

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,*  
*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. Фигуровский (зам. председателя), А. П. Юшкевич,*  
*А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

**Ю. И. Соловьев**

**Николай Семенович  
КУРНАКОВ**

1860—1941



---

МОСКВА  
«НАУКА»  
1986

ББК 24.1  
С51  
УДК 92 Н. С. Курнаков

Ответственный редактор  
академик Н. М. ЖАВОРОНКОВ

Рецензенты:  
доктора химических наук  
В. И. КУЗНЕЦОВ, И. Н. ЛЕПЕШКОВ,  
Н. А. ФИГУРОВСКИЙ

**Соловьев Ю. И.**

С51 Николай Семенович Курнаков: 1860—1941.—  
М.: Наука, 1986.— 272 с., ил.— (Серия «Научно-  
биографическая литература»).

Книга посвящена жизни, научной и организационной деятельности академика Н. С. Курнакова — основоположника физико-химического анализа, выдающегося организатора науки. Н. С. Курнаков внес огромный вклад в решение прикладных задач, имеющих первостепенное значение для развития народного хозяйства нашей страны. С именем Н. С. Курнакова связано освоение Кара-Богаз-Гола, калийных месторождений Соликамска, тихвинских бокситов для получения металлического алюминия. Н. С. Курнаков основал большую научную школу, сыгравшую важную роль в развитии химической науки и промышленности в нашей стране.

Книга предназначена для широкого круга читателей.

С 1402000000-126 34-86 Н П Л  
054(02)-86

ББК 24.1

## Предисловие

В 1985 г. исполнилось 125 лет со дня рождения Николая Семеновича Курнакова — выдающегося ученого нашей страны. Его имя известно химикам, металлургам, галургам и минералогам всего мира. Своим научным творчеством Н. С. Курнаков охватил широкий круг химико-технологических проблем: от химии комплексных соединений он перешел к изучению природы металлических и органических систем, от изучения соляных равновесий — к освоению естественных солевых богатств нашей страны. Вместе со своими учениками он создает физико-химический анализ, общие положения которого приложимы к системам, образованным любыми компонентами — металлами, солями, органическими соединениями. Ныне методы физико-химического анализа широко используются во многих областях химии, в частности они нашли широкое применение в неорганическом синтезе на основе равновесных и неравновесных реакций.

Многочисленные труды Н. С. Курнакова прикладного направления были выполнены на глубокой научной основе и очень часто выдвигали новые теоретические вопросы.

В общую химию XX в. Н. С. Курнаков ввел учение о диаграмме «состав—свойство», ставшей «международным языком, аналогичным алгебраическому языку химических формул».

Созданное Н. С. Курнаковым учение о «дальтонидах» и «бертоллидах» легло в фундамент современного учения о соединениях постоянного и переменного состава.

Свои теоретические исследования Н. С. Курнаков всегда связывал с проблемами, имеющими непосредственное практическое значение. В результате научной и организационной деятельности Н. С. Курнакова и его сотрудников удалось включить в народнохозяйственную жизнь страны калийные месторождения Соликамска, карабогазскую глауберову соль, магний, бром и иод крымских соляных озер и лиманов, соляные залежи Западно-Сибирского края, тихвинские бокситы для получения металлического алюминия, сплавы различного назначения.

За научные труды по химии 19 мая 1928 г. Н. С. Курнакову была присуждена премия им. В. И. Ленина.

«Я полагаю,— писал Н. С. Курнаков в декабре 1937 г.,— что мои работы, имевшие во многих случаях не только теоретическое, но и практическое значение, могут облегчить разрешение различных вопросов, стоящих перед советской наукой и промышленностью»<sup>1</sup>.

В некрологе, помещенном в известном английском журнале «Nature» (1941), есть следующие строки: «Со смертью Н. С. Курнакова Россия потеряла пионера физико-химика, работа и влияние которого были велики на его Родине и распространились далеко за ее пределы. Он основал одну из ведущих школ химиков-неоргаников СССР. Работа Курнакова, проводимая им с помощью многочисленных, более молодых, сотрудников, многие из которых в настоящее время существенно способствуют обороне и промышленному росту России, служит превосходным примером того, что развитие науки и техники тесно связано и в значительной мере зависит друг от друга»<sup>2</sup>.

Весь жизненный путь Николая Семеновича Курнакова — яркое беззаветное служение науке. Биография ученого — это биография великого труженика науки.

Имя Н. С. Курнакова навсегда останется в истории отечественной и мировой науки как имя основоположника физико-химического анализа, автора выдающихся исследований, сыгравших первостепенную роль в развитии химии и в решении прикладных задач, имеющих неопределимое значение для развития народного хозяйства нашей страны.

В 1944 г. Институту общей и неорганической химии АН СССР в связи с 25-летним юбилеем было присвоено имя его основателя и первого директора — Николая Семеновича Курнакова. В 1946 г. президиум АН СССР учредил Премию имени Н. С. Курнакова за крупные работы в области неорганической химии, физико-химического анализа и его приложений.

В 1960—1963 гг. к столетию со дня рождения Н. С. Курнакова было приурочено издание его избранных трудов в трех томах. Издание трудов — лучший памятник ученому. Не холодное мраморное изваяние, а теплая речь ученого продолжает жить в науке и напоминать о тех свершениях,

---

<sup>1</sup> Курнаков Н. С. От автора.— В кн.: Курнаков Н. С. Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. III.

<sup>2</sup> Briscoe H. V. A. Professor N. S. Kurnakov.— Nature, 1941, vol. 148, N 3750, p. 310.

без которых немислим прогресс научных знаний. К столетнему юбилею Н. С. Курнакова была издана также его научная биография<sup>3</sup>.

В предлагаемой вниманию читателей книге, посвященной 125-летию со дня рождения Н. С. Курнакова, автор стремился показать, как наращивались его «богатырские силы», направленные на развитие науки и ее приложений в народном хозяйстве.

Автор использовал многочисленные источники, новые архивные материалы, а также различные воспоминания учеников и сотрудников Н. С. Курнакова, которые позволили полнее обрисовать его многогранное творчество. Приведенная в книге полная библиография трудов академика Н. С. Курнакова впервые составлена по основным направлениям научной и организационной деятельности ученого.

Автор надеется, что биография Н. С. Курнакова вызовет у читателя благодарную национальную гордость за тех наших ученых, кто так много сделал для развития науки, промышленности и просвещения в нашей стране. Если перед читателем возникнет живой образ замечательного ученого и человека, всю свою жизнь посвятившего служению высоким идеалам науки, то автор будет считать свою задачу выполненной.

Выражаю благодарность Ольге Францевне Богущ за предоставленные материалы из архива Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР. При подготовке рукописи к изданию большую помощь мне оказала И. П. Соловьева.

*Ю. И. Соловьев*

---

<sup>3</sup> Соловьев Ю. И., Заягинцев О. Е. Николай Семенович Курнаков: Жизнь и деятельность. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 207 с.

## Глава первая

### Начало жизненного пути

Шла Крымская война 1853—1856 гг. Бои под Севастополем ожесточались с каждым днем. На Малаховом кургане Брянский егерский полк отражал многочисленные атаки неприятеля. За героическую оборону Малахова кургана к награде был представлен подпоручик Семен Александрович Курнаков<sup>1</sup>. 6 июня 1855 г. начался общий штурм сева­стопольских бастионов. Неприятельские атаки были отбиты. Разорвавшаяся граната на третьем бастионе тяжело кон­тузила подпоручика Курнакова. За оборону бастиона он по­лучил вторую награду. После многих месяцев, проведенных в госпитале, Семен Александрович выбыл из армии и посе­лился в небольшом городе Нолінске бывшей Вятской губернии (ныне районный центр Кировской области). Здесь он познакомился с Варварой Алексеевной Мезенцевой<sup>2</sup>, кото­рая стала его женой. 6 декабря (24 ноября) 1860 г. у них родился сын Николай. Через восемь лет Семен Александрович скончался: ранение и контузия подорвали его здоровье. Два малолетних сына, Николай и Александр, остались на попечении матери. Варвара Алексеевна переехала с сыновьями в село Жедрино бывшего Нижегородского уезда. В 1871 г. Николая Курнакова как сына участника героиче­ской обороны Севастополя приняли в Нижегородскую воен­ную гимназию с шестилетним курсом обучения. Военные гимназии — закрытые общеобразовательные средние военно­учебные заведения — готовили молодых людей в специаль­ные военные школы. Программа военных гимназий не вклю­чала преподавание древних языков (греческий язык и ла­тынь); курсы по истории и математике были не такими

<sup>1</sup> Прадедом Николая Семеновича Курнакова был генерал-майор Семен Иванович Курнаков (1758—1817), сподвижник А. В. Су­ворова и М. И. Кутузова. В Ленинграде в одном из залов Музея А. В. Суворова висит исполненный маслом портрет генерала С. И. Курнакова (см.: *Никифоров В. П., Помарнацкий А. В.* А. В. Суворов и его современники: Выставка портретов русских военных деятелей из фондов музеев СССР. Аннотированный ука­затель. Л.: Советский художник, 1964, с. 38—39).

<sup>2</sup> В родстве с Варварой Алексеевной Мезенцевой находился вы­дающийся русский химик-органик профессор В. В. Марковников,



полными, как в обычных гимназиях<sup>3</sup>. Предпочтение отдавалось естественным наукам.

Начальные сведения по химии Н. С. Курнаков получает именно в военной гимназии. Из автобиографического очерка, написанного ученым для книги «Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук» [2], мы узнаем, что он, будучи еще 14-летним гимназистом, в мезонине своего дома самостоятельно, «без пособия наставника», проводил опыты по химии (препаративной и аналитической), пользуясь книгой Ю. А. Штекгардта «Учебник химии, или первоначальное изучение химии



**Семен Александрович  
Курнаков**

при помощи самых простых опытов, без пособия наставника» [3], снабженной 286-ю рисунками<sup>4</sup>. В ней в доступной форме разъяснялось, как получить водород, кислород, провести кристаллизацию солей, выпаривание, осаждение и т. п.

<sup>3</sup> Те, кто учился в классических гимназиях, с тяжелым чувством вспоминали юношеские годы, когда приходилось зубрить «мертвые» языки в течение восьми лет обучения в гимназии [1, с. 24—29].

<sup>4</sup> Книга Ю. А. Штекгардта послужила школой химии не только для мальчика из Жедрино. Воспитанник Пажеского корпуса князь П. А. Кропоткин (1842—1921) в возрасте 17—19 лет проделал со своими товарищами все опыты, описанные в «превосходном учебнике Штекгардта...», причем они «...чуть не подожгли дом и не раз отравляли воздух во всех комнатах» [4, с. 134]. Несколько позже 12—13-летний сын скромного рижского бочара Вильгельм Оствальд (1853—1932) также впервые ознакомился с химией по учебнику Штекгардта. «Благодаря счастливой случайности именно этот педагогический шедевр был первым учебником химии, попавшим в мои руки, и это оказало решающее влияние на всю мою позднейшую деятельность в науке. Ясной наглядности, с какою здесь факты излагаются ученику, ловкости, с какою опыты применены к физическому и умственному развитию начинающих, я обязан тем, что не уклонился от точки зрения опыта, несмотря на преимущественное занятие общими вопросами науки», — писал В. Оствальд много лет спустя [5, с. 3].

# УЧЕБНИКЪ ХИМИИ

ИЛИ

ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХИМИИ,

ПРИ ПОМОЩИ

САМЫХЪ ПРОСТЫХЪ ОПЫТОВЪ,

БЕЗЪ ПОСОБИЯ НАСТАВНИКА.

Сочинение

ДОКТОРА **Ю. А. Штекгардта.**

СЪ ОДИННАДЦАТАГО ИСПРАВЛЕННАГО ИЗДАНІЯ

ПЕРЕВЕДЕННОЕ И ИЗДАВНОЕ ПОДЪ РЕДАКЦІЕЮ

**А. И. ХОДИЕВА.**

*Издание 2-е.*

Съ 286-ю рисунками въ текстъ.

Цена 1 руб. 50 коп. съ перес., 2 руб. сер.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Издание «Товарищества Общественная Польза»

1862.

**Титульный лист книги Ю. А. Штекгардта  
«Учебник химии» (1862)**

Раскроем книгу, которую когда-то с интересом изучал четырнадцатилетний мальчик. Уже на первых страницах книги он мог прочесть: «Приложения химии к потребностям жизни сильно побуждают к изучению ее. Химия научает аптекаря готовить лекарства и указывает медику употребление их; в рудниках она обнаруживает присутствие

металлов, скрытых в минералах, и научает выплавлять и обделывать их. Химия и физика были главными двигателями, которыми в последнее пятидесятилетие так изумительно усовершенствованы многие искусства и промыслы» [3, с. 3].

Из книги мальчик узнал, какие основные вопросы предстоит решать химику в своей работе. А именно: «а) *Из чего состоят различные тела в природе?* ... б) *Какие перемены претерпевают тела, когда они приходят в соприкосновение между собой?* ... с) *Какие полезные применения можно сделать из химических знаний и наблюдений* ... д) *Наконец... исследование законов и причин химических изменений*» [3, с. 4—6].

«...научно исследовать химические процессы, быть в состоянии опытами обращаться к телам с верными вопросами» [3, с. 6] можно, только опираясь на законы природы и теории, созданные для объяснения фактов и явлений.

В памяти мальчика остались такие образные сравнения автора «Учебника химии...», как, например: «Для химика весы то же, что для мореходца компас» [3, с. 6] или: «Каждый опыт есть вопрос, который мы обращаем к телу...» [3, с. 4].

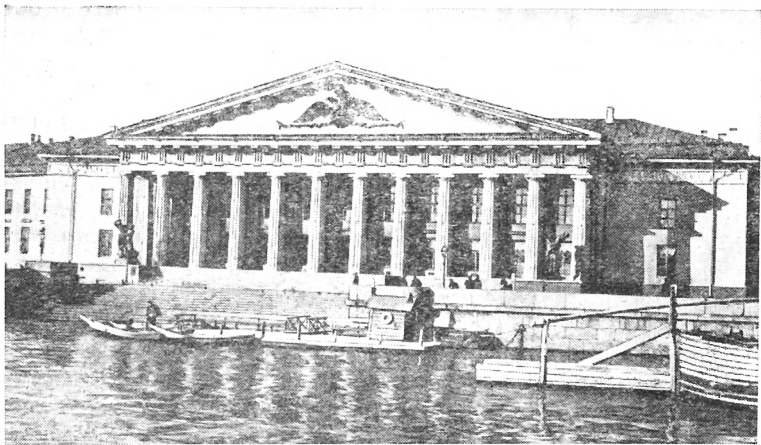
Проводить опыты и задавать вопросы решил и Николай Курнаков. По словам самого ученого, именно занятия домашними опытами и определили выбор его деятельности. Успешно окончив «полный военный гимназический курс», 26 июля 1877 г. Курнаков получил аттестат, который позволял ему поступить в любое высшее учебное заведение.

В августе 1877 г. он прощался с Нижним Новгородом, прощался со своей юностью. Он уезжал в Петербург.

### Студент Горного института

Можно себе представить, какое сильное впечатление произвел Петербург на 17-летнего юношу. Величественная столица поражала красотой своих особняков и дворцов, Невским проспектом, Невой, одетой в гранит. Здесь, на Васильевском острове, находился знаменитый Петербургский университет. Но не в университет, а по широким ступенькам, мимо каменных фигур, символизирующих завоевание у Земли ее даров, вошел Николай Курнаков в Горный институт.

Почему среди всех известных высших петербургских учебных заведений он выбрал именно Горный институт?



Горный институт в Петербурге

Основанный в 1774 г. первоначально как Горное училище<sup>5</sup>, Горный институт приобрел славу крупнейшего высшего учебного заведения, призванного готовить горных инженеров [6].

Горный институт располагал обширной библиотекой, прекрасным музеем с богатой коллекцией минералов и руд, хорошо оснащенными лабораториями и кабинетами. Широкая и разносторонняя программа преподавания различных дисциплин, высококвалифицированный профессорский состав, хорошо поставленные практические занятия — все это привлекало молодежь, мечтающую приложить свои силы к развитию горного дела России.

В 1877 г. вступительные экзамены в Горный институт были заменены конкурсными. Николай Курнаков успешно их выдержал и был зачислен студентом Института.

Курс обучения в Горном институте делился на две части. Первые четыре года студенты изучали общеобразовательные предметы: математику, физику, химию, зоологию, ботанику, палеонтологию, геологию, минералогию и др. На пятом курсе студенты выполняли дипломные работы. В летнее время они проводили геодезические и маркшейдерские съемки,

<sup>5</sup> В 1804 г. Горное училище было преобразовано в Горный корпус; в 1834—1866 гг.— Институт корпуса горных инженеров, учебное заведение с военной организацией учебного процесса; с 1866 г.— Горный институт, открытое специальное высшее учебное заведение с пятилетним курсом обучения.

геологические экскурсии, посещали заводы и рудники. Широко была распространена летняя практика студентов на горно-металлургических заводах.

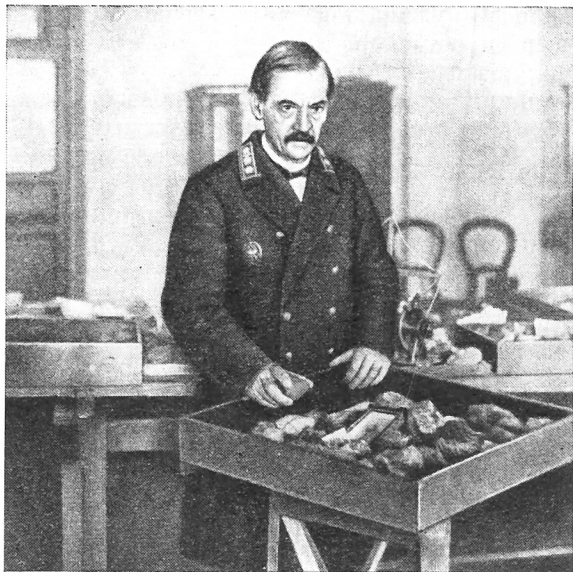
Воспоминания академика М. А. Павлова, учившегося в Горном институте примерно в те же годы, что и Н. С. Курнаков, дают представления о жизни петербургского студенчества тех лет. «Тогда было принято читать Салтыкова-Щедрина, Михайловского, „Отечественные записки“. Требовалось гражданское мужество, чтобы заявить себя несогласным с общим мнением. Считалось, что следует прочесть „Что делать?“ Чернышевского, „Логику“ Стюарта Милля, „Историю цивилизации в Англии“ Бокля и знать полемические статьи Писарева. Неловко было бы сознаться, что этого не прочел» [7, с. 66].

На второй курс Николай Курнаков перешел со стипендией и имел возможность посмотреть все главные драматические спектакли, которыми увлекались студенты. Группу студентов Горного института часто можно было видеть на гастролях знаменитых иностранных актеров — Сары Бернар, Э. Росси и др. Традиционные студенческие вечеринки Николай Курнаков избегал, очевидно, по тем же причинам, что и М. А. Павлов, который писал: «Я не находил в вечеринках ничего интересного для себя. Водки я не пил, ибо избавлен природой от этого соблазна: мой организм не переносит алкоголя в высокой концентрации... Таким образом, „мертвецкая“ для меня не существовала, а танцевать с девушками я не умел, потому что никто меня танцам не учил. Мне и в голову не приходило, что этому следует научиться. Естественно, что я чувствовал себя на вечеринках лишним. Первое время я бывал там, чтобы познакомиться с другими студентами, но скучал чрезвычайно и скоро перестал ходить» [7, с. 70].

На втором и третьем курсах студенты слушали лекции по кристаллографии, которые увлекательно читал известный русский минералог П. В. Еремеев<sup>6</sup>. Один из тех, кто слушал лекции Еремеева, вспоминал: «Среди студентов всех высших заведений Петербурга было известно, что есть профессор, читающий сухой предмет — кристаллографию, но чи-

---

<sup>6</sup> Павел Владимирович Еремеев (1830—1899), окончил Горный институт. Ученик Н. И. Кокшарова. С 1866 г. — профессор минералогии и кристаллографии Горного института, с 1894 г. — действительный член Петербургской Академии наук. Под его редакцией вышло 22 тома «Записок Минералогического общества» и 14 томов «Материалов для геологии России». О жизни и деятельности П. В. Еремеева см. [8; 9, с. 277—289].



**Павел Владимирович  
Еремеев**

тающий столь увлекательно, что лекции его посещаются всеми очень усердно. В то студенческое время гремели слова Менделеева, Вышнеградского, Сеченова, Золотарева, В. Соловьева, но и их слова не затмевали лекторского таланта П. В. Еремеева» [8].

