. Революционер Карпов. — Химия и жизнь, 1967, № 2.
43. *Рубакин А. Н.* Рубакин. М.: Молод. гвардия, 1967.
44. *Сажин И. П.* Развитие в СССР металлургии редких металлов и полупроводниковых материалов. М.: Атомиздат, 1967.
45. *Соколов М. М.* О катодном распылении U_2O_8 . — В кн.: Труды ВНИИ метрологии. Л., 1939, вып. 26(42).
46. *Старосельская-Никигина О. А.* История радиоактивности и возникновение ядерной физики. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
47. *Тверцын В. С., Милин В. Б.* Радиоактивность буровых вод Грозненского района. — Нефтяное хозяйство, 1929, № 11/12.

48. Труды научной конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири. Томск, 1940. Т. 2.
49. Труды V Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии (15—21 июня 1928 г.): Дополнительный сборник рефератов. Казань, 1928.
50. Туркин Н. А. Жизнь и деятельность Л. П. Сабанеева.— В кн.: Сабанеев Л. П. Рыбы России. М., 1911.
51. Чеканов А. А., Жосницкий Б. Н. Михаил Андреевич Шателен. М.: Наука, 1972.
52. Черейский Л. А. Пушкин и его окружение. Л.: Наука, 1975.
53. Черепенников А. А. Проявление радиоактивности в Ухтинском районе.— Вестник Геолкома, 1928, № 4.
54. Чузаев Л. А., Покровский В. П. К теории спинтарископа.— ЖРФХО, 1909, т. 41 (ч. хим. 1).
55. Шателен М. А. Международный конгресс по электричеству в Париже.— Электричество, 1932, № 10.
56. Щербakov Д. И. К минералогии окрестностей селения Лякан в Южной Фергане.— Доклады Академии наук, сер. А, 1926, № 10.
57. Щербakov Д. И. Находки радиоактивных минералов специальными методами поисков.— Природа, 1923, № 7/12.
58. Энциклопедический словарь. М.: Изд-во БСЭ, 1955. Т. 3.

II. Труды и изобретения Л. Н. Богоявленского

1. Метод получения радия из остатков ферганской руды (рукопись). Пг., 1918.
2. Светящиеся составы постоянного действия. Пг., 1919.
3. Отчет по обследованию радиоактивности в с. Чагирском (Западный Алтай) и его окрестностях.— Известия Геолкома, 1920, вып. 1/12.
4. Отчеты по обследованию радиоактивности в Западном Алтае и химического состава соляных озер Кулундинской степи в 1920 и 1921 гг.— Отчет Геологического комитета за 1921 г. Пг., 1922.
5. Аппарат для радиометрической съемки. Авт. свид. № 124, апр. 1922 г.
6. Аппарат для радиометрической съемки. Авт. свид. № 1303, окт. 1924 г.
7. О применении метода радиометрической съемки к разведке нефтяных месторождений.— Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1923, № 2.
8. Радиоэлементы как индикаторы при разведке полезных ископаемых.— Горный журнал, 1923, № 6.
9. Способ радиометрической съемки залежей полезных ископаемых. Авт. свид. № 4574, окт. 1924 г.
10. О теории радиометра и радиометрической съемки.— Временник Главной Палаты мер и весов. 1925, вып. 1.
11. О принципах радиометрической съемки и ее применениях.— Изв. Института прикладной геофизики, 1925, вып. 1.
12. Краткий обзор радиометрических работ Института прикладной геофизики летом 1924 г.— Известия Института прикладной геофизики, 1925, вып. 1.