Под руководством П. В. Еремеева на третьем и четвертом курсах Николай Курнаков выполнил свою первую научную работу. Он изучал кристаллизацию квасцов и кристаллическую форму соли Шлиппе ( $\text{Na}_2\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ )<sup>7</sup>. Полученные результаты настолько заинтересовали Еремеева, что он предложил студенту Николаю Курнакову выступить с сообщением в Минералогическом обществе<sup>8</sup>. Из протоколов общества мы знаем, что «сообщение это вызвало замечания со стороны академиков Н. И. Кокшарова и А. В. Гадолина» [10].

Студенты Горного института слушали лекции знамени-

<sup>7</sup> Соль эта названа по имени немецкого аптекаря и химика К. Ф. Шлиппе (1799—1867), получившего ее в 1821 г.

<sup>8</sup> Минералогическое общество, основанное в 1817 г., помещалось в здании Горного института и на протяжении всего времени своего существования было неразрывно связано с этим институтом.



**Николай Иванович  
Кокшаров**

того Н. И. Кокшарова<sup>9</sup>. Академик, в то время директор Горного института, Кокшаров читал курс по минералогии и геогнозии. Опубликованные им в 1863 г. «Лекции минералогии» служили для студентов основным пособием по кристаллографии.

Молодой профессор А. П. Карпинский<sup>10</sup> вел в Горном институте три предмета: петрографию, историческую геологию и рудные месторождения. «Будучи студентом Горного института в Петербурге,— писал впоследствии Н. С. Курна-

---

Здесь проходили заседания и конференции общества. В стенах института располагалась богатая библиотека общества и портретная галерея его выдающихся деятелей.

<sup>9</sup> Николай Иванович Кокшаров (1818—1892/93), окончил Институт корпуса горных инженеров (1840). С 1851 г.— профессор Горного института. В 1866 г. избран действительным членом Петербургской Академии наук. Директор Минералогического общества (с 1865 г.). О жизни и деятельности Н. И. Кокшарова см. [11, 12].

<sup>10</sup> Александр Петрович Карпинский (1846—1936), окончил Горный институт (1866), с 1877 г.— профессор геологии Горного института. В 1896 г. избран действительным членом Петербургской

ков,—... мне пришлось слушать лекции А. П. Карпинского и состоять в числе его учеников. Он был исследователем и первоклассным знатоком в различных отделах геологической науки — палеонтологии, исторической геологии, петрографии. Его лекции отличались глубиной содержания и увлекательностью своего изложения. Сухой палеонтологический материал становился в его освещении наглядным указателем истории прошлых эпох в связи с процессами настоящего времени» [13, с. 40].

Курс металлургии преподавал профессор Н. А. Иосса<sup>11</sup>. «Иосса поражал нас своей изумительной памятью, ибо в его голове вмещалось огромное количество фактов и цифр о производстве чугуна, железа, стали, серебра, свинца, цинка, меди... Читая лекции, Иосса наизусть приводил все цифры о размерах печей, их производительности, расходе горючего»,— вспоминал М. А. Павлов<sup>12</sup> [7, с. 60]. Под непосредственным руководством Иоссы на кафедре металлургии и галургии Н. С. Курнаков выполнил свои первые научные исследования в области галургии (см. ниже).

### Незабвенные учителя

Студенты Горного института при переходе на четвертый курс выбирали себе будущую специальность: либо по горному делу, либо по заводскому. Николай Курнаков выбрал заводское отделение, на котором главным предметом была химия. Выбор этот, видимо, не был случайным. Он определился многими причинами: и „детскими“ химическими опытами, и теми увлекательными лекциями по химии, которые читали в Горном институте профессора К. И. Лисенко<sup>13</sup> и К. Д. Сушин<sup>14</sup>.

Академии наук. Первый выборный президент Российской Академии наук (1917—1925), с 1925 г. до конца жизни — президент Академии наук СССР. О жизни и деятельности А. П. Карпинского см. [13].

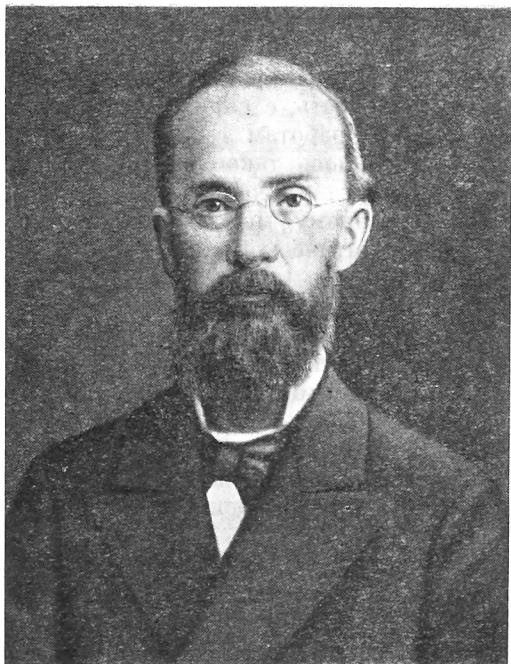
<sup>11</sup> Николай Александрович Иосса (1845—1916), окончил Институт корпуса горных инженеров (1865), с 1882 г.— профессор Горного института.

<sup>12</sup> Михаил Александрович Павлов (1863—1958), окончил Горный институт (1885), с 1904 г.— профессор Петербургского политехнического института. Действительный член Академии наук СССР (с 1932 г.). Герой Социалистического Труда (1945).

<sup>13</sup> Конон Иванович Лисенко (1836—1903), окончил Институт корпуса горных инженеров (1856), с 1867 г.— профессор Горного института.

<sup>14</sup> Константин Дмитриевич Сушин (1845—1905), окончил Институт корпуса горных инженеров (1865), с 1876 г.— профессор Горного института.





**Конон Иванович  
Лисенко**

«Незабвенным учителем» назвал Н. С. Курнаков К. И. Лисенко, автора крупных работ по технологии нефти, по изучению русских каменных углей, соляных залежей [14]. Лисенко читал курс аналитической химии (качественный и количественный анализ) на четвертом и пятом курсах [15].

Горный институт был одним из первых высших учебных заведений в России, в котором проводились практические занятия студентов по аналитической химии. Инициатива организации лабораторных занятий студентов принадлежала академику Г. И. Гессу<sup>15</sup>. Программа этих занятий включала изучение основ качественного и количественного анализа и самостоятельные экспериментальные работы студентов<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Герман Иванович Гесс (1802—1850), с 1832 г.— профессор Горного института, с 1834 г.— действительный член Петербургской Академии наук. Автор классического руководства «Основания чистой химии» (1-е изд.— 1831 г., 7-е — 1849 г.). Один из основателей термохимии. О жизни и деятельности Г. И. Гесса см. [16].

<sup>16</sup> «Этот новый метод появился в Горном Корпусе лишь несколько лет спустя после появления его впервые в мире в знаменитой

«В числе хороших традиций, существующих в Горном институте,— писал известный профессор этого института В. Ф. Алексеев,— одно из первых мест занимает добросовестность и внимательность, с какими студенты пятого курса относятся к своим работам в химической лаборатории. С каких пор установилось такое отношение к делу, я не знаю, но, во всяком случае, очень давно — при профессорах Н. А. Иванове<sup>17</sup>, которому мы обязаны первым хорошим руководством по аналитической химии на русском языке, или Г. Гессе, о котором я слышал много рассказов от старых, теперь уже давно покойных инженеров» [18, с. 92].

На первом и втором курсах неорганическую химию читал К. Д. Сушин. Его лекции всегда сопровождались блестяще поставленными опытами; аудитория, где читал Сушин, была всегда переполнена. «Демонстрация многочисленных и интересных опытов была основной особенностью лекций Сушина. Такой метод преподавания химии усвоил и его ученик, профессор, а впоследствии академик Н. С. Курнаков» [7, с. 49].

Но не только лекции К. Д. Сушина произвели сильное впечатление на Н. С. Курнакова. В Горном институте хорошо помнили, что Сушин первым в Институте защитил диссертацию по химии. Диссертация «О взаимодействии солей» (СПб., 1868) была «посвящена важному вопросу о выяснении химического взаимодействия в однородной среде путем изучения ее свойства (в данном случае — спектра поглощения) и представляет один из первых примеров могучего метода исследования, который ныне под именем „Физико-Химического Анализа“ столь широко и плодотворно развивается в стенах лаборатории Горного института и далеко за ее пределами» [17, с. 518].

Студент Николай Курнаков, разумеется, еще не понимал всего значения исследований зависимости свойств вещества от его состава с помощью физических методов, но то что колориметрический метод был использован для изучения

---

Гисенской лаборатории Либиха. Научные традиции школы Гесса живут и преемственно передаются последующим поколениям горных инженеров» [17, с. 515].

<sup>17</sup> Назарий Андреевич Иванов (1816—1883), окончил Институт корпуса горных инженеров (1839). Ученик Г. И. Гесса. Крупный специалист по аналитической химии. Автор известного учебника «Начальные основания аналитической химии» (СПб., 1854), который был удостоен Демидовской премии. Заведовал кафедрой аналитической химии Горного института до 1867 г. Учениками Н. А. Иванова были К. И. Лисенко и К. Д. Сушин.

химического равновесия при взаимодействии солей,— это, видимо, зафиксировал его цепкий ум.

Подходил 1882 год — год окончания Н. С. Курнаковым Горного института. Позади осталось время упорного изучения тех предметов, которые предусматривались программой преподавания в институте. Студент Николай Курнаков проявлял интерес ко многим наукам<sup>18</sup>. Однако профессора К. И. Лисенко и Н. А. Иосса уже давно обратили внимание на особый интерес Н. С. Курнакова к химии. Вскоре после получения диплома горного инженера (июнь, 1882 г.) Курнаков по их ходатайству был приказом по Горному ведомству от 21 января 1883 г. оставлен в Горном институте.

---

<sup>18</sup> В 1933 г. в своем вступительном слове на Первой Всесоюзной конференции по физико-химическому анализу президент Академии наук СССР А. П. Карпинский вспоминал, что уже на первом курсе Горного института Н. С. Курнаков обратил на себя внимание своими способностями и к химии, и к математике.

### Проба сил в соляном деле

Вскоре после окончания Горного института, летом 1882 г., молодой инженер Николай Курнаков вместе с профессором Н. А. Иоссой направляется в командировку на Алтай, центр русской цветной металлургической промышленности. С июня по сентябрь Иосса и Курнаков посетили алтайские заводы по выплавке меди, свинца, серебра и золота. Во время командировки Курнаков анализировал образцы каменного угля, определял удельный вес шлака и т. д.

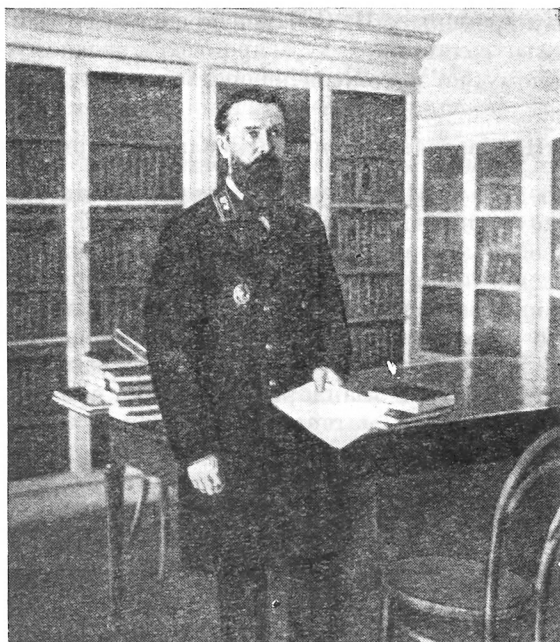
После возвращения в Петербург Н. А. Иосса и Н. С. Курнаков составили обширный отчет о результатах командировки. Извлечения из этого отчета были опубликованы в «Горном журнале» за 1884 г. в статье Н. А. Иоссы «Выплавка серебра, свинца и меди на Алтайских заводах».

Поездка на Алтай оставила неизгладимое впечатление. Н. А. Иосса еще раз смог убедиться, что в лице Н. С. Курнакова институт приобрел вдумчивого и трудолюбивого горного инженера.

### Заграничная командировка

Весной 1883 г. Н. А. Иосса возбудил ходатайство о поездке Н. С. Курнакова за границу для усовершенствования по металлургии и галургии. Главное внимание обращалось на изучение соляных промыслов. Это ходатайство получило поддержку Горного ведомства, и 13 июня 1883 г. Н. С. Курнаков выехал в Германию. В специальном письме-программе его наставник Н. А. Иосса рекомендовал Курнакову не ограничиваться только знакомством с преподаванием металлургии и галургии и с практическими занятиями по пробирному анализу в высших учебных заведениях Берлина и Фрейберга, но и посетить ряд казенных и частных заводов Саксонии и Богемии и досконально изучить применявшуюся там технологию производства различных химических продуктов.

Из письма-наставления Н. А. Иоссы: «Сверх того, можно застаться рекомендациями для осмотра соляных варниц, копей каменной соли и химических заводов, расположенных близ Стассфурта, Шёнебека, Эрфурта, Галле, а также соляных варниц Лотарингии, Баварии и Тироля. Из числа ме-



**Николай Александрович  
Иосса**

таллургических заводов Германии и Австрии подробного осмотра заслуживают еще, по моему мнению, сереброплавильные и медеплавильные заводы Нижнего Гарца... Во Франции: солеваренные заводы близ Руана, а также соляные промыслы Средиземного моря и соединенные с ними химические заводы. В Париже следовало бы ознакомиться с методом работы по пробирному искусству, принятому в лаборатории Горной школы» [1].

Мы видим, что программа командировки была весьма насыщенной. Молодому русскому горному инженеру предстояло многое увидеть, изучить и сравнить. Предстояло также собрать огромный фактический материал.

Во время пребывания в Германии Н. С. Курнаков занимался в лабораториях и слушал лекции профессоров Фрейбергской Горной академии А. Ледебур, К. Винклера, И. Рихтера, а также состоял практикантом на Мульденском сереброплавильном заводе близ Фрейберга. Летом 1884 г. он подробно обследовал солеваренные заводы Пруссии, Южной Германии и Австрийского Тироля.

К этому времени у Н. С. Курнакова уже четко проявился интерес к соляному делу — промыслу древнему, практически важному, но мало усовершенствованному.

### «Испарительные системы соляных варниц»

Осенью 1884 г. Н. С. Курнаков вернулся из заграничной научной командировки. Материал, собранный во время посещения соляных промыслов Германии и Австрии в 1883—1884 гг., лег в основу его диссертации «Испарительные системы соляных варниц» [2] для получения звания адъюнкта по кафедре металлургии и галургии и пробирного искусства. Знакомство с содержанием диссертации показывает, что время на заграничную командировку было потрачено не зря. Обилие фактического материала, подробное описание процессов и конструкций испарительных систем — все это присутствует в диссертации и характеризует ее автора с самых лучших сторон: тщательность, доскональность. Защита состоялась 5 января 1885 г. Курнакову было присвоено научное звание адъюнкта. Ему было тогда 25 лет. За свою долгую жизнь он получил много научных званий, но то, первое, было отмечено особой радостью: оно открывало дверь в любимую науку.

О чем была первая диссертация и что «курнаковское» проявилось в ней?

Мы читаем первую страницу диссертации, ее начало: «Испарение является главнейшим процессом, на котором основано получение соли путем выварки. Затрата на горючий материал, употребляемый на испарение воды из рассолов, составляет до сих пор один из самых значительных расходов во всем производстве...» [2, с. 399].

Процесс получения соли путем выпаривания рассолов осуществлялся при большой затрате горючего материала, что составляло самые значительные расходы во всем производстве солеварения.

Сравнительный анализ, проведенный Н. С. Курнаковым, показал предпочтение испарительных систем, основанных на испарении рассолов при доступе воздуха. Процесс получения соли в герметически закрытых аппаратах, при отсутствии непосредственного доступа воздуха, более трудоемок. Поэтому: «До тех пор пока технические трудности, соединенные с введением испарения без доступа воздуха, не будут преодолены надлежащим образом, практическому солеварению придется пользоваться господствующими в настоящее время испарительными системами, в которых

главнейшее внимание обращено на *первичное* пользование теплотой горючего материала, а применение паров имеет несколько подчиненное значение» [2, с. 404].

«Тем не менее попытки ввести испарение без доступа воздуха в солеваренную практику никогда не прекратятся по той простой причине, что только при последовательном проведении этого принципа является возможность рационального пользования теплотой пара, выделяющегося при испарении рассолов» [2, с. 401].

Желание решить практически важную проблему с меньшими материальными затратами, досконально ее обосновать на проверенных фактах — вот что проявилось в первой диссертации и осталось на всю жизнь как главная черта Курнакова-исследователя. Всю свою жизнь ученый проявлял живой интерес к изучению соляных богатств нашей страны и их использованию в народном хозяйстве. (В шестой главе мы подробно расскажем читателю о том, что сделал Н. С. Курнаков для того, чтобы поставить минеральные богатства нашей страны на службу Родине.)

Но вернемся в Горный институт. Вскоре после защиты диссертации молодому адъюнкту было поручено вести практические занятия со студентами по горнозаводскому техническому анализу и пробирному искусству и читать лекции по соляному делу (галургии), технологии топлива и горючих материалов, а также по общей металлургии. Работа на кафедре металлургии, галургии и пробирного искусства помогла ученому получить разносторонние знания по металлургии и галургии — двум любимым областям научного исследования Н. С. Курнакова.

В личной жизни Николая Семеновича также произошли изменения. Весной 1885 г. он познакомился с Анной Михайловной Волосатовой, своей будущей женой. Анна Михайловна родилась в семье военного, ее отец умер в чине подполковника. В Архиве АН СССР сохранились интересные письма Николая Семеновича к Анне Михайловне (1885—1887) [3]. Их содержание показывает, что даже в письмах к невесте Курнаков не позволял себе проявлять сентиментальность. Речь в них в основном шла о научных делах молодого ученого. Так, в письме от 26 сентября 1885 г. Н. С. Курнаков сообщал<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Приведенная подборка выдержек из писем хранится в архиве Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР.

«Половина моей диссертации (речь идет о диссертации «Испарительные системы соляных варниц». — Ю. С.) уже напечатана, и в конце будущей недели она будет, по всей вероятности, совсем готова. Конечно, еще нужно доделать, докончить и переписать. Затем ее будут рассматривать, и сама защита будет, вероятно, не ранее 13 октября, после чего мне придется прочесть две публичные пробные лекции, готовиться к которым я начну не ранее, как моя работа с диссертацией будет закончена. Я даже тем для этих лекций не знаю. Занятий со студентами у меня теперь нет, и я очень рад этому, потому что времени и без того почти не хватает, да, кроме того, подобные преждевременные занятия были бы для меня и для совета института не совсем удобны во многих отношениях...».

«Из письма от 15 октября 1885 г.:

„...всю прошлую неделю мне пришлось страшно торопиться, чтобы покончить со своей работой. Я несколько запоздал, и, как видно, наши профессора за это сердятся на меня. Завтра получу отдельные оттиски, но защита будет не 20 октября, как думал сначала, а 27, т. е. через полторы недели. Это время придется употребить на приготовление к пробным лекциям“.

Из письма от 16 ноября 1885 г.:

„Я утверждён в звании адъюнкт-профессора. В четверг (14 ноября) работ в лаборатории еще не было, но всю неделю пришлось провозиться с разными приготовлениями для занятий, которые начнутся послезавтра (в воскресенье 17-го) и займут у меня в течение этого года два дня в неделю (воскресенье и четверг)“.

Из письма от 6 декабря 1885 г.:

„Лаборатория еще до сих пор не вполне устроена, да и не знаю, когда она придет в порядок. Она чересчур тесна и мала для 25 человек, которые в ней занимаются. На рождество начнет работать новая группа, и, может быть, будет несколько легче. До сих пор еще не могу привыкнуть к моим новым занятиям: каждый четверг и воскресенье возвращаюсь домой с головной болью и, что говорится, совсем без ног...».