13. Способ предохранения аэростатов и дирижаблей от атмосферных разрядов. Авт. свид. № 1957, апр. 1925 г.
14. О причинах радиоактивности Белокурихинских термальных источников.— В кн.: Материалы по общей и прикладной геологии, 1926, вып. 46.
15. О сильно проникающих излучениях земного происхождения.— Известия Института прикладной геофизики, 1926, вып. 2.
16. Метод приготовления образцового препарата зеленой окиси урана.— Временник Главной Палаты мер и весов, 1926, вып. 2/14.
17. Непрерывность радиоактивного распада и эталон радия.— Временник Главной Палаты мер и весов, 1926, вып. 2/14.
18. Опыты с сильно проникающими излучениями земного происхождения. (Совместно с А. А. Ломакиным).— Известия Института прикладной геофизики, 1927, вып. 3.
19. Радиометрическая разведка нефти.— Известия Института прикладной геофизики, 1927, вып. 3.
20. Определения радия в русских ортитах различного происхождения.— Известия Института прикладной геофизики, 1928, вып. 4.
21. Радиоактивность золы некоторых нефтей.— Известия Института прикладной геофизики, 1928, вып. 4.
22. Аномалии проникающего земного излучения на Ухтинском месторождении радия (Совместно с А. А. Ломакиным).— Известия Института прикладной геофизики, 1928, вып. 4.
23. Ухтинское месторождение радия.— Доклады Академии наук, сер. А, 1928, № 14/15.
24. Измерение константы полония в различных пунктах СССР.— Известия Института прикладной геофизики, 1929, вып. 5.
25. Способ оконтуривания залежей полезных ископаемых. Заявлено 31.1.1929 г. № 136513. Патент № 12953.
26. Об употреблении эталонных растворов радия при измерениях радия.— Измерительная техника и поверочное дело, 1930, № 2.
27. О влиянии геофизических факторов на поражаемость местности молнией.— Электричество, 1931, № 5. *с. 266 - 275*
28. Единицы радиоактивности.— Вестник стандартизации, 1931, № 10.
29. Результаты исследования причин поражаемости местности молнией на Урале в 1931 г.— Электричество, 1932, № 10. *с. 554 - 560*
30. К вопросу и установлению методики исследования и влияния грозовых разрядов на высоковольтные линии передач. (Совместно с А. Г. Стрельманом).— Электричество, 1932, № 14.
31. Исследования влияния геофизических факторов на поражаемость местности молнией в районе электросети МОГЭС в 1932 г. (рукопись). Отчет Главэнерго за 1932 г.
32. О влиянии геофизических факторов на поражаемость местности молнией.— В кн.: Материалы Всесоюзного бюро по высоковольтным передачам. Л., 1933.
33. Об ультражестких излучениях земного происхождения.— В кн.: Материалы Всесоюзного бюро по высоковольтным передачам. Л., 1933.
34. Радий. Как его добывают и измеряют. Л., 1933.
35. Краткий курс радиометрии. Л.; М., 1933.
36. Ионизация воздуха на Сестрорецком курорте и ее причины.— В кн.: Ленинградские курорты. Л., 1933.

37. Изучение ионизирующего эффекта проникающего земного излучения на Сестрорецком курорте в 1933 г.— Труды Центральной лаборатории по ионофикации. М., 1934, т. 2.
38. Изучение мест, часто поражаемых молнией.— Природа, 1934, № 6. (4) с. 80-81
39. Однопетельный электромтр. Авт. свид. № 40454, окт. 1934 г.
40. Прибор для измерения числа ионов различной подвижности и различной полярности в атмосферном воздухе. Авт. свид. № 41738, февр. 1935 г.
41. Установление основного эталона радия в СССР.— В кн.: Исследования в области радиоактивности. Л., 1939 (Труды ВНИИ метрологии, вып. 26(42)).

Указатель имен

- Александр I 8
Александров С. П. 58
Амади А. 96
Амбронн Р. 66, 68
Антонов Г. И. 17
Аптекман М. А. 111
Афанасьев А. П. 35
- Байков А. А. 76, 99, 113
Бакунина М. А. 12
Балашов С. 11
Бамстедт 91
Барклай-де-Толли М. Б. 8
Бауман В. И. 52
Башилов И. Я. 46, 75
Беккерель А. 23, 74
Бель 97
Берлович Э. Е. 87, 112
Богоявленская Н. Н. 6
Богоявленская О. Н. 6
Богоявленский Б. Н. 6, 19, 21
Богоявленский В. Н. 6, 21
Богоявленский И. И. 21, 117
Богоявленский М. Л. 114, 116, 117
Богоявленский Н. И. 13
Богоявленский Н. Л. 5, 6, 7, 10
Бойко А. 109
Болтвуд Б. 91
Бородовский В. А. 29, 75
Буже 101
Бурцев В. Л. 16
Бутлеров А. М. 74
Бюлов Б. 17
- Василий Темный 8
Васильев 11
Васильевский М. М. 49
Ватерс 91
Вебер В. Н. 52
Велер 91
Вернадский В. И. 17, 22, 28, 47, 52, 53, 54, 58, 72, 79
- Виганд 97
Воронковская 117
Воронцов М. С. 8
- Гаврилов С. Н. 81
Галлей Э. 97
Галлер А. 14, 15
Гахлер 98
Гедовиус А. К. 66
Гейгер 90, 91
Герасимов А. П. 50
Гердиен 101, 102
Гизель Ф. 74
Гледич Е. 91
Гоголь Н. В. 9
Горбунов Н. П. 38, 40, 42
Горелкин 32
Горшков Г. В. 67
Граммаков А. Г. 67
Губкин И. М. 63, 64
- Давыдович О. М. 108
Данзер 103
Данн бр. 31, 44, 77
Данн Ж. 19, 20, 25, 26
Даныш Я. 19
Дейнека 49
Дзержинский Ф. Э. 79
Дозире 101
Дьеберн А. 29, 43
- Егоров Н. Г. 75, 100
Екатерина II 8
Елисеев А. Г. 46
Ерчиковский Г. О. 59, 60
- Жидолович П. В. 81
Жирард 91
- Заварицкий А. Н. 92
- Иванов М. В. 74
Ильина Т. Д. 47
Иоффе А. Ф. 79
- Калицкий К. П. 61, 62, 63, 64, 66

- Карпинский А. П. 34, 35
 Карпов Л. Я. 30, 31, 32, 33, 34,
 35, 37, 42, 59
 Каскариола 23
 Клук А. 17
 Коловрат-Червинский Л. С. 17,
 35, 36, 37, 38, 46, 75
 Комлев Л. В. 72
 Коновалов Д. П. 79
 Коновалов М. И. 10, 11
 Котульский В. К. 52
 Кржижановский Г. М. 100, 113
 Кропоткин П. А. 20
 Крукс В. 23
 Крупская Н. К. 111
 Кутман 91
 Кутузов М. И. 8
 Курнаков Н. С. 35, 36, 37
 Кюри П. 91
 Кюри М. 16, 17, 18, 19, 43, 47, 75,
 76, 79, 91

 Лаптев И. П. 81
 Ленин В. И. 20, 34, 38, 39, 41, 100
 Линке 97
 Лодочников В. Н. 52
 Ломакин А. А. 71
 Луначарский А. В. 34, 35
 Лялин Л. М. 22, 35, 36
 Лятковская Н. М. 67

 Маликов М. Ф. 100
 Малиновский Р. 11, 12
 Марквалд В. 91
 Марков В. П. 50
 Маурер Р. 67
 Махе Г. 91
 Мезерицкий А. М. 35
 Мейер С. 79, 91
 Менделеев Д. И. 74
 Милин В. Б. 72
 Милликен Р. 96
 Миронов С. И. 65
 Мите 98
 Мушкетов Д. И. 52

 Нагаока Г. 98
 Наполеон I 8
 Никитин Б. А. 72
 Никитин В. В. 52
 Никифоров П. М. 65
 Нумеров Б. В. 65
 Нэттелл 91

 Ольденбург С. Ф. 35, 37
 Орлов Н. А. 35

 Павел I 8
 Перрен Ж. 56, 95, 96
 Петржак К. А. 97
 Петровский А. А. 102
 Плевэ В. К. 11
 Повало-Швейковский И. С. 12
 Повало-Швейковский Т. Н. 12
 Покровский В. П. 74
 Прохоров И. Г. 47
 Пушкин А. С. 9
 Пылков А. Н. 74, 81, 82, 83

 Рамзай В. 25
 Регепер Э. 91
 Резерфорд Э. 16, 17, 23, 25, 75,
 79, 90, 91, 99
 Рюмелин Г. 91

 Сабан Алей 8
 Сабанеев А. П. 7
 Сабанеев И. В. 5, 6, 8, 9, 44
 Сабанеев Л. П. 6, 7, 9
 Сабанеева Ю. П. 5, 6, 7, 12
 Сабатье П. 14, 15, 76
 Сазонов Е. 11
 Саккуро О. 91
 Саламон В. 69, 72
 Сандерен 14
 Сипягин 11
 Смирнов А. П. 111
 Содди Ф. 91
 Соколов М. М. 85, 112
 Спрингс В. 13
 Суворов А. В. 8