В этом письме вызывает улыбку „химическая“ шутка-намеки своей невесте. Видимо, у молодого адъюнкта было хорошее настроение, когда он писал:

«...В химии, когда хотят открыть присутствие каких-нибудь веществ, то прибегают к употреблению разных реактивов, и чем сложнее смесь, тем дело становится затруднительнее. Я был бы очень счастлив, если бы нашел такой



реактив, который бы мог открыть точно и безошибочно присутствие „чувства“ в той сложной смеси, которая называется взаимными отношениями, но было бы очень печально (для меня, конечно), если бы после долгих работ и исследований пришлось бы открыть всего „следы“ того, чего желаешь <...>

Из письма без даты:

„Целый день до вечера занят в лаборатории и дома не бываешь, приходишь к себе часов в 6 или в 7, отдохнешь и принимаешься за чтение или писание. Работы скопилось достаточно, и всего переделать не успеешь. Время идет очень быстро и не замечаешь, как дни проходят. Может быть, со стороны подобная жизнь и покажется однообразной, но мне она нравится. Напрасно Вы думаете, что лабораторные занятия могут вредно действовать на мое здоровье; я к ним уже давно привык. Наоборот, когда я там долго не бываю, то мне становится скучно, а это подобное состояние духа гораздо вреднее отзывается на здоровье. Если уж от чего и устаешь, то это от постоянного умственного напряжения, но его уже избежать никак нельзя, таковы наши обязанности <...>

Из письма от 5 февраля 1886 г.:

„...Вы меня спрашиваете, интересуется ли меня только одна наука или еще что-нибудь другое, например народ и его жизнь. Конечно, все это меня очень интересуется, так как я сам вырос в деревне, и до сих пор все мои симпатии на ее стороне. Кроме того, наука и жизнь народная совершенно неразрывно связаны, хотя по внешности могут казаться и не имеющими непосредственного соприкосновения. В действительности, часто приходится сосредотачиваться до того, что забываешь об окружающем, но это необходимо, иначе ничего не сделаешь и не добьешься. Приятнее же сделать что-нибудь, чем ничего...“».

12 апреля 1887 г. состоялось бракосочетание Николая Семеновича и Анны Михайловны. Через два года у них родился сын Николай, а в 1897 г. — дочь Вера.

Большое счастье для ученого, впрочем, как и для любого человека, когда в доме его ждет уют и забота, когда рядом женщина с богатой душевной теплотой, когда жена — друг и помощник. Такой женщиной была Анна Михайловна. По воспоминаниям близкого друга Н. С. Курнакова и его семьи профессора Н. П. Асеева (1871—1952), Анна Михайловна Курнакова «была настоящая русская женщина, умная, самоотверженная до самоотречения и исключительно теплая и сердечная. Их гостеприимный дом всегда был по-

лон людей, и молодых, и старых; и для всех у нее находились добрые советы и ласковые слова.

Можно без преувеличения сказать, что вся ее жизнь была сплошным подвигом во имя научных работ Николая Семеновича. В кругу близких друзей Анна Михайловна часто говорила: „Я знаю, что первая жена у Николая Семеновича — это химия, наука, а я вторая жена и верная помощница первой“» [4, с. 20—21].

Анна Михайловна умерла в 1940 г. На титульном листе последнего (четвертого) издания книги «Введение в физико-химический анализ» Николай Семенович написал: «Светлой памяти друга, помощницы и жены Анны Михайловны Курнаковой посвящается эта книга». Эти слова рождались еще в самом начале их совместной жизни, когда жена заботливо ограждала Николая Семеновича от «всех житейских тревог и волнений», создавая ему все условия для научной работы. А это было необходимо, потому что новая область исследования манила к себе пытливым ум ученого.

## Глава третья

### Загадка комплексных соединений

Осенью 1891 г. профессор К. И. Лисенко оставил службу при Горном институте, передав пробирную лабораторию своему ученику. Став заведующим лабораторией, Н. С. Курнаков пополнил ее новыми приборами и реактивами. По его предложению пробирная лаборатория была переведена в новое, специально приспособленное помещение и была значительно расширена.

В пробирной лаборатории Н. С. Курнаков выполнил исследования, которые легли в основу его второй диссертации, посвященной изучению комплексных соединений [1].

#### «О сложных металлических основаниях»<sup>1</sup>

Почему именно этот класс соединений привлек внимание молодого ученого?

Чтобы понять повышенный интерес многих химиков 80—90-х годов XIX в. к химии молекулярных (комплексных) соединений, надо вспомнить ту ситуацию, которая сложилась к тому времени в этой „загадочной“ области химии.

В 1891 г. В. И. Вернадский в одной из своих работ писал: «Большинство наличных сил науки направлялись и отчасти направляются на дальнейшее изучение химии углерода, туда, где методы исследования более изучены, где значительная часть подготовительной критической работы сделана, где яснее стоят задачи и требования... Значительная доля химических теорий и представлений последних лет основывалась и основывается на соединениях углерода; они падали, изменялись, возрождались почти без участия изучения остальных химических элементов... Если бы химия и остальных элементов достигла того же развития, как и химия углерода, то и в них нашлось бы, вероятно, немало данных, немало указаний для построения новых, может быть, иных теорий и гипотез, нашлось бы не меньше законов, чем найдено их в богатой и широкой области углерода, и сами эти

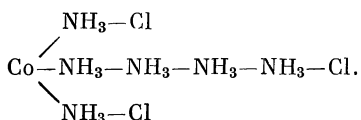
<sup>1</sup> Сложные металлические основания — это соединения «металлических солей» с различными веществами, общей формулы  $MX_m \cdot nA$ , где А — аммиак, вода, спирты, простые эфиры, непредельные углеводороды и другие соединения.

законы и обобщения получили бы другую, более верную, оценку» [2, с. 1–2].

Это совершенно справедливое суждение было высказано в то время, когда интерес к проблемам неорганической химии стал значительно возрастать.

Область комплексных молекулярных химических соединений, образование которых не согласовывалось с господствующим в то время представлением о валентности (атомности) элементов, была весьма обширной. К таким соединениям относятся так пазываемые сложные основания и сложные кислоты. Включение в эту группу гидратов значительно расширило понятие о сложных основаниях и вызвало необыкновенный интерес к изучению соединений этого класса. Аммиачнометаллические соли и гидраты занимали промежуточное положение между обыкновенными химическими соединениями, подчиняющимися закону кратных отношений, и необозримой областью растворов, сплавов и веществ с общим названием «неопределенные соединения».

В то время в химии комплексных соединений господствовала цепная теория, предложенная шведскими учеными К. Бломстрандом и С. Йёргенсенем. Согласно этой теории, в комплексных соединениях (аммиакатах) молекулы аммиака образуют цепи  $-\text{NH}_3-\text{NH}_3-\text{NH}_3-$ , подобные цепям  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$  в органических соединениях. Лутеосоли, по Йёргенсену, имеет, например, такое строение:



Один из существенных недостатков цепной теории заключался в том, что оставалась полная неопределенность относительно числа молекул аммиака, способных удерживаться в комплексном соединении.

С критикой цепной теории выступал Д. И. Менделеев, труды которого хорошо были известны Н. С. Курнакову. В работах, посвященных изучению комплексных соединений и теории растворов, Менделеев высказал ряд оригинальных идей о строении комплексных соединений [3]. В «Основах химии», книге, которую внимательно изучал и перечитывал Н. С. Курнаков, мимо его внимания не могло пройти следующее высказывание автора: «Не обращать внимания на тот класс соединений, который зовется молекулярным, значит отказаться от (понимания.— Ю. С.) коренных свойств атомов, образующих подобные соединения» [4, с. 842].

Послушаем теперь, что писал Н. С. Курнаков в 1893 г. в своей диссертации «О сложных металлических основаниях»: «Замечательные успехи, достигнутые в последнее десятилетие при исследованиях в области растворов<sup>2</sup>, содействовали также пробуждению интереса к изучению гидратов и сложных солей, относившихся... к особому классу так называемых молекулярных... соединений» [5, с. 8—9].

Так же как Д. И. Менделеев, Н. С. Курнаков критиковал основные положения теории Бломстранда — Йёргенсена. «По воззрениям Бломстранда и др. ... число частиц аммиака в цепи и самая устойчивость последней являются как будто бы случайными и не определяются в зависимости от каких-либо других основных причин», — указывал Н. С. Курнаков [5, с. 37].

Данные, полученные в 1889—1893 гг. Н. С. Курнаковым, позволили ему сформулировать важное положение: «Допущение цепеобразной связи частиц аммиака и воды в сложных солях не согласуется с имеющимися в настоящее время фактами» [5, с. 105].

Н. С. Курнаков отмечал, что во всех теоретических представлениях, касающихся строения комплексных соединений, не осознается в достаточной степени значение природы металла при формировании таких сложных соединений, как, например, аммиакаты. «Между тем, — писал ученый, — количество присоединяемого аммиака и прочность, с которой он удерживается, находятся в непосредственной зависимости от свойств металла, т. е. от его положения в системе элементов. Кроме того, при самом акте присоединения наблюдается последовательное изменение в функциях металла» [5, с. 41].

Первое сообщение Н. С. Курнакова о своих работах по химии комплексных соединений появилось в «Протоколах» «Журнала Русского физико-химического общества» в 1889 г. [6].

### Реакция Курнакова

30 марта 1889 г. на заседании Отделения химии Русского физико-химического общества, в присутствии Д. И. Менделеева и других видных петербургских химиков, Н. С. Курнаков сообщил о «продуктах сочетания тиомочевины с пла-

<sup>2</sup> Здесь Н. С. Курнаков имел в виду прежде всего работы Д. И. Менделеева, которые легли в основу химической (гидратной) теории растворов. Классический труд Д. И. Менделеева «Исследование водных растворов по удельному весу» (СПб., 1887) оказал на Н. С. Курнакова огромное влияние. — Ю. С.

тиновыми солями»<sup>3</sup>. При действии  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$  на раствор тиомочевины была получена желтая соль такого состава:  $\text{PtCl}_2(\text{CSN}_2\text{H}_4)_4$  (см.<sup>4</sup>). Изучая реакцию присоединения тиомочевины к солям типа 2-го основания Рейзе  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ , Курнаков получил соли, отвечающие смешанным основаниям, например  $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2 \cdot (\text{CSN}_2\text{H}_4)_2$ . Он установил, что изомерная 2-му основанию Рейзе соль Пейроне  $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3$  не дает подобных продуктов присоединения. В этом случае тиомочевина вытесняет аммиак, образуя желтую соль  $\text{PtCl}_2(\text{CSN}_2\text{H}_4)_4$ .

Вывод Н. С. Курнакова о том, что тиомочевина и аммиак способны к взаимному замещению, настолько заинтересовал Д. И. Менделеева, что он внес результаты исследования Курнакова в пятое издание своих «Основ химии» (1889). В разделе о платиновоаммиачных соединениях он писал: «Прочность подобных соединений и существование многих аналогических с ними других соединений придают им особый химический интерес. Так, Курнаков (1889) получил ряд соответственных соединений, содержащих тиомочевину  $\text{CSN}^2\text{H}^4$  вместо аммиака...» [7, с. 722—723].

Почему Д. И. Менделеев считал, что эти данные имеют «особый химический интерес»? Потому что сам Менделеев установил, что в комплексных соединениях (в аммиакатах) можно заменить молекулы  $\text{NH}_3$  на молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . В своей основополагающей статье 1893 г. А. Вернер сошлется на страницу 1036 «Основ химии» немецкого издания (*Grundlagen der Chemie*. St. Petersburg, 1891) и напишет: «Теперь, как уже установил Менделеев, в соединении  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$  аммиак может быть замещен молекула на молекулу водой» [8].

Данные, полученные Н. С. Курнаковым, говорили о том, что и тиомочевина может играть ту же роль, т. е. замещать молекулы аммиака.

Много лет спустя Н. С. Курнаков писал: «Помню, как меня поразило, когда в новом издании „Основ химии“ Мен-

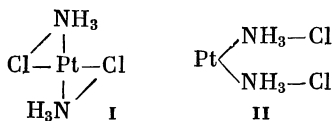
<sup>3</sup> Начало этих исследований относится к весне 1888 г. В июне 1888 г. в своей „детской“ химической лаборатории в Жедрино Н. С. Курнаков изучал реакции взаимодействия платиновых солей и тиомочевины. Он получил „жедринскую соль“  $\text{PtCl}_2(\text{CSN}_2\text{H}_4)_4$ , изучение свойств которой продолжил в химической лаборатории Горного института.

<sup>4</sup> В записной книжке Н. С. Курнакова сохранились интересные записи, сделанные им в Жедрино в 1888 г. 6 июня появилась первая запись о соли  $\text{PtCl}_2(\text{CSN}_2\text{H}_4)_4$  („жедринская соль“), полученной при действии солей платины на раствор тиомочевины (Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 70).

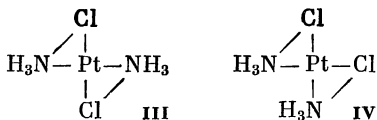
делеева я нашел ссылку на мою первую научную работу „О комплексных тиомочевинных соединениях платины“. Это было для меня в высшей степени приятно, ободрило меня и явилось большой моральной поддержкой, которая так необходима в первые годы научной деятельности» [9, с. 68].

В последующие годы (1889—1893) Н. С. Курнаков продолжал изучать комплексные соединения платиновых металлов с тиомочевинной и тиоацетальдегидом: их кристаллическую структуру, различные физико-химические свойства (растворимость, показатель преломления, кислотные и основные свойства).

Экспериментальные исследования аммиачных, тиомочевинных, гидратных и некоторых других соединений платины, кобальта и палладия привели Н. С. Курнакова к общему выводу, что аммиак, вода или другое соединение, входя в комплекс, изменяют химические функции металла и связанных с ним кислотных групп. Опираясь на такое представление, Курнаков изобразил строение комплексной соли  $PtCl_2 \cdot 2NH_3$  в виде I, тогда как Бломстранд изображал эту соль в виде II:



По Н. С. Курнакову, соль 2-го основания Рейзе имеет строение III, а соль Пейроне — строение IV:



Правильная распифровка строения солей III и IV дана координационной теорией. А. Вернер показал, что соль Пейроне (IV) имеет *цис*-конфигурацию, а 2-е основание Рейзе (III) — *транс*-конфигурацию. Такое заключение подтверждалось исследованиями Н. С. Курнакова.

До сих пор в историко-химической литературе не обращалось внимания на тот интересный факт, что Н. С. Курнаков первым в России оценил координационную теорию А. Вернера [10]. В своей диссертации «О сложных металлических основаниях» он изложил [5, с. 47—52] основные положения «оригинальной теории Вернера о строении сложных солей», в основе которой лежит «идея о непосредствен-

ном соединении частиц аммиака с металлическими атомами» [5, с. 47].

«Независимо от понятия об атомности, этот автор вводит новое представление о так называемом *координатном числе* (Koordinationszahl), определяющем число точек в пространстве, в которых могут находиться атомы или группы ( $H_2O$ ,  $NH_3$ , кислотные остатки), находящиеся в непосредственной связи с металлом... Группы, расположенные в координатных точках, составляют, по Вернеру, *первую сферу*, окружающую атом металла... Все другие атомы или группы, входящие в состав сложной соли сверх 4 или 6, образуют *вторую сферу*, характерной особенностью которой является ясно выраженная способность атомов и кислотных остатков к соляному обмену» [там же].

«Нельзя не сознаться,— продолжает Н. С. Курнаков,— что при существующем запасе фактических данных принятие *стереохимической изомерии* является едва ли не самым простым способом объяснения явлений изомерии среди аммиачно-металлических солей. В этом заключается, по моему мнению, одна из наиболее существенных заслуг теории Вернера»<sup>5</sup> [5, с. 50].

В то же время в теории Вернера Н. С. Курнаков видел существенные недостатки, которые заключались в том, что автор координационной теории не учитывал взаимного влияния атомных групп, входящих в состав комплексного соединения. Для русских химиков (А. М. Бутлеров, В. В. Марковников и др.) учение о взаимном влиянии атомов в химическом соединении было составной, неотъемлемой частью общей теории химического строения. Д. И. Менделеев придерживался таких же взглядов, рассматривая природу мо-

---

<sup>5</sup> Надо было обладать тонким чувством объективности, глубоким знанием предмета, чтобы в 1893 г., т. е. в год рождения новой теории, так верно оценить ее основные положения. Не надо забывать, что большинство ученых, современников Н. С. Курнакова, еще долгое время относились критически к новой теории, признание которой пришло только в первом десятилетии XX в.

Признав координационную теорию А. Вернера, Н. С. Курнаков признал и физическую теорию растворов Вант-Гоффа — Аррениуса. В 1893 г. он так оценил работы Вант-Гоффа по теории растворов: «Знаменитые исследования голландского ученого Вант-Гоффа составляют эпоху в истории растворов. Аналогия между газами и растворенными телами раскрыла новые горизонты для химических изысканий и привлекла к себе внимание целого ряда талантливых исследователей. Аррениус, Оствальд, Нернст и др. своими трудами значительно способствовали развитию взглядов Вант-Гоффа и придали им такую степень законченности, какой не имела до сих пор ни одна из теорий растворов» [11, с. 162].



лекулярных (комплексных) соединений. Эти взгляды разделял и Н. С. Курнаков. Экспериментальные данные убеждали его в том, что «...при образовании сложной аммиачной соли:  $\text{MX}_m \cdot n\text{NH}_3$  (где М — металл, X — кислотный остаток.— Ю. С.) наблюдается изменение в функциях не одной какой-либо составной части, например металла, кислотного остатка или аммиака, но всех их *одновременно*. Считая названные превращения результатом изменения в типах или в способе связи отдельных составных частей, можно определить сложные аммиачно-металлические соединения как аммонийные соли, в которых аммиак удерживается металлом и кислотными группами одновременно» [5, с. 53].

Последующее развитие химии комплексных соединений убедительно подтвердило справедливость и плодотворность учения о взаимном влиянии частиц, входящих в комплексное соединение. Много лет спустя Н. С. Курнаков будет свидетелем успешного развития этого учения в работах учеников Л. А. Чугаева<sup>6</sup>.

Мы уже говорили, что одну из основных заслуг А. Вернера как основоположника координационной теории Н. С. Курнаков видел в распространении учения о стереохимической изомерии на область комплексных соединений.

Н. С. Курнаков был убежден, что именно учение об изомерии озарит новым светом малоизвестную область молекулярных (комплексных) соединений.

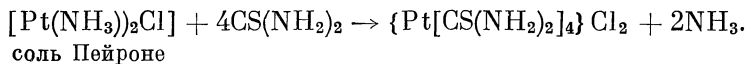
В 1897 г. в своей статье «О соотношении между цветом и строением двойных галоидных солей» Н. С. Курнаков написал: «На изучении изомеров создано и окрепло колоссальное здание современной органической химии, и многие данные заставляют предполагать, что наше ознакомление с внутренним строением минеральных веществ пойдет тем же путем» [13, с. 119].

Последующее развитие химии координационных соединений полностью подтвердило это предвидение. Сам Н. С. Курнаков установил, что изомеры комплексных соединений платины различным образом реагируют с тиомочевинной  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ . При взаимодействии с солью Пейроне (*цис*-изомер) молекулы тиомочевины занимают все четыре координационных места, которые принадлежали двум молекулам  $\text{NH}_3$  и двум кислотным остаткам (Cl). В результате реакции оба кислотных остатка переходят во внешнюю сферу, а обе

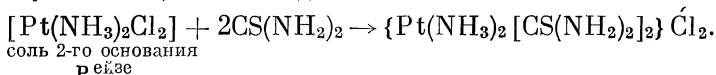
---

<sup>6</sup> История открытия закономерности трансвлияния подробно изложена в книге [12].

молекулы  $\text{NH}_3$  выделяются из комплексной соли. При этом образуется ярко-желтое соединение.



Реакция между солью 2-го основания Рейзе (*транс*-изомер) и тиомочевинной протекает совершенно иначе. Молекулы тиомочевинны занимают только два координационных места, принадлежащих кислотным остаткам (Cl), которые и в данном случае переходят во внешнюю сферу. При этом образуется бесцветное соединение.



Данная «реакция Курнакова» (под таким именем она вошла в энциклопедии) позволяет безошибочно определить, является ли данная комплексная соль двухвалентной платины аналогом соли Пейроне или аналогом соли 2-го основания Рейзе.

«С тех пор, как эта тиомочевинная реакция была открыта,— писал И. И. Черняев,— ею стали пользоваться все химики, исследовавшие геометрическую изомерию соединений двухвалентной платины, и она сделалась необходимой контрольной реакцией на *цис*- и *транс*-изомеры. Частое использование этой реакции сделало ее наиболее популярной из всех платиновых работ Н. С. Курнакова» [14, с. 143].

### Открытие характерных атомных группировок

В настоящее время в аналитической химии нашли широкое применение органические реагенты. Н. С. Курнаков был, видимо, первым ученым, кто высказал мнение, что способность органических соединений типа тиомочевинны реагировать с солями металлов зависит от определенной группы атомов их молекул<sup>7</sup> [15]. «Способность к сочетанию тиомочевин зависит от присутствия в них группы CS»,— указывал Н. С. Курнаков [5, с. 89].

«Если способность тиомочевинны давать сочетания с металлическими солями обуславливается присутствием групп  $\text{CS}\cdot\text{NH}_2$  или  $\text{C}(\text{NH})\text{SH}$ , то очевидно, что *тиоамиды* и *тиоуретаны* должны обладать теми же свойствами» [5, с. 96].

<sup>7</sup> По Ф. Файглу, «характерных атомных группировок» (1925).



**Николай Семенович Курнаков — профессор  
Горного института**

Это заключение было экспериментально подтверждено Н. С. Курнаковым, когда им были получены и изучены соединения платины с тиоамидами и с тиоуретанами.

Активное применение органических реагентов в анализе началось после 1906 г., когда Л. А. Чугаев предложил для аналитического определения никеля диметилглиоксим [16].

Оказали ли работы Н. С. Курнакова влияние на Л. А. Чугаева, мы не знаем, но то, что исследования Курнакова по химии комплексных соединений были широко известны среди русских и иностранных ученых<sup>8</sup>, не вызывает сомнения. Впоследствии крупный специалист по химии комплексных соединений академик И. И. Черняев так оценил работы Н. С. Курнакова: «...они сыграли колоссальную роль в раз-

---

<sup>8</sup> Основное содержание своей диссертации Н. С. Курнаков опубликовал в 1894—1895 гг. в широко известном немецком «Журнале практической химии» (см. Библиографию трудов Н. С. Курнакова в настоящей книге).

витии химии комплексных соединений, как в деле опытного изучения комплексов, так и в развитии теоретических воззрений... В работах Н. С. Курнакова прежде всего поражает широта постановки научных проблем и всесторонность охвата исследуемого вопроса, качество, перешедшее потом и на более поздние работы» [14, с. 141].

Диссертацию «О сложных металлических основаниях» Н. С. Курнаков успешно защитил 19 декабря 1893 г. Официальными оппонентами выступили профессор В. Ф. Алексеев и адъюнкт И. Ф. Шредер. 5 января 1894 г. Курнаков был утверждён в должности профессора Горного института по кафедре неорганической химии.

Можно было ожидать, что в новом звании Н. С. Курнаков продолжит столь успешно начатые исследования в области химии комплексных соединений. Но этого не случилось. В последующие годы он, совместно с сотрудниками, выполнил только отдельные, небольшие работы по химии комплексных соединений (см. [17]).

С 1893 г. инициативу в разработке этой области взял на себя Альфред Вернер. В Цюрихе он создал мощную школу химиков-неоргаников, основное усилие которой было направлено на разработку и утверждение координационной теории, занявшей лидирующее положение в химии комплексных соединений.

К концу XIX в. загадка комплексных соединений усилиями Менделеева, Курнакова, Вернера и других ученых, по крайней мере на уровне классической, т. е. доквантовой, химии, была решена. В дальнейшем предстояло только углубить и распространить координационные представления на большую область химических элементов.

Н. С. Курнаков прекрасно понимал, что изучение комплексных соединений — это весьма перспективное направление развития химии, но разработкой этого направления он не стал заниматься. Его манила новая область исследования, а именно: огромный мир твердых и жидких фаз переменного состава.

### К тайнам металлических сплавов

Многие сотни лет человек в своей практической деятельности использовал металлы и сплавы, по сути дела не зная их природы. «Как давно известны, например, многие металлы и как ничтожны наши сведения о сплавах их между собою!»,— писал в 1885 г. профессор Горного института В. Ф. Алексеев [1, с. 386].

Почему так случилось, что сплавы, столь нужные для техники и промышленности, оставались долгое время малоизученным объектом? Почему в этой области так долго господствовала эмпирия?

Такое положение создалось потому, что до конца XIX в. наука не располагала методами для изучения сплавов. Классическая химия при решении вопроса о химической природе вещества пользовалась разнообразными операциями его разделения и очистки. Эти обычные химические приемы изучения вещества оказались бессильными перед такими сложными объектами, как шлаки, жидкие и твердые растворы, металлические сплавы<sup>1</sup>. Эти объекты «не допускали к себе» традиционные способы разделения и очистки, ибо интерес представляла не разделенная, а *целостная система*, с ее свойствами и превращениями.

Как мы увидим далее, только физико-химические методы заставили вещества переменного состава открыть тайны своей химической природы.

«...немало производилось самых тщательных исследований над сплавами,—писал В. Ф. Алексеев,— и потому если сведения о них все-таки остаются очень неудовлетворительными, то это зависит единственно от того, что шли до сих пор чисто эмпирическим путем, без всякой руководящей идеи» [там же].

---

<sup>1</sup> В 1891 г. к адъюнкту Н. С. Курнакову обратился В. Н. Ипатьев (1867—1952), впоследствии известный русский химик-органик, с просьбой ознакомиться с его первой научной работой «Опыт химического исследования структуры стали». По воспоминаниям Ипатьева, состоялась длительная беседа о карбидах железа и о структуре стали. Курнаков одобрительно отнесся к работе Ипатьева, но, видимо, уже тогда сознавал, что «Опыт химического исследования...» не даст ожидаемых результатов.

Так действительно было до 80-х годов XIX в. Теоретические воззрения, рожденные на основе изучения определенных соединений, основные законы химической атомистики (законы постоянных и кратных отношений) не были в XIX в. распространены на сплавы как неопределенные соединения.

Ситуация изменилась в 80—90-х годах XIX в., когда в физической химии укрепилось учение о химическом равновесии, когда учение о фазах нашло плодотворное применение в исследованиях гетерогенных равновесий, когда в области изучения растворов произошли события, которые позволили взглянуть на природу металлических сплавов совершенно по-новому.

Теория растворов солей послужила моделью для построения теории сплавов. Такие термины, как «эвтектика»<sup>2</sup>, «твердые растворы»<sup>3</sup>, рожденные при изучении жидких растворов и сплавов солей, оказалось возможным распространить на область металлических сплавов, где они приобрели новое звучание. В 1897 г. А. Ле Шателье разработал теорию твердых растворов металлических систем. На примере сплавов железа с углеродом он убедительно показал, что сталь представляет собой твердый раствор железа и карбида железа [3, с. 53—57].

Н. С. Курнаков одним из первых среди русских химиков понял, что русские металлографы должны объединиться на «новом и девственном поле, которое открывается для научного и технического исследования в области металлических сплавов» [4, с. 3].

Для многих химиков, современников Н. С. Курнакова, воспитанных в духе классической химии XIX в., казалось удивительным и необычным, когда ученый, выполнивший оригинальное исследование по химии комплексных соединений, вдруг занялся изучением столь далекого от химии объекта, как металлические сплавы. Такой „крутой“ поворот в характере научной деятельности Курнакова казался странным для многих ученых, но только не для тех, кто ясно понимал, что изучение сплавов может открыть новую страницу не только в металловедении, но и в общей химии.

<sup>2</sup> Термин «эвтектика» ввел английский физик Ф. Гётри в 1884 г.

<sup>3</sup> Термин «твердые растворы» ввел Я. Вант-Гофф в 1890 г. [Ztschr. phys. Chem., 1890, Bd. 5, S. 322]. Твердые растворы, по Вант-Гоффу, — однородные твердые вещества, состав которых может изменяться непрерывно. По аналогии с жидкими системами, твердый раствор представляет собой твердую фазу переменного состава (см. [2, с. 8]).

Переход от изучения комплексных соединений к исследованиям металлических сплавов, которые Н. С. Курнаков рассматривал как «область химических соединений, содержащих комплексы ( $M_m$ ), образованные взаимным сочетанием металлов...» [5, с. 5], был поэтому закономерным и был обусловлен большим влиянием Д. И. Менделеева. Менделееву принадлежат слова, хорошо известные Курнакову, что изучение неопределенных соединений (растворов, сплавов) «должно послужить к разрешению химических вопросов в самой общей их форме»<sup>4</sup> [6, с. 185].

Мы увидим, что этот прогноз гениального ученого полностью оправдался.

### **Металлографическая комиссия.**

#### **Начало исследований по металлическим сплавам**

Чтобы решить проблему сплавов, нужно было прежде всего «организовать» условия «для научного самостоятельного исследования физико-химических свойств металлических сплавов».

Такую программу предложил Н. С. Курнаков, выступив с инициативой создания при Русском техническом обществе металлографической комиссии для широкого исследования металлических сплавов.

17 ноября 1899 г. на заседании химического отделения Русского технического общества под председательством Д. П. Коновалова Н. С. Курнаков выступил с сообщением «Об учреждении металлографической комиссии для исследования сплавов...»<sup>5</sup>. Приведем некоторые интересные, на наш взгляд, выдержки из текста сообщения:

---

<sup>4</sup> Заслуживает внимания тот факт, что мнение Д. И. Менделеева, Н. С. Курнакова и других русских химиков о неправильности подразделения веществ на атомные и молекулярные поддерживали не только химики-неорганики, но и химики-органики. Так, в докторской диссертации одесского химика-органика П. И. Петренко-Критченко «О тетрагидропиронных соединениях» мы читаем: «Я лично присоединяюсь к мнению большинства русских исследователей и думаю вместе с Н. С. Курнаковым, что „в настоящее время можно считать несомненно доказанным, что разделение соединений на атомные и молекулярные не имеет за собою ни теоретических, ни фактических оснований, а свидетельствует лишь о нашем недостаточном знакомстве с высшими типами химических соединений“» [7, с. 50]. В данном случае Петренко-Критченко цитирует работу Курнакова «О сложных металлических основаниях» (1893).

<sup>5</sup> 20 декабря 1899 г. на историческом заседании Русского технического общества Первый (химический) отдел общества, заслушав

«... открытие периодического закона и успехи изучения растворов открыли новые горизонты для минеральной химии вообще и для исследования металлов в особенности...» [4, с. 1]. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева, по словам Н. С. Курнакова, «вдохнула ... новую жизнь в изучение металлов» [4, с. 3].

«С другой стороны, гражданская и военная техника, при своем постоянном движении вперед, непрерывно изобретает новые металлические комбинации и предлагает запросы относительно ближайшего определения их свойств» [4, с. 1].

Необходимость объединения русских ученых-химиков, металлургов, горных инженеров для решения важных вопросов, связанных с глубоким изучением природы металлических сплавов, была очевидна. «Нет никакого сомнения, — говорил Н. С. Курнаков, — что связь разрозненных сил в одно целое создаст у нас более благоприятную обстановку для работы отдельных лиц, в смысле обмена мыслей, приобретения необходимых материалов, приборов и т. п.» [4, с. 4]. Н. С. Курнаков наметил основные задачи, разрешением которых должны были заняться объединенные силы русских ученых-металлографов. «...русская „металлографическая комиссия“, — писал он, — может иметь в виду при своей деятельности следующие главные пункты: 1) Научное самостоятельное исследование физико-химических свойств металлических сплавов. 2) Ознакомление своих сочленов и русских техников вообще с литературой по сплавам путем устройства сообщений, бесед, издания оригинальных и переводных сочинений. Я уверен, что ...Русское техническое общество, Общество горных инженеров и другие ученые и технические учреждения не откажут в своем покровительстве и посильной поддержке по отношению к попытке организации постоянного и систематического изучения металлических сплавов в России» [там же].

Осуществлять намеченную программу исследования природы металлических сплавов сам Н. С. Курнаков начал в конце 1897 г. И уже 7 мая 1898 г. на заседании Отделения химии Русского физико-химического общества он выступил

---

в заседании 17 ноября доклад Н. С. Курнакова «Об учреждении металлографической комиссии для исследования сплавов...», признал желательным учреждение такой комиссии при обществе. В эту комиссию вошли следующие ученые: Д. К. Чернов (председатель), Н. С. Курнаков (товарищ председателя), Д. П. Коновалов, А. А. Байков, В. Н. Липин, Н. Н. Лямин, В. Я. Бурдюков, И. А. Антипов, А. А. Ржешотарский, В. П. Дружинин, Ю. Г. Каменский, А. Р. Шуляченко, Д. Х. Завриев и Н. В. Соколов.



с сообщением о результатах изучения металлических сплавов. А в 1899 г. в «Журнале Русского физико-химического общества» была опубликована первая статья Н. С. Курнакова «О взаимных соединениях металлов», посвященная изучению сплавов [5]. В ней приводились результаты изучения амальгам натрия и калия<sup>6</sup>, а также сплавов натрия с кадмием, свинцом и висмутом.

Н. С. Курнаковым были обнаружены такие „экзотические“ «определенные соединения», как  $\text{NaHg}_2$ ,  $\text{NaCd}_6$ , объяснить которые классическая теория валентности оказалась бессильной. Данные, которые изложил ученый в статье «О взаимных соединениях металлов», настолько заинтересовали Д. И. Менделеева, что он внес их в седьмое издание своих «Основ химии» (1903).

28 октября 1899 г. Н. С. Курнаков был избран профессором физической химии Петербургского электротехнического института. Здесь он организовал хорошо оборудованную лабораторию, в которой совместно с сотрудниками выполнил серию работ, посвященных изучению металлических сплавов. Уже в 1901 г. в «Журнале Русского физико-химического общества» (т. 33, с. 565–588) была опубликована работа Н. С. Курнакова и Н. А. Пушина, выполненная в Электротехническом институте. Она была посвящена изучению сплавов таллия. Авторы писали: «Прежними исследованиями (ЖРФХО, 1899, т. 31, с. 927) было показано, что щелочные металлы образуют с ртутью, свинцом и висмутом ряд определенных соединений, характеризующихся чрезвычайно резко выраженными температурными максимумами на кривых плавкости.

По аналогии можно было ожидать, что таллий, находящийся в 11-м (нечетном) ряду периодической системы<sup>7</sup> — между ртутью и свинцом, — будет обнаруживать те же отношения. Результаты настоящего исследования вполне подтверждают это заключение» [8, с. 336].

25 апреля 1900 г. Н. С. Курнаков выступил с программным докладом «Нахождение состава определенных соединений в сплавах по методу плавкости» [8]. Перед членами металлографической комиссии и другими участниками за-

<sup>6</sup> Исследования Н. С. Курнакова амальгам различных металлов имели, помимо теоретического интереса, большое практическое значение, так как они широко применялись для зеркальных покрытий, для снятия отгисков и т. д., но особенно в горно-заводской промышленности.

<sup>7</sup> Н. С. Курнаков имел в виду таблицу элементов Д. И. Менделеева, опубликованную в «Основах химии» в 1871 г.— Ю. С.

седания ученый сформулировал широкую программу изучения природы металлических сплавов. «... исследование плавкости,— говорил Н. С. Курнаков,— дает нам возможность судить не только о температурных пределах существования этих веществ (составных частей сплава.— Ю. С.), но и об их количественном составе. Изучение температуры плавления, или, что то же самое,— растворимости, получает еще тем большее значение, что позволяет приложить к металлическим сплавам основные физико-химические приемы из обширной области растворов вообще» [9, с. 19].

Особое внимание Н. С. Курнаков обратил на то, что «при изучении металлических сплавов приемы, применяемые обыкновенно в лабораторной технике для выделения химических соединений, оказываются большей частью недостаточными...» [9, с. 23]. Он сказал: «Как совершенно справедливо заметил Ле Шателье<sup>8</sup>, только посредством одновременного и сравнительного изучения различных физико-химических свойств мы можем получить правильное представление об истинной природе металлического сплава» [там же].

Указание на то, что только *совокупность методов* позволит выяснить природу металлических сплавов, имело первостепенное значение для создания физико-химического анализа, о чем речь пойдет ниже.

В этом же докладе Николай Семенович подчеркивал большое значение «ближайшего исследования» твердых растворов, «так как к этому типу относятся наиболее важные в практическом отношении металлические сплавы, например, сталь, латунь, бронза и др.» [там же]. Он обращал внимание на огромный теоретический интерес исследования твердых растворов. «... в области взаимных сочетаний металлов приложение закона постоянства состава может претерпевать известные ограничения вследствие образования так называемых твердых растворов... По аналогии с жидкими системами, твердый раствор будет представлять собой твердую фазу переменного состава. Если соединение  $AB_x$  (фиг. 1) способно растворять в твердом состоянии переменные количества своих компонентов А и В, то очевидно отношение между последними в твердой фазе или твердом растворе будет непрерывно изменяться в зависимости от концентрации соответствующего жидкого сплава. При таких условиях, конечно, нечего говорить о неизменном значении

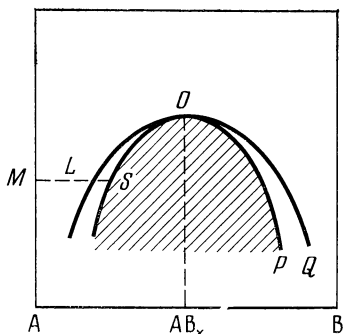
---

<sup>8</sup> *Le Chatelier A.*— *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1895, t. 6, p. 531.— *Примеч. Н. С. Курнакова.*

коэффициента  $x$  в формуле  $AB_x$ , которое удовлетворяло бы законам постоянства состава и кратных пропорций». Далее, Николай Семенович ставит вопрос: «...будет ли удовлетворять величина коэффициента  $x$  в максимальной точке  $O$  (фиг. 1) закону кратных пропорций, или, другими словами, можно ли считать тело  $AB_x$  за определенное химическое соединение, способное давать твердые растворы со своими составными частями? Решение этого вопроса может быть произведено только экспериментальным путем. Так как при условиях, принятых выше, величина  $x$  для твердого тела изменяется непрерывно, то возможно допустить случаи, когда  $x$  будет выражен числом, которое не отвечает простому кратному отношению. До сих пор пока еще не установлено с достаточною точностью существование подобных отношений... все до сих пор более подробно изученные и резко выраженные максимумы соляных гидратов и металлических сплавов соответствуют, в пределах погрешностей опыта, определенным химическим соединениям с простыми кратными отношениями составных частей» [9, с. 26—27].

Широкие возможности для нового направления исследований в области сплавов открылись в 1902 г., когда Н. С. Курнаков возглавил кафедру общей химии в Петербургском политехническом институте. В громадном химическом павильоне этого института, открытого в 1902 г., под руководством Н. С. Курнакова была организована лаборатория общей химии, которая, по замыслу ее создания, должна была заниматься преимущественно исследованием сплавов. «Как по своим размерам, так и по своему внутреннему оборудованию это сооружение занимает видное место в истории лабораторного строительства в России» [10, с. 376].

В лаборатории были созданы три отделения: термического анализа и металлографии, электрических измерений и калориметрии, физических измерений и микрофотографии.



Фиг. 1. Образование твердого раствора соединения  $AB_x$  со своими компонентами

## Пиrometer Курнакова

Какими методами располагала металлография, когда Н. С. Курнаков приступил к изучению металлических сплавов? Из методов исследования сплавов к тому времени наиболее разработанным был метод, основанный на изучении микроструктуры.

Одним из первых, кто применил (1831) микроскоп для изучения структуры булатной стали, изготовленной на Златоустовском заводе, был Павел Петрович Аносов (1797—1851). Он впервые употребил совокупность приемов, которая в настоящее время носит название микрографического метода и составляет основу современной экспериментальной металлографии. Аносов применил микроскоп для изучения металлических сплавов на 32 года раньше англичанина Г. Сорби, который в 1863 г. начал изучение поверхностей металлов в отраженном свете. «Таким образом, наш соотечественник,— пишет Н. С. Курнаков,— горный инженер П. П. Аносов является первым пионером этой новой научной дисциплины, потребовавшей и после Сорби не один десяток лет для своей разработки и распространения» [11].

Знаменитый русский металлург Дмитрий Константинович Чернов (1839—1921) изучал под микроскопом структуру стали, изготовленной на Обуховском заводе в Петербурге. На основе изучения зависимости свойств стали от ее структуры Чернов в 1868 г. пришел к выводу, что не механическая, а термическая обработка стали главным образом влияет на структуру последней [12]. Чернов нашел фазовые превращения, совершающиеся в отвердевшей стали во время нагревания или охлаждения при определенных температурах, которые он назвал «точками *a* и *b*». Точки *a* и *b* представляли собой не что иное, как критические точки стали, которые составляют сущность содержания диаграммы «железо — углерод» в той ее части, которая относится к превращениям в твердом состоянии [3, с. 53—57]. Учение Д. К. Чернова о точках *a* и *b* является основой современного учения о превращениях в стали.

«Современное учение о металлических сплавах,— пишет Н. С. Курнаков,— зародилось в атмосфере сталелитейных заводов — Златоустовского, Обуховского и Кресо — благодаря трудам Аносова, Чернова и Осмонда» [13, с. 25].

В 1897 г. известный французский физико-химик А. Ле Шателье (1850—1936) сконструировал металлографический микроскоп, который нашел широкое применение при изучении микроструктуры сплавов. По инициативе Н. С. Курна-

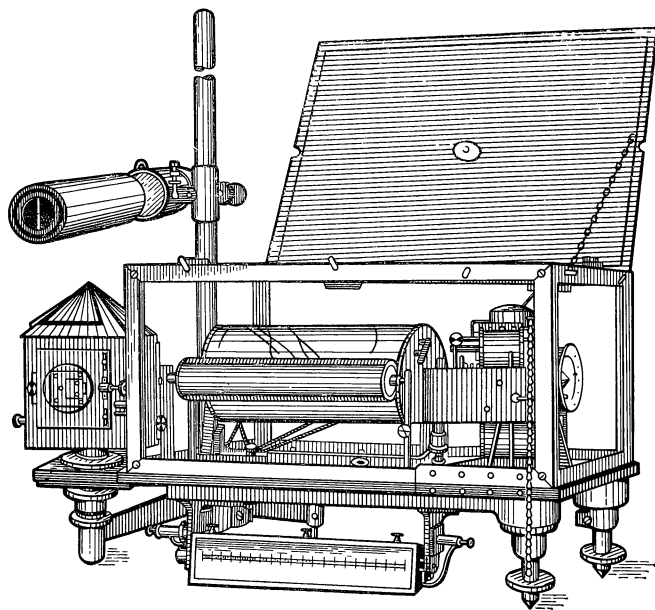
кова, С. Ф. Жемчужный перевел с французского языка работу Ле Шателье «Техника микроскопической металлографии». Она была опубликована в «Материалах по изучению металлографии» в 1902 г. под редакцией Н. С. Курнакова.