 Таунзендт 80
 Тверцын В. С. 72
 Титов В. С. 50
 Томилова А. Ф. 48, 49, 114, 116
 Томсон Дж. 75
 Томсон А. 97
 Травина А. В. 113

 Урбен Ж. 76
 Ушков П. К. 30

 Фаас А. В. 52
 Фаусек И. И. 43
 Фаянс К. 91
 Ферсман А. Е. 27, 35, 36, 37, 57,
 58
 Флеров Г. Н. 97
 Фридхейм 91

- Хвольсон О. Д. 35, 36
Хёнингсмиidt О. 76, 91
Химстедт 61
Хлопин В. Г. 21, 22, 26, 27, 28,
30, 31, 33, 35, 38, 42, 43, 45, 46,
48, 57, 58, 59, 71, 75, 78, 79, 99,
112
Холмс А. 97
- Чедвик Д. 87
Черепенников А. А. 70
Чижевский А. Л. 105, 111
Чичагов П. В. 8
Чугаев Л. А. 22, 30, 35, 36, 74,
75
Чураков А. Н. 52
- Шателье А. 76
Шателен М. А. 100, 103
Швейдлер Е. 91
Шлюмберже К. 102, 105
Шопп-Мишич 45
Шпак В. А. 67
- Щербаков Д. И. 60
Щукина В. Я. 108
- Эйхельберггер 81
Экснер Ф. 101
Эльбер Э. 30
- Яковкин А. А. 36

Содержание

Юношеские годы	5
В эмиграции	12
Светящиеся составы постоянного действия	20
Ферганская руда	28
Томск и Алтай	46
Радиометрическая съемка на Алтае и Кавказе **	50
Радиометрическая разведка нефти **	60
Открытие радиоактивности нефтяных пластовых вод **	69
Эталон радия в СССР и единица радиоактивности	74
Проникающая радиация Земли	89
Грозовые разряды и ионы в воздухе	100
Педагогическая и общественная деятельность	112
Последние годы жизни	114
Основные даты жизни и деятельности Л. Н. Богоявленского	118
Литература	120
Указатель имен	125

** Написано Т. Д. Ильиной.

Борис Игнатъевич Казаков, Татьяна Дмитриевна Ильина

Леонид Николаевич Богоявленский 1881—1943

Утверждено к печати редколлегией научно-биографической серии Академии наук СССР

Редактор издательства *Е. М. Кляус*. Художественный редактор *Н. А. Фильчагина*. Технический редактор *Ю. В. Серебрякова*. Корректоры *Т. В. Гурьева, Л. Д. Собоко*

ИБ № 15424

Сдано в набор 9.10.80. Подписано к печати 2.02.81. Т-02727. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 2. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 6,9. Тираж 10 000 экз. Тип. зак. 3605. Цена 40 к.

Издательство «Наука»

117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



Б. П. Казаков, Т. Д. Ильина

**Леонид
Николаевич
БОГОЯВЛЕНСКИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

Ушакова Н. Н., Фигуровский Н. А.

ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ СЕВЕРГИН

(1765—1826)

10 л. 40 к.

Книга посвящена жизни и деятельности известного русского минералога и химика академика Василия Михайловича Севергина. В минералогии он развивал химическое направление, считая главным изучение состава и строения минералов. В «Опыте минералогического землеописания Российского государства» (1808—1809) В. М. Севергин дал подробную сводку данных по геологии и минералогии России. Интересны его труды в области минералогии, химии и ботаники.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся развитием отечественной науки.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазина «Книга — почтой» «Академкнига»:

- 480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97
- 370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13
- 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95
- 252030 Киев, ул. Пирогова, 4
- 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2
- 197110 Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7а
- 117192 Москва, В-192, Мичуринский проспект, 12
- 630090 Новосибирск, 90, Морской проспект, 22
- 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137
- 700029 Ташкент, Л-29, ул. К. Маркса, 28
- 450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10
- 720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42
- 310003 Харьков, Уфимский пер., 4/6.

Цена 40 коп.