Другой метод, которым воспользовался Н. С. Курнаков в своих работах по металлическим сплавам, был метод плавкости. Этот метод широко применялся в металлографии, особенно после того, как А. Ле Шателье изобрел в 1887 г. термопару из платины и сплава платины с 10% родия. Термопара Ле Шателье позволила производить измерение высоких температур и тем самым открыла новую страницу в металлографии.

В 1891 г. профессор Лондонской горной школы В. Робертс-Аустен изобрел самопишущий пирометр. Один из таких приборов был приобретен для лаборатории Горного института. Работая с этим прибором, Н. С. Курнаков убедился, что прибор несовершенен, с его помощью трудно вести запись кривых термического анализа. «Не говоря уже про затруднительность получения и поддержания высоких температур вообще,— отмечал Н. С. Курнаков,— термические превращения изучаемого вещества далеко не всегда выражены с достаточной резкостью. Так, например, при исследовании двойных и тройных сплавов часто не наблюдается в ходе охлаждения системы ясных остановок, которые должны отвечать выделению новых твердых фаз» [14, с. 201]. Здесь чувствительность прибора играла определяющую роль.

Н. С. Курнаков ясно понимал, что расширение физико-химических исследований металлических сплавов связано с усовершенствованием методики соответствующих измерений. В данном случае для количественной характеристики тепловых превращений, для регистрации самых тонких различий в тепловом состоянии системы, для наглядного изображения температурных изменений нужен был точный и более удобный в экспериментальном отношении регистрирующий пирометр.

Свою статью «Новая форма регистрирующего пирометра» (1904) Н. С. Курнаков начинает такими словами: «Приложение физико-химических методов для исследования металлических сплавов, силикатов и т. п. веществ вызывает потребность в более точном измерении высоких температур. Расширение наших сведений в этой области тесно связано с изучением разнообразных термических превращений, свойственных жидкому и твердому (кристаллическому) состояниям» [там же].



Регистрирующий пирометр Н. С. Курнакова

Так Николай Семенович сформулировал задачу усовершенствования термических измерений, которую он сам успешно и решил. Вместо громоздкого прибора Робертс-Аустена он предлагает легкий, компактный барабанный регистрирующий прибор с *автоматической* записью наблюдений.

«Такого рода аппарат,— замечает Н. С. Курнаков,— вполне заменяет самого усердного наблюдателя и позволяет улавливать явления, которые по своей непродолжительности ускользают от непосредственного исследования» [14, с. 202].

Пирометр Курнакова нашел широкое применение в лабораториях не только самого Курнакова, но и многих других металлургов. Так, А. А. Байков в одной из своих работ (1910) писал: «Я решил воспользоваться лучшим регистрирующим прибором для записи и применить его для дифференциального метода, именно — превосходным прибором проф. Н. С. Курнакова» [15, с. 66].

С помощью своего регистрирующего пирометра Н. С. Курнаков и его ученики выполнили важнейшие исследования, которые четко подтвердили высказанное в 1904 г. ученым предположение, что «ближайшее изучение диаграмм реги-

стрирующего аппарата может дать ценный материал не только для целей пирометрии, но также и для калориметрических определений над теплотами плавления при высоких температурах» [14, с. 212].

В 1905 г. была опубликована работа Н. С. Курнакова «Определение твердых растворов посредством регистрирующего прибора», в которой он отмечал, что «изучение кривых охлаждения при затвердевании жидких веществ дает возможность констатировать не только существование твердых растворов, но также и определить их концентрацию» [16, с. 578].

### **Новые методы исследования физико-механических свойств металлических сплавов**

Классические методы металлографии — термический анализ и изучение микроструктуры, однако, не могли полностью раскрыть сложную природу металлических твердых растворов. Другие же методы (например, метод определения потенциала сплава) применялись значительно реже: они считались более сложными в постановке и в то же время менее надежными по своим результатам. Поэтому уже начиная с 1906 г. в лабораториях Горного и Политехнического институтов Н. С. Курнаков с сотрудниками приступил к разработке новых методов исследования физико-механических свойств металлических сплавов.

В 1906 г. Н. С. Курнаков совместно со своим ближайшим учеником и помощником С. Ф. Жемчужным<sup>9</sup>, исследуя случай образования твердых металлических растворов в связи с данными по электропроводности, пришел к заключению, что «наблюдения над электропроводностью представляю

---

<sup>9</sup> Сергей Федорович Жемчужный (1873—1929), окончил Московский университет (1895) и Горный институт (1900). С 1902 г. работал в лаборатории общей химии Петербургского политехнического института, где под руководством Н. С. Курнакова выполнил серию работ по металлическим сплавам и руководил дипломными работами студентов института. С 1915 г. — старший химик Химической лаборатории Академии наук, а с 1919 г. — сотрудник Института физико-химического анализа. «Более тридцати лет, — писал Н. С. Курнаков, — мне пришлось работать с ним вместе (...) Многолетние совместные занятия с Сергеем Федоровичем являются для меня одним из самых отрадных воспоминаний в моей жизни; он был моим дорогим сотрудником и другом, который близко принимал к сердцу как радости, так и печали нашей совместной деятельности» [17, с. 1—2].



**Сергей Федорович  
Жемчужный**

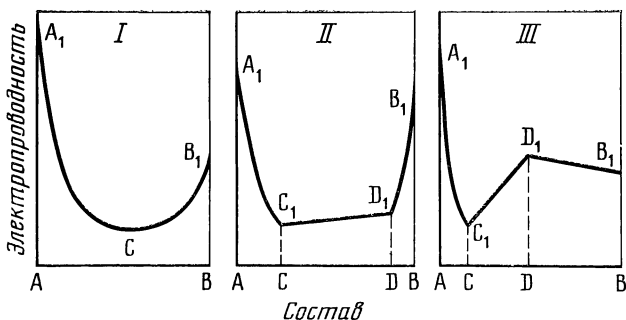
новое средство для изучения природы твердых металлических растворов. Во многих случаях этот метод обладает большою чувствительностью и открывает обширное поле для дальнейших экспериментальных исследований» [18, с. 152]. Были установлены основные типы диаграмм электропроводности для систем, в состав которых входят металлы, способные давать твердые растворы<sup>10</sup>.

Так, на основе исследования систем медь—никель и медь—золото Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный показали, что при образовании твердых растворов двух металлов

---

<sup>10</sup> Данные, полученные Н. С. Курнаковым и его учениками при изучении электропроводности металлических двойных систем, образующих твердые растворы, имели важное практическое значение. Исследование важнейших технических сплавов высокого электросопротивления — манганина, константана, нихрома — привело к созданию в нашей стране заводского производства этих сплавов, бывших ранее предметом импорта.





Фиг. 2. Типы диаграмм состав—электропроводность

происходит понижение электропроводности и что для двойных систем металлов, дающих непрерывные твердые растворы, диаграмма состав—электропроводность выражается непрерывной кривой, обращенной выпуклостью к оси концентраций (см. фиг. 2, I). Здесь же даны типы диаграмм состав—электропроводность для систем двух металлов, обладающих ограниченной растворимостью в твердом состоянии (II), а также для систем с одним химическим соединением (III).

«Изучение электропроводности металлических сплавов, — как было отмечено Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным в 1910 г., — проливает новый свет на соотношения между химическим составом и изменениями свойств равновесных систем вообще.

Химику здесь приходится обратить внимание на такие соотношения, которыми до сих пор еще не приходилось пользоваться для выяснения процессов химического взаимодействия» [19, с. 217].

Результаты, полученные при изучении электропроводности, позволили Н. С. Курнакову сделать вывод, что электропроводность находится в тесной связи с целой группой свойств, зависящих от внутреннего состояния вещества.

До работ Н. С. Курнакова связь, существующая между электропроводностью металлических сплавов и их химической природой, оставалась неясной, вплоть до 1906—1908 гг.<sup>11</sup> И это, естественно, по той причине, что сама

<sup>11</sup> В 1899 г. известный английский металлограф Ф. Невилль так отзывался о методе электропроводности: «Сомнительно, чтобы исследование в этом направлении могли существенным образом содействовать обнаружению соединений в сплавах» (цит. по [20, с. 53]).

природа сплавов была к этому времени еще мало изучена. Первые годы XX в. принесли с собой обильный фактический материал по вопросу о природе металлических сплавов и дали толчок к изучению той связи, которая, несомненно, должна была существовать между природой сплава и его электропроводностью, твердостью и другими физическими и механическими свойствами.

13 сентября 1907 г. Н. С. Курнаков совместно с С. Ф. Жемчужным доложили Отделению химии Русского физико-химического общества работу, посвященную изучению твердости металлических твердых растворов и определенных химических соединений. Они отмечали, что «в тесном соотношении с электропроводностью находится другое весьма важное и характерное свойство, это — твердость» [21, с. 36].

Измерение твердости явилось, как показали многочисленные данные, полученные Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным, одним из наиболее чувствительных средств для обнаружения твердых растворов<sup>12</sup>. Образование твердого раствора сопровождается повышением твердости и обуславливает появление максимума на соответствующей диаграмме.

В 1908 г. Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный в своей работе «Твердость металлических твердых растворов и определенных химических соединений» представили основные типы диаграмм [21, с. 47], комбинации которых исчерпывают всевозможные случаи изменения твердости двойных систем. Типы этих диаграмм нашли полное подтверждение в дальнейших исследованиях ученого.

В 1909 г. в своей новой работе «Электропроводность и давление истечения изоморфных смесей свинца с индием и таллием» Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный отмечали, что существует несомненная связь между твердостью и величиной пластической деформации [23]. Оказалось, что механические свойства являются весьма чувствительным показателем для характеристики самых тонких изменений твердых тел при физико-химических превращениях.

В 1912 г. Н. С. Курнаков, также совместно с С. Ф. Жемчужным, публикует свою классическую работу «Внутреннее

---

<sup>12</sup> О работах С. Ф. Жемчужного профессор С. А. Погодин писал: «Вопреки словам Гёте, природа у него не пемела на пытке. Пытая металлы то огнем, то винтами и рычагами Гагаринского пресса, то электричеством, он умел заставить их рассказывать свои тайны простым и понятным языком» [22, с. 27]. Если так умел „пытать природу“ ученик Н. С. Курнакова, то как это искусно умел делать он сам.

трение двойных систем. Характеристика определенного соединения» [24]. В ней был подведен итог результатам, полученным при изучении металлических и других систем. Выводы, которые мы находим здесь, сыграли огромное значение в последующем развитии физико-химического анализа. Статья эта начинается такими словами: «В последнее время применение различных физико-химических методов к исследованию равновесных систем сделало большие шаги вперед. Метод плавкости, несколько лет тому назад употреблявшийся главным образом для изучения металлических сплавов, теперь под общим названием „термического анализа“<sup>13</sup> получает обширное распространение для самых разнообразных классов веществ. Кроме того, открытые недавно соотношения между химическим составом и целым рядом физических свойств, например электропроводностью, термоэлектрической силой, твердостью, позволяют определять такие тонкие различия в состоянии изучаемых тел, которые были совершенно недоступны для обычно применявшихся приемов химического исследования»<sup>14</sup> [24, с. 367].

Вооружив металлографическую науку новыми методами исследования, Н. С. Курнаков организовал и возглавил большое число металлографических исследований в химических лабораториях Горного, Политехнического и Электротехнического институтов. Он ясно понимал, что те научные выводы, которые были им сделаны, необходимо было закрепить большим фактическим материалом. Сознывая, что при усложнении методов и задач современные исследования становятся уже часто не под силу одному лицу, а требуют участия нескольких экспериментаторов, работающих согласно определенному плану, Курнаков организует коллективные исследования. «Планомерная организация сил и средств,— писал он,— дает нам возможность, опираясь на результаты прошлого, с уверенностью смотреть на будущее и смело идти вперед для новых завоеваний в области науки и техники» [26].

В 1910—1915 гг. Н. С. Курнаков проводит огромную ра-

---

<sup>13</sup> Понятие «термический анализ» ввел Г. Тамман в 1905 г. Об истории термического анализа см. интересную статью Б. Н. Меншуткина [25].— Ю. С.

<sup>14</sup> К концу второго десятилетия XX в. оформилось восемь главных отделов физико-химического анализа: 1) термический анализ, 2) электрометрия, 3) оптический анализ (показатели преломления), 4) микроструктура (рентгенометрия), 5) волюмометрия (измерение объема, давления), 6) молекулярное сцепление (вискозиметрия), 7) магнетометрия, 8) тензиметрия (давление пара).

боту по систематизации накопленного опытного материала. В Архиве Академии наук нам удалось найти интересное письмо Н. С. Курнакова одному из его учеников Николаю Ивановичу Степанову от 14 августа 1912 г. Он писал: «...Я лично провел это лето с большой пользой и очень продуктивно. Много пришлось писать, думать и читать, углубляясь в то, что было найдено у нас в лаборатории за последние годы. Я пришел к выводу, что в том положении, которое мы с нашими исследованиями занимаем в научной области, нужно работать не покладая рук, чтобы использовать как следует благоприятные условия новизны и девственности почвы.

Электропроводность металлических сплавов, твердость и другие тесно связанные механические свойства — это наше научное завоевание, которое мы должны удержать в своих руках. Для пользы нужна планомерная и систематическая работа целого ряда работников, сознательных и самостоятельных.

Даже такие ученые, как Тамман, еще не уяснили себе значение метода электропроводности для познания природы металлических сплавов (прочтите прения по докладу Гюртлера на последнем Съезде Бунзеновского об-ва в Гейдельберге в „Z. f. Elektrochimie“).

Я скажу по этому поводу — тем лучше для нас — мы впереди.

Я получил от проф. Штарка приглашение составить для „Z. f. Radioaktivität“ статью о твердости металлов и сплавов. Думаю, что вопрос о степени неупорядоченности металлических твердых растворов придется затронуть и для объяснения твердости» [27].

Содержание цитируемого письма показывает, что Н. С. Курнаков и его ученики сильно опередили ученых-металлографов других стран. Многие иностранные ученые, работающие в области металлических сплавов в этот период (1900—1915), пока еще не осознавали, какое огромное значение имеют новые методы, введенные Курнаковым в практику металлографического исследования.

По словам Н. И. Степанова, «Н. С. Курнаковым в лабораториях Горного, Политехнического и Электротехнического институтов ... начаты обширные металлографические исследования при участии многочисленных учеников-сотрудников. Благоприятные результаты, полученные при этом, дали русской металлографии возможность оценить новые приемы изучения ранее, нежели это было сделано в Западной Европе» [28, с. 11].

В начале декабря 1907 г. профессора и студенты Горного и Политехнического институтов Петербурга, а также других высших учебных заведений России отмечали двадцатипятилетие научно-педагогической деятельности Н. С. Курнакова. По этому поводу 4 декабря 1907 г. профессор Горного института И. Ф. Шредер писал Николаю Семеновичу:

«Вы поступили в институт уже сложившеюся индивидуальностью... Большая любовь к предмету и твердая воля, не боящаяся труда, помогли преодолеть все трудности при изучении комплексных соединений, одного из наиболее интересных, но в то время труднейших сюжетов нашей науки, подавляющих обилием материала, запутанностью отношений и какой-то кажущейся случайностью явлений. Проработав более десяти лет над этим вопросом, Вы сразу пробили себе широкую научную дорогу, которая Вас в настоящее время привела к изучению вопроса о соединениях металлов между собой, о форме этих соединений в связи с периодической системой... Таким образом, Вы явились основателем научного исследования соединений металлов в России и Запа- да<...>

Стремление осветить предмет со всех доступных для экспериментального исследования сторон составляет признак, характеризующий как Вашу первую большую работу, так и ту, которую вы совершаете в настоящее время. Только глубокая преданность научному делу может дать силы на непрерывную работу и создать ту атмосферу, которая привлекает молодежь и делает Вас учителем в настоящем смысле слова и в этом отношении Вы в истории нашей лаборатории указываете новую эпоху — в ней создается научная школа, удовлетворяющая не только потребности Института, как было до сих пор, но в некотором избытке, которым можно уже делиться с другими учебными заведениями» [29].

В день юбилея, 3 декабря 1907 г., Н. С. Курнакову было присвоено звание заслуженного профессора.

### **Присуждение степени доктора химии. Избрание в академики**

8 декабря 1908 г. профессора Московского университета А. П. Сабанеев, И. А. Каблуков, Н. Д. Зелинский и В. И. Вернадский предложили физико-математическому факультету «Взойти с ходатайством в Совет Московского университета о присуждении горному инженеру, проф. Горного института Николаю Семеновичу Курнакову, согласно § 89

Устава российских университетов, степени доктора без испытаний и представления диссертации». 25 апреля 1909 г. Совет Московского университета «возвел в степень доктора химии горного инженера Николая Курнакова, приобретшего почетную известность своими научными трудами. В удостоверение чего от Совета Московского университета выдан доктору Курнакову диплом» [30].

12 июня 1909 г. Н. С. Курнаков писал В. И. Вернадскому:

«Многоуважаемый Владимир Иванович, позвольте выразить Вам искреннюю признательность за доброе отношение к моей научной деятельности, которое было Вами оказано представлением в физико-математический факультет о присуждении мне степени доктора химии.

Участие высококомпетентного минералога среди химиков, подписавших это представление, делает для меня полученную научную награду еще более ценной. Постараюсь в дальнейших работах по мере сил оправдать Ваше доверие...» [31].

В день присуждения степени доктора химии Николай Семенович получил множество поздравительных телеграмм со всех концов России. Профессора Харьковского университета писали:

«Шлем сердечное поздравление глубокоуважаемому доктору химии, с честью поддерживающему славу русского имени, и желаем много лет здравствовать на пользу родной науке, считающей в своих рядах столько славных имен» [32].

Студенты Горного института, приветствуя Н. С. Курнакова, отмечали, что они не могут «не вспомнить с чувством глобокой благодарности и уважения весь долгий и трудный научный подвиг» Курнакова, что все открытия Курнакова являются живым памятником его плодотворной деятельности.

29 апреля 1909 г. Н. С. Курнаков получил следующее письмо от академика А. П. Карпинского:

«Глубокоуважаемый Николай Семенович, я живу на даче, куда новости доходят неправильно и поздно. С величайшим удовлетворением прочел в газете о присуждении Вам Московским университетом докторской степени. Мне всегда казалось, что не только наш горный мир, но и Ваши коллеги-химики далеко не отдадут Вашим работам должного. Теперь я вижу, что в значительной степени ошибался и с тем большим удовлетворением и удовольствием посылаю Вам запоздалое сердечное поздравление.

Прошу Вас передать привет и Вашему семейству. Искренне Вас уважающий и преданный А. Карпинский» [32].

Как высокоавторитетный ученый с мировым именем Н. С. Курнаков в 1909 г. был выбран постоянным сотрудником редакции немецкого журнала «*Zeitschrift für anorganische Chemie*» («Журнала неорганической химии»). В 1912 г. он был избран членом Совета в «*Association Internationale des Sociétés Chimiques*» («Международной ассоциации химических обществ»).

Выдающиеся исследования в области физической и неорганической химии создали Н. С. Курнакову репутацию крупнейшего химика. Для многих было ясно, что те значительные изменения, которые произошли в химической науке в начале XX столетия как в теоретическом отношении, так и в методах исследования и характере решаемых научных вопросов, были в немалой степени связаны с выдающимися работами Н. С. Курнакова и его учеников. Поэтому, когда в 1913 г. возник вопрос о выборе академика Петербургской Академии наук на вакантное место, оставшееся после смерти академика Н. Н. Бекетова (1911), комиссия в составе академиков А. П. Карпинского, Б. Б. Голицына, В. И. Вернадского, М. А. Рыкачева, Ф. Н. Чернышева и П. И. Вальдена пришла к заключению, что «среди русских химиков-ученых, которые по объему и значению своих научных трудов занимают видное место в современной химической науке и пользуются известностью в химическом мире, по мнению комиссии, особо выделяется профессор Николай Семенович Курнаков»<sup>15</sup>.

2 ноября 1913 г. в Петербурге на заседании Общего собрания Академии наук в докладе о выборе ординарного академика по химии комиссия особенно отмечала, что в области металлографии «Николай Семенович является пионером не только в России, но и в химическом мире вообще. Им впервые организуется планомерное и обширное изучение сплавов и нахождение состава определенных химических соединений в сплавах. Им же создается первая вообще школа металлографов». Комиссия подчеркивала приоритет Курнакова в разработке основных вопросов металлографии и отмечала при этом, что другой научный центр для исследования сплавов существует в Германии и был основан лишь в 1903—1904 гг. в Гёттингенском университете профессором Тамманом.

Все это давало полное основание для того, чтобы комиссия «единогласно постановила предложить физико-математи-

---

<sup>15</sup> Третье приложение к протоколу заседания Общего собрания Академии наук 2 ноября 1913 г. (к § 182).

29 авг. 1908.

Генерал-губернатору —  
Александр Александровичу.

Я пишу вам дабы, вы  
своему директору напра-  
вить и указать. В  
весьма хорошем уведомле-  
нии о приеме в газету  
о устройстве нашей  
Министерства уведомлений  
дирекции приемов. Мы  
всегда рады, что  
не только сами получим  
свои, но и Министр в том  
— кинематографическое и другое  
Министерства и другие.  
Министр в виду, что в  
нашах учреждениях

Письмо академика А. П. Карпинского Н. С. Курнакову

ческому отделению проф. Николая Семеновича Курнакова как достойного кандидата на вакантную кафедру химии». 7 декабря 1913 г. Академия наук единогласно избрала Н. С. Курнакова своим действительным членом по отделению химии. В связи с избранием Курнакова в академики выдающиеся русские ученые В. Е. Грум-Гржимайло, И. А. Каблуков, Д. В. Скобельцын, А. Е. Фаворский и дру-



«...и  
...удосто-  
...и удовле-  
...после Маг,  
...сердечное  
...»

Курнаку Маг перед  
...и Маг,  
...у семьи»

Курнаку Маг  
уверенно

и преданно

А. Карнаков

гие ученые прислали ему приветственные телеграммы. Инженеры и техники Обуховского завода, горячо приветствуя Курнакова с избранием его в академики, писали, что «этот знаменательный акт вписал новую вечную страницу в золотую книгу истории наших отечественных светил ума, мысли и таланта» [33].

С избранием в академики перед Н. С. Курнаковым открылись дополнительные возможности организации исследований в области физико-химического анализа: - кроме Горного

и Политехнического институтов, еще и в Химической лаборатории Академии наук.

Оборудованная в 1867 г. в доме № 17 по Восьмой линии Васильевского острова Химическая лаборатория Академии наук занимала нижний этаж трехэтажного здания. В верхних этажах размещались квартиры академиков. В этой лаборатории проводили некоторые свои работы академики Ю. Ф. Фрицше, А. М. Бутлеров, Н. Н. Зинин и Н. Н. Бекетов. Штат лаборатории состоял из трех сотрудников (лаборантов) и служителя. В сущности, это была личная лаборатория академиков-химиков. К моменту избрания Н. С. Курнакова в академики директором лаборатории был академик П. И. Вальден. Он жил и работал в Риге, где в Политехническом институте имел большую лабораторию, а во время первой мировой войны переехал в Москву. В Петербурге он бывал лишь наездами и в Химической лаборатории Академии наук не работал. Избранный в академики Курнаков сделался хозяином лаборатории, хотя не числился ее директором, и вдохнул живую струю в это академическое учреждение. Прежде всего Курнаков привлек к работе в лаборатории своего любимого ученика и сотрудника С. Ф. Жемчужного, несколько позднее И. А. Андреевского, А. Г. Бергмана, Т. А. Генке и др.

В 1913—1914 гг. Химическая лаборатория Академии наук пополнилась новыми физическими приборами. Были получены точные весы, спектрометр, приборы для электрических измерений, точный рефрактометр, усовершенствованный поляризационный прибор. В 1915 г. в лаборатории был установлен регистрирующий пирометр системы Курнакова, изготовленный в мастерских Физической лаборатории Академии наук. В лаборатории были также установлены криптовые печи, гальванометры, термостаты для физико-химического анализа равновесных систем с электрическим подогреванием и автоматической регулировкой температуры, изготовленные в лаборатории общей химии Петроградского политехнического института. В реконструкции и усовершенствовании названных приборов Н. С. Курнаков принимал непосредственное участие.

Таким образом, мы видим, как все шире и шире раскрывались перед Н. С. Курнаковым перспективы физико-химических исследований и их приложений к практике. Все глубже и глубже вникал Курнаков на основе своих многочисленных экспериментальных работ в проблемы теоретической химии.

### Вершина научного творчества

В 1910—1914 гг. Н. С. Курнаков подошел к вершине своего творчества. Многочисленные экспериментальные данные, полученные им совместно с учениками, все больше убеждали его, что *совокупность* различных физических методов исследования природы гетерогенных систем образует *общий метод*, названный им *физико-химическим анализом*.

Физико-химический анализ, по Н. С. Курнакову,—отдел общей химии, изучающий различные равновесные системы, образованные двумя или большим числом компонентов, посредством физических и геометрических методов.

Впервые термин «физико-химический анализ» появился в 1913 г. в статье Н. С. Курнакова и С. Ф. Жемчужного «Давление истечения и твердость пластических тел». В ней мы читаем: «Совместной, непрерывной работой теории и эксперимента на наших глазах раскрывается новая пограничная область химического знания, которая имеет целью определение химической природы одно- и поликомпонентных систем, на основании изучения соотношений между составом и физико-химическими свойствами. Эту область можно назвать *физико-химическим анализом*» [1, с. 266].

#### Предшественники Н. С. Курнакова

Рассказ об истории создания физико-химического анализа<sup>1</sup> надо начать с работ Д. И. Менделеева по растворам.

«Теперь мне ясно и уже несомненно,—писал Д. И. Менделеев в 1887 г. в своей книге «Исследование водных растворов по удельному весу»,—что растворы управляются обычными законами химического воздействия, что в них сокрыты те же определенные соединения, которыми так сильна химия, что здесь, несмотря на кажущуюся последовательность изменения свойств, существуют свои скачки, свои разрывы сплошности, и что впереди химия растворов произведет свое влияние не только на понимание сплавов, изоморфов и тому подобных так называемых неопределен-

<sup>1</sup> Первая монографическая работа автора данной книги была посвящена истории создания и развития физико-химического анализа. В книге подробно освещены истоки его возникновения [2].



Дмитрий Иванович  
Менделеев

ных соединений, но и на понимание обыкновенных явлений химической природы...» [3, с. 389—390].

Из общих положений, высказанных Д. И. Менделеевым в его трудах по растворам, непосредственное значение для физико-химического анализа имеют два вопроса, на которые Менделеев обращал основное внимание. Имеется в виду учение Менделеева об определенных и неопределенных соединениях и об «особых точках» диаграммы «состав — свойство» [4].

После многолетних исследований Д. И. Менделеев пришел к выводу, что «особые точки», появляющиеся на диаграммах «состав—свойство», отвечают определенным соединениям, образующимся в растворах. О значении выдвинутой им гипотезы Менделеев писал: «...расследуя производные  $ds/dp$  или приращения удельного веса ( $s$ ) при возрастании процентного содержания ( $p$ ) растворенного тела, мне бросилась в глаза изломанность кривых, эти производные выражающих, и я опять невольно прибегаю к гипотезе о том, что места перелома совпадают с определенными соединениями между водою и растворенным телом. Оказались и разрывы

сплошности, т. е. скачки, которыми химизм так резко отличается — со времени Дальтона <...> Существование „особых точек“ в свойствах растворов, совпадение их с определенными соединениями, если не всегда, то во многих случаях, и применимость гипотезы о прямолинейности производных  $ds/dp$  были теми поворотными пунктами, около которых изменились мои предначертания, относившиеся к концепции этого исследования. Хотел труд свой сделать лишь сборником проверенного материала для суждения о зависимости удельного веса растворов от состава, а теперь мое исследование выступает как попытка осветить гипотетическим воззрением всю совокупность данных о растворах. Предмет остался тот же, но прием получился иной, в растворах стал искать и видеть „особые точки“, определенные соединения, прямолинейность производных, разрывы сплошности, условия подвижного химического равновесия или ассоциацию и диссоциацию» [3, с. 388—389].

Д. И. Менделеева особенно интересовали участки на диаграмме «состав — свойство», отвечающие разрывам производной  $ds/dp$ , т. е. «особые точки», ибо для Менделеева ясно было, что места разрывов характеризуют определенные соединения. «Но какой смысл имеет этот разрыв?— спрашивает Д. И. Менделеев,— и сам же отвечает: прежде всего — химический» [5, с. 205]. «...я заметил,— писал Менделеев,— „особые точки“, выдающиеся при изучении других свойств — как в изменении расширения, так и в изменении плотностей, и они оказались столь близкими к определенным соединениям, что невольно требовалась гипотеза, столь часто, однако, отвергавшаяся,— о совпадении их с определенными соединениями между водою и растворенным телом» [3, с. 387—388].

Согласно Д. И. Менделееву, «особые точки» являются признаками образования в растворах соединений, составы которых подчинены закону кратных отношений. Открытые им «„особые точки“... выступают с ясностью лишь тогда, когда происходит наиболее индивидуализированное, в химическом смысле, соединение» [5, с. 204]. «Если это так,— писал он,— то на кривых, выражающих свойства растворов в зависимости от состава, должны при этих соотношениях быть „особые точки“ в смысле геометрическом, т. е. максимумы, минимумы, разрывы, переломы и т. п.» [3, с. 395]. Здесь же Д. И. Менделеев делает чрезвычайно важный вывод относительно нахождения «особых точек», отвечающих определенным соединениям, на кривых всех измеримых свойств. «Так как различные свойства могут быть взаимо-

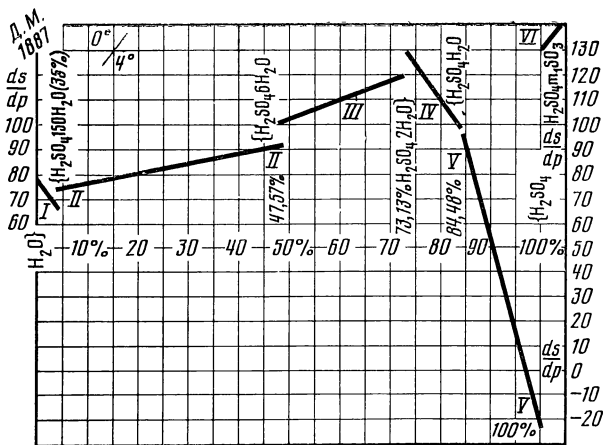


Диаграмма состав—свойство ( $\text{H}_2\text{SO}_4\text{—H}_2\text{O}$ ),  
построенная Д. И. Менделеевым

Прямолинейное изменение производных  $ds/dp$  для растворов серной кислоты. Особые точки отвечают следующим определенным соединениям серной кислоты с водой:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 150\text{H}_2\text{O}$

связаны, — пишет он, — то при исследовании „особые точки“ могут совпасть, хотя для одного свойства окажется минимум там, где для другого — максимум» [там же]. Было также найдено, что чем ярче выражено химическое соединение, тем резче выражен разрыв сплошности<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Учение Менделеева о разрывах сплошности в однородной среде нашло впоследствии подтверждение в многочисленных работах Н. С. Курнакова и его учеников на примерах как жидких систем, так и металлических сплавов. «Изученные нами рациональные максимумы диаграмм внутреннего трения, — писали Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный в 1912 г., — представляют первый реальный пример осуществления на жидких системах тех „особых точек“ разрыва в сплошности линий свойств, которые 25 лет тому назад Д. И. Менделеев [3, с. XIII—XIV] положил в основу своих воззрений на природу растворов» [6, с. 381]. В конце 1920-х годов Курнаков принял участие в подготовке к печати 9-го издания «Основ химии» и написал для него статью «Растворы и сплавы», в которой изложил сущность физико-химического анализа. В 1934 г. на Юбилейном Менделеевском съезде Курнаков сделал доклад «Особые точки учения о растворах Д. И. Менделеева и топология химической диаграммы», в котором дал глубокий исторический анализ исследований Д. И. Менделеева по растворам, тех

Учение Д. И. Менделеева об «особых точках» как характеристике определенных химических соединений, подчиняющихся закону кратных отношений, явилось важнейшей предпосылкой для развития учения о химической диаграмме «состав—свойство».

По мнению Д. И. Менделеева, изучение растворов сделает значительный шаг вперед, когда будет четко установлено, что при изменении условий опыта (температуры, давления и т. д.) положения «особых точек» на диаграмме «состав—свойство» остаются неизменными, постоянными. Менделеев писал: «Всего же важнее для нашей основной цели тот вывод, что с переменою температуры не нарушается ни прямолинейность производных, ни положение точек встречи этих прямолинейных производных. А это утверждает наши выводы более, чем накопление многих примеров...» [3, с. 786].

Для последующего развития химической науки, и главным образом для построения общих теоретических положений физико-химического анализа, сыграли исключительную роль следующие теоретические выводы, вытекающие из химической (гидратной) теории Менделеева:

— Растворы представляют собой непрерывные фазы переменного состава, главная, основная категория химических соединений.

— Определенные соединения представляют частный случай этой основной категории.

Д. И. Менделеев в своих работах, посвященных растворам, отмечал, что «образование сплавов с их характерными свойствами, а иногда и совершенно ясно выраженными признаками определенных соединений во всех отношениях подобно образованию растворов, тем более, что большинство сплавов сперва и представляет жидкий металлический раствор» [3, с. 301]. Менделеев причислял сплавы металлов к неопределенным соединениям, но в то же время он считал, что в сплавах часто происходит образование определенных соединений.

В «Основах химии» Д. И. Менделеев отмечал, что изучение сплавов и образуемых в них соединениях «должно

---

исследований, которые явились важнейшей предпосылкой для создания физико-химического анализа.

«...учение об особых точках Д. И. Менделеева,— говорил Н. С. Курнаков,— постепенно развивается в мощную физико-химическую дисциплину, которая имеет значение как для практических применений, так и для самых общих вопросов теории познания» [7, с. 177].

послужить к разрешению химических вопросов в самой общей их форме»<sup>3</sup>.

Много лет спустя, на склоне своих лет, Д. И. Менделеев написал: «Область неопределенных химических соединений, особенно растворов и сплавов, и тесная связь их с определенными соединениями глубоко занимала меня с самого начала моей научной деятельности (в 50-х и 60-х годах XIX ст.), когда на этот предмет мало устремлялось внимания и работ в химии; часть моих исследований была посвящена этим предметам (например, «Удельные объемы», 1856 г., «О соединении спирта с водой», 1865 г., «Исследование водных растворов», 1887 г., и др.); а потому предметы эти мне особенно любы» [9, с. 235].

С гениальной прозорливостью Д. И. Менделеев увидел в загадочной области неопределенных соединений ключ к решению общехимических задач.

Непосредственными преемниками и последователями Д. И. Менделеева в области изучения растворов, изучения определенных и неопределенных соединений были ученые-профессора Горного института, современники Н. С. Курнакова (В. Ф. Алексеев, И. Ф. Шредер, Д. П. Коновалов и др.).

В своем докладе «О значении работ И. Ф. Шредера в области физико-химического анализа», прочитанном 17 декабря 1928 г., Н. С. Курнаков говорил: «Три химика — В. Ф. Алексеев, Д. П. Коновалов и И. Ф. Шредер, — вышедшие из химической лаборатории Горного института, имели большое влияние на развитие отдела общей химии, называемого физико-химическим анализом.

Первым из них по времени (1875—1877) начал свои работы профессор В. Ф. Алексеев<sup>4</sup>. Ему принадлежат замечательные исследования над взаимной растворимостью жидкостей и критической температурой смешения растворов. Алексеев предложил „оптический“ метод определения растворимости, основанный на измерении температуры появле-

---

<sup>3</sup> Академик А. А. Байков, крупнейший советский специалист в области металлографии, вспоминая свой разговор с Д. И. Менделеевым, писал: «Зная, что я много занимался изучением сплавов, Менделеев предложил мне составить заметки для помещения в „Основах химии“. Наша беседа была посвящена главным образом сплавам. „В изучении сплавов я нахожу много прекрасных сторон“, — сказал мне в самом начале Менделеев» [8, с. 504].

<sup>4</sup> Владимир Федорович Алексеев (1852—1919), физико-химик. Окончил Горный институт (1873), в котором начиная с 1879 г. многие годы был профессором химии.



ния или исчезновения мути в жидкой двойной системе. Этот метод получил теперь общее распространение» [10, с. 195].

Н. С. Курнаков писал о В. Ф. Алексееве, как о «выдающемся исследователе, значение работ которого для познания основных свойств равновесных систем будет непрерывно возрастать по мере развития науки» [11, с. 4].

«Несомненно также,— писал Н. С. Курнаков,— что все химики, вышедшие из лаборатории Горного института в Петрограде, получили интерес к изучению обширной области растворов и сплавов благодаря влиянию В. Ф. в этом направлении. Так, например, продолжением его трудов нужно считать замечательные исследования И. Ф. Шредера над растворимостью твердых тел. Метод определения растворимости И. Ф. Шредера представляет дальнейшую разработку в применении к твердым веществам оптического способа, предложенного В. Ф. Алексеевым для наблюдений над растворимостью жидкостей» [11, с. 3].

4 декабря 1886 г. на заседании Русского физико-химического общества И. Ф. Шредер<sup>5</sup> сделал первый доклад о применимости закона Рауля к растворимости нафталина и других веществ в бензоле, эфире, спирте и других растворителях. Впоследствии обобщенные данные этого исследования были представлены в Горный институт в качестве адъюнктской диссертации «О зависимости между температурой плавления твердых тел и их растворимостью в жидкостях» (1890). В этой работе Шредер высказал ряд мыслей, замечательных по своей глубине и пониманию сути дела, которые не потеряли своего значения и до сих пор.

И. Ф. Шредер пользовался графическими построениями для выражения растворимости твердых тел (солей) в различных растворителях в зависимости от температуры. Он писал: «Обыкновенно же появление нового гидрата вызывает резкий перегиб кривой в сторону уменьшения растворимости и вступление нового соотношения между растворимостью и температурой» [12, с. 291].

Большую роль в изучении физико-химических свойств смесей разных жидкостей и давления их паров сыграли классические работы (1883—1884) выдающегося русского ученого Дмитрия Петровича Коновалова (1856—1929), посвященные изучению соотношения состава и давления па-

---

<sup>5</sup> Иван Федорович Шредер (1858—1918), физико-химик. Окончил Горный институт (1884), в котором многие годы был профессором химии.

ров жидких смесей. Эти исследования легли в основу обширной области тензиметрического анализа.

Д. П. Коновалов, активный сторонник химической теории Менделеева, отмечал, что «без идеи химизма оказалось невозможным разбираться во всей совокупности свойств растворов... К законченной теории растворов мы придем только тогда, когда в ней будет отведено должное место выдвинутой Менделеевым идее о действии химических сил в растворах» [13, с. XXXVII].

Заканчивая свою знаменитую магистерскую диссертацию «Об упругости пара растворов» (1884), Д. П. Коновалов писал: «Изучение растворов должно привести к разъяснению условий образования определенных химических соединений, к определению тех начал, которыми обуславливается существование лишь ограниченного числа устойчивых форм определенных химических соединений» [14, с. 64].

30 августа 1898 г. на пленарном заседании X Съезда русских естествоиспытателей и врачей в Киеве Д. П. Коновалов сделал доклад «О химическом средстве», который получил широкую известность среди химиков. Он говорил: «Первые же шаги новой химии установили резкую грань между химией и физикой. В то время как в физике мы имеем дело с непрерывно протекающими явлениями, с непрерывно изменяющимися сплошными величинами, химия все свое внимание с самого начала сосредоточивает на величинах раздельных. Отсутствие непрерывности становится и признаком химических явлений, и основанием теоретических соображений в вопросах средства. В начале нынешнего столетия знаменитый Бертолле пытается уничтожить этот разлад и между столь близкими областями знания, подчинить химическое средство началам общим как для физических, так и для химических явлений — началам непрерывности. Основная его идея о непрерывной зависимости между химическим действием и массой встречает, однако, затруднение в определенных пропорциях; Бертолле пытается устранить затруднение опровержением самого факта. Здесь он, как известно, терпит неудачу, и эта частная неудача обрекает на долгое забвение его столь общую мысль. Лишь в недавнее время идея Бертолле вновь приобретает значение» [15, с. 228].

Далее Д. П. Коновалов высказал мысль, которая нашла развитие в трудах Н. С. Курнакова. «Неизменность состава тех фаз, которые мы называем химическими соединениями, — указывал Коновалов, — принимается как факт, и в то же время устанавливаются условия, при которых и фазы

непрерывно меняющегося состава должны представлять неизменный состав. Возникает вопрос, не можем ли мы надеяться, что со временем удастся и постоянство состава химических соединений свести к определенным условиям действия общей причины, проявляющейся и в образовании фаз непрерывно изменяющегося состава» [15, с. 230].

Много лет спустя Н. С. Курнаков в своей книге «Введение в физико-химический анализ» процитирует слова Д. П. Коновалова: «Акт химического превращения вызывается взаимодействиями; подчиненными закону непрерывности»<sup>6</sup>, и скажет, что «теперь, почти четверть века спустя, эти слова исследователя, которому физико-химический анализ обязан классическими работами по упругости пара растворов, получили полное подтверждение в свойствах равновесных систем» [16, с. 43—44].

Одна из основных задач заключалась в том, чтобы решить проблему определенных и неопределенных соединений, т. е. ту проблему, которую пытались решить К. Л. Бертолле и Ж. Л. Пруст в своем знаменитом споре. Напомним, о чем шла речь в этом споре в те далекие годы.

После создания кислородной теории Лавуазье и учения о химических элементах главная задача химических исследований состояла в решении следующих вопросов. Имеют ли химические соединения постоянный состав? Могут ли химические элементы соединяться между собой в любых количествах или же они обладают ограниченной способностью к образованию химических соединений? Иными словами, должно ли при образовании химических соединений соблюдаться строго определенное постоянство процентного весового состава соединений (какими бы способами их ни получали) или же химические элементы могут образовывать соединения, состав которых может изменяться непрерывно?

Результаты исследований выдающихся химиков-аналитиков XVIII в.—М. Клапрота, Л. Н. Воклена, К. Шееле, Т. Бергмана и др.—экспериментально утверждали мысль о том, что химическое соединение обладает постоянным составом, т. е. характеризуется постоянством весового отношения частей, его составляющих.

Ярким представителем классического аналитического направления развития химии был Ж. Л. Пруст<sup>7</sup>. В 1801 г.

<sup>6</sup> Это утверждение по силе предвидения трудно переоценить. В нем содержится сущность теории активированного комплекса, выдвинутой в 1936 г.—Ю. С.

<sup>7</sup> Жозеф Луи Пруст (1754—1826), французский химик. В 1788—1799 гг.—профессор химии Артиллерийской школы в Сеговии

в своей статье «Некоторые металлические соединения серы» он сообщил результаты анализа соединений некоторых сульфидных руд. Пруст установил, что железо с серой образует два соединения, различающихся своим весовым составом: каждое из них, независимо от способа приготовления, имеет свой определенный постоянный весовой состав. И в 1806 г. ученый уверенно заявил:

«Соединение есть привилегированный продукт, которому природа дала постоянный состав. Природа, даже чрез посредство людей, никогда не производит соединения иначе, как с весами в руках,— по весу и мере. От одного полюса к другому соединения имеют тождественный состав. Их внешний вид может различаться в зависимости от способа их сложения, но их свойства никогда не бывают различными. Никакой разницы мы не видим между окисью железа южного полушария и северного; японская киноварь имеет тот же состав, как испанская киноварь; хлористое серебро совершенно тождественно, происходит ли оно из Перу или из Сибири; во всем свете имеется только один хлористый натрий, одна селитра, одна сернокальциевая соль, одна сернобариевая соль. Анализ подтверждает эти факты на каждом шагу» (цит. по [17, с. 61]).

Совершенно иного мнения в данном случае придерживался К. Л. Бертолле<sup>8</sup>. Впервые свою точку зрения он изложил в 1799 г. в докладе «Исследования законов сродства» в Египетском институте (Каир). Бертолле выступил как сторонник нового физико-химического направления: доминирующей идеей была мысль о причинах взаимодействия веществ, о силах, порождающих химические явления. Ученый высказал принципиально новый взгляд на химическую реакцию как подвижное равновесие, возникающее в результате двух реакций, идущих одновременно, но в противоположных направлениях.

По К. Бертолле, субмикроскопические частицы (атомы, корпускулы) различных веществ под влиянием химических

---

(город и провинция в Испании), с 1799 по 1806 г. работал в Мадриде, где организовал хорошо оборудованную химическую лабораторию. В 1806 г. вернулся во Францию.

<sup>8</sup> Клод Луи Бертолле (1742—1822), французский химик, член Парижской Академии наук. С 1794 г.— профессор химии в Нормальной и Политехнической школах в Париже, одним из организаторов которых он был. В 1798—1799 гг. принимал участие в Египетском походе Наполеона Бонапарта, во время которого изучал образование соды в натронных озерах. После возвращения во Францию поселился в парижском предместье Аркёиль. Здесь ученый проводил свои физико-химические исследования.

сил сродства, близких по своей природе к силам всемирного тяготения, соединяются друг с другом, образуя непрерывный ряд химических соединений. Свои выводы он опубликовал в 1803 г. в двухтомной книге «Опыт химической статики».

Основная идея книги заключается в следующем: в мире химических явлений действует одна и та же сила химического сродства; эта сила (только разной интенсивности) приводит к образованию либо химических соединений переменного состава, либо химических соединений определенного состава.

«Соединения, образующиеся с малым сжатием (condensation), могут происходить во всех пропорциях и ограничиваются только пределами насыщения (saturation). Так, сплавы стекла, минеральные соединения, образуются в разнообразных пропорциях, в которых редко наблюдаются разрывы...» (цит. по [18, с. 414]).

Постоянство состава некоторых окислов представлялось ученому только маленьким островком в море неопределенных соединений.

Выход в свет книги К. Бертолле мог бы стать поворотным моментом в развитии химии, началом нового периода, в основе которого лежало бы изучение химического равновесия, принципа действия масс при химических реакциях. Но автор «Опыта химической статики» намного опередил свое время.

Представления К. Бертолле не могли стать рабочей программой химиков того времени, ибо, прежде чем изучать химический процесс, природу сил и условия, обуславливающие его, зависимость свойств соединений от их структуры, необходимо было прежде всего знать состав соединений, принимающих участие в этом процессе. Необходимо было выработать научные критерии для разграничения соединения от смеси, выяснить вопрос, можно ли считать постоянство состава характерным признаком химических соединений.

Для изучения соединений переменного состава (жидких и твердых растворов, стекол, шлаков) в то время еще не была подготовлена научная почва. Фазы переменного состава «оставались в течение долгого времени совершенно недоступными для обычных приемов химического наблюдения» [там же].

Новые данные, полученные при изучении металлических сплавов и органических систем методами физико-химического анализа, позволили Н. С. Курнакову, через сто лет после окончания спора между Бертолле и Прустом, вновь вернуть-

ся к этой проблеме и решить ее на уровне науки начала XX столетия.

В Архиве Академии наук СССР хранится начало первой лекции по физической химии, которую прочитал Н. С. Курнаков в 1899 г. в Электротехническом институте. Любопытно, что эта лекция была посвящена спору между Прустом и Бертолле. На полях рукописи Николай Семенович записал: «В развитии каждой науки встречаются такие периоды, когда исследователю, работающему на границах познания, приходится все чаще и чаще справляться с историей».

«Теперь, спустя 100 лет после начала работ Пру,— говорит Н. С. Курнаков,— мы должны сознаться, что решение спора исключительно в пользу Пру было односторонне. Каждый из противников был прав в известных пределах. Несомненно, что выделение в особую группу растворов, сплавов, стекла и других, так называемых неопределенных, соединений представляется совершенно произвольным и может быть допущено только в раннем...» (далее рукопись обрывается) [19].

### Учение Курнакова о бертоллидах и дальтонидах

В работах Н. С. Курнакова мы находим первое безупречное обоснование факта существования неопределенных соединений как фаз переменного состава.

Как уже говорилось в главе четвертой, первые исследования, посвященные изучению сплавов таллия со свинцом (1900—1901), привели Н. С. Курнакова и Н. А. Пушина к заключению, что некоторые неустойчивые определенные соединения в сплавах могут не отвечать простому кратному отношению между компонентами. Эти данные заставили Курнакова глубоко задуматься над тем, что представляют собой вещества, занимающие положение между истинными химическими соединениями и растворами. Особое внимание Курнакова привлекли в то время фазы переменного состава.

#### «Бертоллиды»

В 1905 г. Н. С. Курнаков совместно со своим учеником Г. Ю. Жуковским публикует статью «Меркуриды цезия и рубидия», посвященную изучению сплавов ртути с цезием и рубидием. В 1906 г. увидела свет статья Н. С. Курнакова и С. Ф. Жемчужного «Неопределенные соединения таллия с висмутом». В обеих статьях их авторы достаточно уверенно

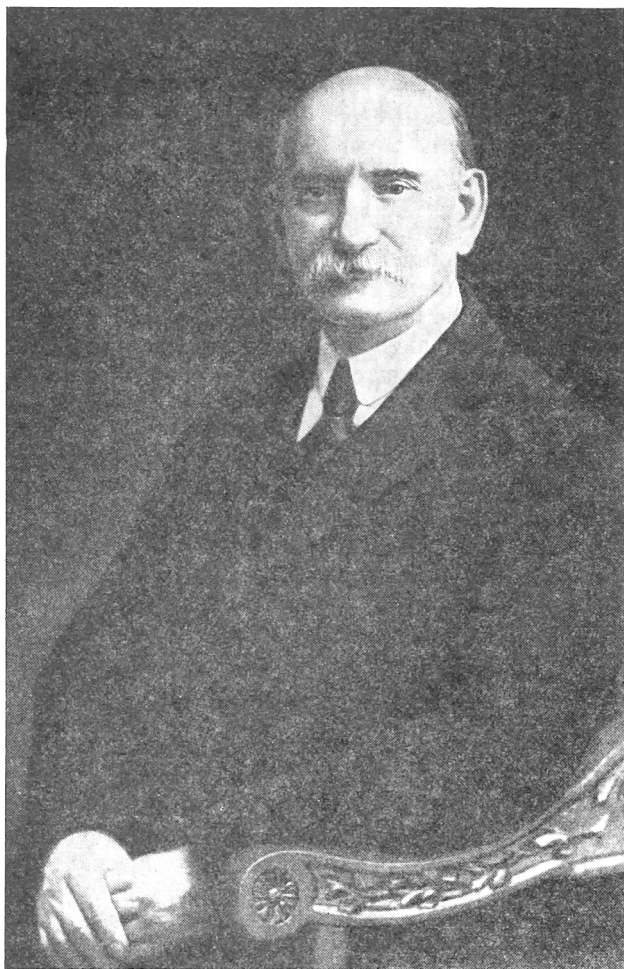
высказались в пользу существования в этих сплавах соединений как постоянного, так и переменного состава.

В первой статье (1905) Н. С. Курнаков и Г. Ю. Жуковский писали: «...взаимные соединения металлов представляю такую область, в которой приходится встречаться с сильно развитой способностью к образованию твердых растворов <...> Число аналогичных примеров в настоящее время непрерывно увеличивается, так что, несомненно, мы имеем здесь перед собой весьма общее явление.

Указанные отношения не только затрудняют нахождение формулы для исследуемых веществ, но и приводят к заключению, что характеристика определенного химического соединения не находится в обязательной связи с постоянством концентрации твердой фазы в равновесной системе» [20, с. 99—199].

То, что в этом исследовании довольно бегло отмечено (о реальном существовании в сплавах фаз переменного состава), совершенно отчетливо сформулировано Н. С. Курнаковым и Н. А. Пушиным в статье 1906 г. «О сплавах свинца с таллием и индием». В этой работе, сыгравшей большую роль в развитии учения о соединениях постоянно и переменного состава, ученые отмечают, что таллий с щелочными металлами (Na, K) дает очень устойчивые определенные соединения, таллиды (K<sub>2</sub>Tl, Na<sub>2</sub>Tl). А, например, «с тяжелыми металлами (Hg, Cd, Sn, Pb, Bi) таллий образует сильно развитую способность давать твердые растворы... Особенный интерес,— писали они,— возбуждают сплавы таллия со свинцом; в них приходится встречаться впервые с такими отношениями, которые до сих пор еще не наблюдались при взаимодействии других металлов» [21, с. 354].

Изучение сплавов при помощи термического анализа и микроскопического метода позволило Н. С. Курнакову и Н. А. Пушину заключить, что в сплавах таллий — свинец выделяется твердая фаза переменного состава, которую они обозначили через  $\beta$ . Несомненно, что химическая природа  $\beta$ -фазы заслуживала более внимательного рассмотрения. Совокупность фактических данных и аналогий указывала, что в  $\beta$ -фазе проявление химического взаимодействия между компонентами происходит без нарушения однородности твердой среды. «... в настоящее время,— писали они,— нам уже известно большое количество несомненно определенных соединений, способных давать твердые растворы с избытком своих компонентов, вследствие чего концентрация твердой фазы подвергается значительным изменениям. Среди взаим-



**Академик  
Николай Семенович Курнаков**

ных соединений металлов, или „металлидов“, такие случаи особенно часты... Оставаясь на чисто экспериментальной почве, мы должны с тем же правом считать это вещество ( $\beta$ -фазу.— Ю. С.) стойким химическим соединением переменного состава, плавящимся без изменения в дистектической точке, но не подчиняющимся закону простых кратных пропорций, т. е. признать его химическим индивидуумом



переменного состава. Оно является типическим представителем обширного класса неопределенных соединений... Очевидно, что знаменитый в истории химии спор Бертолле и Пру должен быть в настоящее время снова продолжен<sup>9</sup>. Спустя сто лет после его окончания в научном запасе накопилось большое количество фактических данных, а главное — мы обладаем теперь новыми и более совершенными методами экспериментального исследования. Состояние наших сведений уже позволяет нам думать, что победа Пру над его гениальным противником была лишь временной» [21, с. 366—367].

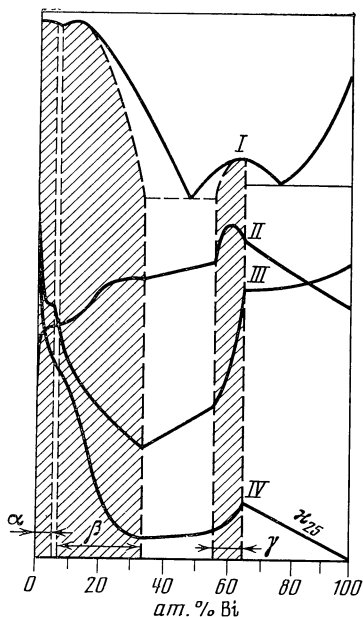
Сформулировав основные положения относительно существования в сплавах фаз переменного состава и отметив значение этих соединений для теории и практики, Н. С. Курнаков осуществляет со своими учениками цикл работ по изучению «определенных соединений с переменным составом твердой фазы». Чтобы получить новые данные для характеристики физико-химических свойств соединений переменного состава — этой интересной и важной группы соединений, в химических лабораториях Горного и Политехнического институтов в 1906—1912 гг. были предприняты исследования электропроводности и твердости различных металлических сплавов.

В 1911 г. в «Журнале Русского физико-химического общества» была опубликована статья Н. С. Курнакова совместно с В. И. Смирновым «Определенные соединения с переменным составом твердой фазы. Электропроводность и твердость системы магний — серебро», в которой авторы писали: «Среди многочисленных веществ, открытых главным образом благодаря применению термического и микрографического методов, особенный интерес возбуждают определенные химические соединения, состав твердой фазы которых подвергается колебанию в более или менее широких пределах. Изменяемость концентрации фазы сближает такие тела прежде всего с изоморфными смесями или твердыми растворами...» [22, с. 119].

Через год, в 1912 г., Н. С. Курнаков, совместно с С. Ф. Жемчужным и В. П. Тарариным, опубликовал статью, посвященную изучению системы таллий — висмут методами

---

<sup>9</sup> Любопытно, что в 1903 г. в статье «Химия», опубликованной в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Ефрона, А. И. Горбов, изложив основную суть спора между К. Л. Бертолле и Ж. Прустом, высказал мнение, что «в настоящее время несомненно, что вопрос должен быть пересмотрен вновь» (СПб., 1903, т. 37 (№ 73), с. 253). — Ю. С.



Фиг. 3. Сплавы Tl—Bi

I — плавкость; II — давление истечения; III — температурный коэффициент электросопротивления; IV — электропроводность при 25°

мысль, что фаза сплавов таллий—висмут «среди известных... категорий растворов должна занять особое положение» [23, с. 413]. Кривые плавкости и фотোগраммы микроструктуры убедительно показывали, что « $\gamma$ -фаза обладает индивидуальными свойствами, которые в других системах определяют типические химические соединения. Различие заключается в отсутствии сингулярной... точки на диаграммах свойств (фиг. 3.— Ю. С.) <...>

Исследуемое  $\gamma$ -вещество является одним из представителей „соединений переменного состава“, существование которых защищал Бертолле в своем знаменитом споре с Пру в начале прошлого столетия <...>

Было бы ошибочно считать соединения переменного состава, аналогичные  $\gamma$ -фазе таллиево-висмутовых сплавов, чем-то редким и исключительным. Среди металлических систем подобные соединения бертоллетовского типа являются весьма распространенными, особенно при более высоких

физико-химического анализа. Здесь рассмотрены общие вопросы, связанные с выяснением природы неопределенных соединений. «Из трех бинарных тел, выделяющихся при затвердевании сплавов таллия с висмутом, большой интерес для современной теоретической химии возбуждает  $\gamma$ -фаза. Перед нами возникает вопрос: к какому классу тел относится это замечательное вещество? Будет ли это соединение или же раствор?» [23, с. 412]. Авторам удалось установить, что «фаза переменного состава, содержащая определенное соединение, должна обладать сингулярной... точкой, которая отвечает разрыву сплошности на непрерывных линиях различных свойств» [там же]. Отсутствие такой точки на диаграммах «состав—свойство» системы таллий—висмут навело на

температурах; к этой категории должно быть отнесено большинство самостоятельных твердых фаз, которые в двойных системах принято обозначать буквами греческого алфавита, когда не имеется возможности отнести их состав к определенным соединениям. Например, сюда относится целый ряд веществ  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  и т. д. в сплавах меди и серебра с оловом, цинком, кадмием и другими металлами» [23, с. 414—415].

В том же 1912 г. в «Журнале Русского физико-химического общества», в статье с А. И. Глазуновым «Сплавы кадмия с серебром и медью», Н. С. Курнаков писал: «... вещества  $\gamma$  и  $\beta$  являются характерными представителями самостоятельных твердых фаз переменного состава, которые проявляют резкие изменения физико-химических свойств, но не могут быть отнесены к определенным химическим соединениям. Такие соединения, предвиденные Бертолле, авторы предлагают назвать *бертоллидами*» [24, с. 137].

В сравнительно короткий срок было найдено огромное число твердых соединений переменного состава. К таким соединениям, открытым Н. С. Курнаковым с сотрудниками при систематическом применении методов физико-химического анализа, относятся, например:  $\gamma$ -фаза в системе таллий—висмут; твердая фаза (лебоит)<sup>10</sup> в системе железо—кремний;  $\delta$ -фаза сплава алюминия с железом — кристаллическое хрупкое вещество, влияющее на прочность алюминиевых сплавов;  $\beta$ -фаза медно-сурьмяных сплавов и т. д.

По мере расширения приложений физико-химического анализа число соединений переменного состава непрерывно увеличивается [26].

«... класс соединений бертоллидного типа,— говорил Н. С. Курнаков в 1914 г.,— уже теперь является очень обширным и имеет полное право на наше внимание... Особенный интерес представляет изучение их взаимных превращений и генетической связи с веществами дальтоновского типа... существование индивидов переменного состава расширяет горизонт представлений о химическом соединении».

Перед нашими взорами открывается новая, неизведанная область, девственные богатства которой манят к себе исследователя и обещают ему богатую добычу» [27, с. 23].

Бертоллиды действительно открывали новую, неизведанную область. Если дальтониды, о которых речь пойдет

<sup>10</sup> «В честь известного исследователя сплавов железа с кремнием профессора П. Лебо в Париже мы предлагаем назвать фазу переменного состава  $\text{FeSi}^{n-n_1}$  ( $n=2,42$ ,  $n_1=3,08$ ) *лебоитом* (Lebeauit)» [25, с. 562].

ниже, хорошо вписывались в рамки традиционного учения об определенных соединениях, основанного на атомно-молекулярном учении и классической теории валентности, то бертоллиды как фазы переменного состава вызывали много недоумений. По сути дела, речь шла о совершенно новом типе веществ, обладающих всеми признаками химических соединений, но могущих изменять свой состав в широких пределах без нарушения однородности, т. е. не отвечающих никакому рациональному атомному отношению компонентов.

Н. С. Курнаков предлагал рассматривать фазы переменного состава типа бертоллидов в качестве соединений переменного состава (по Бертолле), к которым относятся, например, фазы переменного состава, образованные соединениями, диссоциированными как в жидком, так и в твердом состоянии; твердые растворы определенных соединений, неустойчивых в свободном состоянии; твердые растворы полиморфных модификаций компонентов, также неустойчивых в свободном состоянии.

#### «Дальтониды»

В 1911—1913 гг. Н. С. Курнаков, совместно со своими учениками, опубликовал серию работ, в которых была решена проблема определенных соединений — *дальтоновидов*.

В классической работе «Внутреннее трение двойных систем. Характеристика определенного соединения» (1912), выполненной Н. С. Курнаковым совместно с С. Ф. Жемчужным, был установлен новый тип диаграмм внутреннего трения двойных жидких систем, характеризующихся присутствием определенного химического соединения. В третьей главе этой работы «Сингулярные точки химических диаграмм. Характеристика определенного соединения» [6, с. 380—384] сформулированы главные положения, которые впоследствии легли в основу учения о соединениях постоянного и переменного состава и химическом индивиде. На основании огромного экспериментального материала авторы пришли к следующим основным выводам:

«Во всех исследованных до сих пор случаях состав, принадлежащий этим точкам, остается постоянным при изменении факторов равновесия и подчиняется закону постоянных и кратных пропорций Дальтона. Поэтому узловые сингулярные точки по всей справедливости могут быть названы также „дальтоновскими“ точками в химических диаграммах свойств.

Обратно... присутствие узловых, или дальтоновских, точек на линиях свойств должно служить необходимым признаком для открытия определенных соединений в однородных системах <...>

Определенное химическое соединение представляет фазу, обладающую сингулярными, или дальтоновскими, точками на линиях ее свойств. Состав, отвечающий этим точкам, остается постоянным при изменении факторов равновесия системы» [6, с. 383].

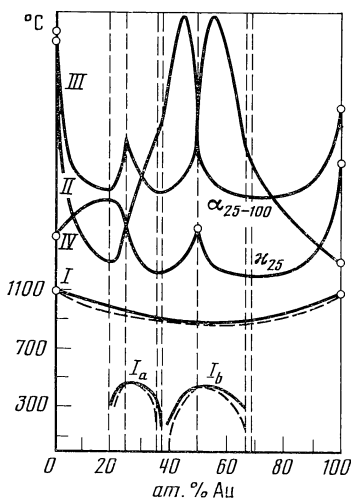
На основе многочисленных экспериментальных данных было показано, что на диаграммах «состав—свойство» в том случае, когда в системах образуются определенные соединения, появляются особые точки, названные Н. С. Курнаковым *сингулярными*<sup>11</sup>.

Учение о сингулярных точках, подтвержденное громадным экспериментальным материалом, полученным Н. С. Курнаковым и его сотрудниками, дало впервые в истории науки точную геометрическую характеристику определенного соединения. Оно позволило установить неизвестное ранее образование определенных соединений в результате превращений, которые происходят в некоторых твердых растворах при их охлаждении. Это ярко было продемонстрировано при подробном исследовании системы золото—медь методами физико-химического анализа [28]. Было установлено, что непрерывные твердые растворы золота и меди претерпевают в области низких температур превращения, сопровождающиеся термическими эффектами, наиболее резко выраженными при 25 и 50 ат. % золота. Твердость, электропроводность и температурный коэффициент электросопротивления закаленных сплавов изменяются с изменением состава по непрерывным кривым, что служит доказательством существования при высоких температурах непрерывного ряда твердых растворов обоих компонентов. Однако после отжига на кривых свойств появляются сингулярные точки, отвечающие хрупким определенным соединениям  $\text{Cu}_3\text{Au}$  и  $\text{CuAu}$ , образующим твердые растворы со своими компонентами (фиг. 4).

---

<sup>11</sup> Сингулярная точка — это точка на физико-химической диаграмме, соответствующая отношению количеств компонентов в образующемся в системе недиссоциированном химическом соединении.

В Приложении I мы впервые приводим интересное письмо Н. С. Курнакова к профессору физики Б. П. Вейнбергу от 27 марта 1913 г., в котором Николай Семенович обсуждал ряд положений учения о сингулярной точке.



Фиг. 4. Сплавы Au—Cu

I — плавкость;  $I_a$ — $I_b$  — термические превращения в твердом состоянии;  
 II — электропроводность при 25°;  
 III — температурный коэффициент электросопротивления; IV — твердость

ский индивид» Николай Семенович начал такими словами:

«В развитии наук существуют периоды, когда накопление новых данных заставляет внимательно вглядываться в историю прошлого. При неудержимом движении вперед назревает потребность в критическом рассмотрении главных понятий, составляющих фундамент научного здания... неожиданные открытия новых областей настоятельно требуют пересмотра наших воззрений на логическую структуру таких понятий, как элемент, соединение, раствор, индивид, которые, казалось бы, установлены с незыблемой прочностью великими основателями нашей науки» [27, с. 13].

Далее в докладе Н. С. Курнаков изложил основную суть оживленного спора между Ж. Л. Прустом и К. Л. Бертолле по поводу состава химических соединений. «Названный спор, длившийся в течение нескольких лет (1801—1808), был, видимо, закончен в пользу воззрения Пру, т. е. постоянства состава соединений.

... усилия химиков XIX столетия направились главным

Состав соединений, отвечающий сингулярным точкам, подчиняется закону кратных пропорций и остается постоянным при изменении как температуры, так и других факторов химического равновесия.

Учение Н. С. Курнакова о сингулярной точке имело чрезвычайно важное значение для науки, ибо решался вопрос о химическом индивиду, волновавший ученых со времен Бертолле.

Впервые перед широкой аудиторией с теоретическим обобщением экспериментальных данных Н. С. Курнаков выступил 2 января 1914 г. на пленарном заседании Первого Всероссийского съезда преподавателей физики, химии и космографии. Свой доклад «Соединение и химический индивид» Николай Семенович начал такими словами:

образом на открытие и исследование подобных веществ» [27, с. 14—15].

Работа в этом направлении привела «исследователей к убеждению, что постоянство состава является главным индивидуальным свойством, определяющим истинные объекты химического изучения» [27, с. 15].

Но было ли это убеждение справедливым? Правильно ли было ограничивать область химического исследования только соединениями постоянного состава? «На этот вопрос,—говорил Н. С. Курнаков,—мы должны, конечно, ответить отрицательно» [27, с. 17].

Сочетание многих причин обусловило в конце XIX в. «особую важность» систематических наблюдений над свойствами фаз переменного состава. Фазы переменного состава оказались подвластны физико-химическому анализу, методы которого представили возможность получить новые данные для характеристики состава и условий образования отдельных фаз, не прибегая к их выделению.

«Количественные измерения химической диаграммы состав—свойство,—говорил Н. С. Курнаков,—открывают существование особых видов фаз, дающих исследователю важные критерии для суждения о природе соединения и химического индивида» [там же].

Рассматривая диаграммы «состав—свойство», имеющие сингулярные точки, Н. С. Курнаков пришел на основе экспериментальных исследований к следующим общим выводам: «Сингулярные точки служат необходимым признаком для открытия определенных соединений в однородной твердой или жидкой среде. Их по всей справедливости можно назвать также *дальтоновскими точками*, так как ими определяется закон кратных отношений Дальтона. В этом заключается значение диаграммы свойств равновесных систем для одного из важнейших вопросов современной химии <...>

Таким образом, мы подходим к выводу, что *не состав фазы характеризует определенное соединение, так как он является вообще переменным, а состав сингулярной, или дальтоновской, точки на диаграммах свойств фазы*» [27, с. 21].

В этих словах впервые в истории химии дана точная характеристика определенных химических соединений, которые в честь Дальтона Н. С. Курнаков назвал *дальтонами*.

В своем докладе «Сингулярные точки химических диаграмм», прочитанном Отделению химии Русского физико-химического общества 21 апреля 1921 г. и III Менделеев-

скому съезду по химии в Ленинграде в соединенном собрании 27 мая 1922 г., Н. С. Курнаков обобщил и далее теоретически развил те положения относительно сингулярных точек, которые им были высказаны во многих предыдущих экспериментальных работах. В этом докладе Курнаков, отмечая огромное значение графического метода при исследовании физико-химических проблем, говорил, что *«путь к точному, геометрическому представлению о природе разрывов сплошности, характеризующих закон кратных отношений, лежит через сингулярные точки непрерывных кривых и поверхностей химических диаграмм»* [29, с. 46].

К концу второго десятилетия XX в. Н. С. Курнаков уже располагал богатым экспериментальным материалом, по его словам, «глубоко затрагивающим такие основные вопросы общей химии, как характеристика химического индивида и законы постоянства состава и кратных отношений» [27, с. 23].

Если в химии начала XX в. широко утвердилось мнение, что химические соединения могут иметь не только постоянный, но и переменный состав, то основная заслуга в этом принадлежит Н. С. Курнакову.

### Химический индивид

Учение Курнакова о соединениях постоянного и переменного состава имело прямое отношение к решению важнейшего вопроса о природе химического индивида<sup>12</sup>. «Определение понятия о химическом индивидууме,— писал Н. С. Курнаков в 1908 г.,— составляет один из самых важных вопросов современной теоретической химии» [22, с. 119].

В свое время К. Л. Бертолле, не желая признавать свое поражение в споре с Ж. Л. Прустом, добивался, чтобы были даны четкие определения понятий «смесь» и «соединение» для их разграничения. Пруст не смог сделать этого. Однако он указывал Бертолле, каким образом в отдельных случаях можно различать смесь и соединение.

В 1890-х годах Ф. Вальд<sup>13</sup>, а затем В. Оствальд и другие ученые пытались дать определение химическому инди-

<sup>12</sup> Слово «индивид» происходит от латинского слова *individuum* — неделимое, единое. История учения о химическом индивиде изложена в книге З. И. Шептуновой «Химическое соединение и химический индивид» [30].

<sup>13</sup> Франтишек В а л ь д (1861—1930), чешский физико-химик и химик-металлург. Автор работ «К теории химического равновесия»



виду. Например, по Вальду, «химический индивид представляет фазу, сохраняющую примерно (*merklich*) постоянный состав при изменениях равновесия системы» (цит. по [27, с. 16]). «Это определение,— по словам Н. С. Курнакова,— открывает нам новый путь для познания природы химического соединения» [там же].

Учению о фазах Н. С. Курнаков придавал первостепенное значение. Специальный раздел курса общей химии, который он читал в Горном институте в 1897/98 учебном году, был посвящен фазовым равновесиям в растворах и сплавах, в частности выводу и применению правила фаз [32, с. 134].

Отмечая роль термодинамики в изучении диаграмм состояния, где физико-химический анализ „встретился“ с теорией фаз, Н. С. Курнаков подчеркивал, что «современный период в развитии физико-химического анализа начинается с 1873—1878 гг., когда были напечатаны в трудах Коннектикутской академии классические мемуары Гиббса относительно равновесий химических систем. Здесь были впервые установлены новые понятия о фазах и компонентах, которые оказали большое влияние на изучение химических равновесий. Эти понятия внесли простоту и единство в сложную область химических превращений и послужили основанием для рациональной классификации равновесных систем» [16, с. 24].

Учение о фазах стало составной частью физико-химического анализа: оно легло в основу представлений о химических соединениях.

«В реальной действительности,— указывал Н. С. Курнаков,— непосредственным начальным объектом химического или, правильнее, физико-химического изучения является *фаза*... Понятие фазы является более общим, чем современный химический индивид, соответствующий, как мы видели, только веществам постоянного состава или определенным соединениям; оно обнимает также и громадный класс однородных тел переменного состава или растворов» [27, с. 16].

Фаза, сохраняющая приблизительно постоянный состав при изменении равновесия системы, имеет свои индивидуальные свойства, наподобие тех, которыми обладают соеди-

---

(1887), «Что такое химический индивид» (1899) [31], «Критический очерк основных понятий химии» (1902), в которых Вальд пытался обосновать основные законы химии на термодинамической, а не на атомистической основе.



Джозайя Виллард  
Гиббс

нения. Такое обобщающее понятие о химическом индивидуе позвляло химикам включать в круг своих исследований огромное число определенных соединений и их полиморфных модификаций, а также большую категорию растворов. «Поэтому,— писал Н. С. Курнаков,— первой задачей химического исследования сложной системы и является установление генетической связи между существующими фазами и классификацией индивидов. Однако до сих пор индивидуальность совершенно условно принималась химиками только за классом фаз, заключающих или простые тела (эле-

менты), или определенные соединения, подчиняющиеся закону кратных отношений Дальтона» [там же].

Построение диаграммы «состав—свойство», нахождение сингулярных точек, глубокое, всестороннее изучение природы фаз постоянного и переменного состава позволили Н. С. Курнакову предложить следующее определение химического индивида: *«Химический индивид, принадлежащий определенному химическому соединению, представляет фазу, которая обладает сингулярными, или дальтоновскими, точками на линиях ее свойств. Состав, отвечающий этим точкам, остается постоянным при изменении факторов равновесия системы»* [27, с. 24].

Н. С. Курнаков показал, что учение о фазах не делает принципиального различия между соединениями постоянного и переменного состава.

«Начавши с металлургии и изучения металлических сплавов,— писал Н. С. Курнаков,— мы должны перенести идеи о фазах и соединениях переменного состава в минералогию, ботанику, физиологическую химию и почерпнуть новый богатый материал для дальнейших работ. Наиболее важные классы веществ, составляющие основу минеральной и органической химии, относятся именно к этому типу химических индивидов... Как видно, область исследования сильно расширяется, но мы стоим на правильном пути и,

пользуясь методами физико-химического анализа, можем смело идти вперед» [18].

В этих словах отчетливо намечался широкий план предстоящих исследований и указывалась ясная перспектива проблемы.

29 декабря 1922 г. на Годичном собрании Российской Академии наук Н. С. Курнаков выступил с широким докладом «Непрерывность химических превращений вещества». Большая представительная аудитория ученых услышала ряд общих положений, вытекающих из многочисленных экспериментальных работ Курнакова и его сотрудников. О каких положениях шла речь? Перенесемся в 1922 год и послушаем, о чем же говорил ученый. Свой доклад он начал словами: «Первые десятилетия XX века характеризуются глубокими изменениями во взглядах на основные понятия о строении вещества. Громадное количество фактического материала, накапливаемого новыми методами исследования физики и химии, заставляет критически относиться к представлениям, которые казались установленными совершенно неизбежно» [33, с. 25].

Далее Н. С. Курнаков обратился к истории химии и рассказал о воззрениях К. Л. Бертолле и его споре с Ж. Л. Прустом.

«Теперь,— говорил Н. С. Курнаков,— столетие спустя, мы занимаемся разрешением тех же вопросов, которые волновали современников Пру и Бертолле, но вооруженные усовершенствованными методами теоретического и экспериментального исследования. Новый отдел общей химии — физико-химический анализ — доставляет нам возможность систематически изучать те области, которые уже были указаны Бертолле, но оставались в течение долгого времени совершенно недоступными для обычных приемов химического наблюдения... Идея непрерывности Бертолле казалась несовместимой с представлениями Пру—Дальтона. Но эти опасения не отвечают действительному положению вещей. В настоящее время совокупность данных физико-химического анализа позволяет утверждать с полной уверенностью, что обе стороны правы в своих утверждениях, но что точка зрения Бертолле является более общей» [33, с. 28, 37].

В последующих работах Н. С. Курнакова и его сотрудников учение о бертоллидах и дальтонидах нашло дальнейшее развитие и обоснование. Применение рентгеноструктурного анализа и других физических методов исследования

позволило проникнуть в кристаллическое состояние металлических систем и выяснить взаимоотношения между дальтонидными и бертоллидными фазами [34, 35].

Учение Н. С. Курнакова о бертоллидах явилось началом коренного преобразования представлений о неорганических соединениях вообще. В 1940—1950-х годах было показано, что закономерности изменения состава фаз, при сохранении области их гомогенности, открытые Курнаковым, распространяются не только на металлические системы, но и на окислы, сульфиды и подобные им соединения типа  $M_nX_m$  [36]. По существу это было началом формирования особой области науки, а именно химии нестехиометрических соединений [37], или «соединений переменного состава», ставшей научной основой производства полупроводников и других веществ с заданными свойствами [38]. Дальнейшим развитием учения о бертоллидных системах явилось возникновение *химии твердого тела* [39, 40]. Здесь нет необходимости говорить об этом подробно. Тем более, что этот вопрос уже нашел свое освещение в историко-химических работах [41, 42].

Современная *физика твердого тела* также явилась подтверждением учения Н. С. Курнакова о бертоллидах, играющих важнейшую роль в современном производстве всевозможных материалов специального назначения.

### Учение о диаграмме «состав—свойство»

Среди многих ученых XIX в. бытовало мнение, что по мере движения науки вперед химия, физика и математика будут отдаляться друг от друга. Объективный процесс дифференциации наук укреплял это мнение. Но постепенно усиливался другой процесс — интеграция естественнонаучных знаний. Взаимосвязанность исследований стала отличительной чертой развития естествознания конца XIX — начала XX в. От чисто химического эксперимента через область теоретической химии мысль шла к физике, математике, геометрическим построениям. Эта тенденция особенно ярко проявилась при изучении *систем*, состоящих из нескольких компонентов. Первый тому пример — растворы и первое широкое применение диаграммы «состав—свойство». Геометрический метод изучения химических систем, примененный Д. И. Менделеевым для изучения *жидкого* состояния вещества, Н. С. Курнаков распространил на *твердое* состояние вещества и превратил *геометрический метод* в *общий метод химии*.

Применение наглядных геометрических изображений экспериментальных результатов имело очевидные преимущества, поскольку таким образом вместо длинных описаний получалась легкообозримая картина большого количества фактов.

Геометрический анализ диаграммы «состав—свойство» позволил установить число, химическую природу и границы существования фаз, образующихся при взаимодействии компонентов изучаемой системы, не прибегая ни к изоляции этих фаз, ни к их химическому анализу. Посредством весьма простых геометрических построений химик может наглядно представить все превращения, происшедшие в той или иной сложной системе. Тончайшие детали процесса химического взаимодействия между компонентами системы, будет ли это выделение твердого раствора или образование определенного соединения,—четко отразятся на ветвях химической замкнутой диаграммы.

В физико-химическом анализе, с его изучением диаграммы «состав—свойство», можно говорить о графическом методе как о принципиально новом пути исследования вещества и его превращений.

Впервые графическое изображение зависимости свойств системы от состава было использовано в самом конце XVIII в. сотрудником А. Лавуазье Ж. А. Ассенфранцем для выражения зависимости между удельным весом раствора и составом (ось ординат — состав, а ось абсцисс — удельный вес раствора). Лавуазье отметил наглядность графического метода и важность его для химического исследования.

В 1819 г. французский химик Ж. Гей-Люссак (1778—1850), изучая растворимость солей  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , предложил графически изобразить зависимость их растворимости в воде от температуры в виде диаграммы растворимости. Числовые данные, полученные при изучении растворимости этих солей при разной температуре, послужили Гей-Люссаку тем материалом, на основе которого была им построена диаграмма «состав—свойство».

В 1840—1850 и последующих годах геометрический метод изучения экспериментальных данных стал широко применяться в химии.

Мы уже знаем, что большая заслуга в планомерном применении диаграммы «состав—свойство» для изучения зависимости свойств растворов от их состава принадлежит Д. И. Менделееву.

Опираясь на опыт предшественников, Н. С. Курнаков обосновал и далее развил учение о химической диаграмме «состав—свойство».

Теоретическим фундаментом учения о диаграмме «состав—свойство» являются два принципа, которые Н. С. Курнаков называл «принципом непрерывности» (кривые диаграмм не имеют разрывов) и «принципом корреляции» («каждой фазе равновесной системы, т. е. физико-химическому индивиду, соответствует один определенный геометрический образ комплекса диаграммы свойств») [16, с. 44]. В современных руководствах по физико-химическому анализу [43, с. 445] последний принцип формулируется как «принцип соответствия» (соответствие определенного геометрического образа конкретному комплексу фаз равновесной системы). Разница в этих определениях заключается в том, что у Курнакова и его учеников под принципом корреляции понимается взаимосвязь между геометрическими образами диаграмм и фигуративными точками фаз (фигуративной называется точка, изображающая на диаграмме состояние системы), под принципом же соответствия в физико-химическом анализе понимается взаимосвязь тех же геометрических образов и фаз системы.

Надо отметить, что если справедливость принципа непрерывности становилась очевидной уже в силу логики развития физико-химических знаний на рубеже XIX—XX вв. и в работах Н. С. Курнакова она была лишь ярко показана на характерных примерах, то правомерность введения принципа корреляции (принципа соответствия) нуждалась уже в специальной аргументации.

Действительно, почему должна существовать связь между геометрическими образами диаграмм и физико-химическими превращениями? Согласно Н. С. Курнакову, теоретические основания для этого нужно искать в одном из «величайших созданий математики в XIX столетии» [16, с. 57] — теории групп, которая изучает общие свойства совокупности определенным образом связанных элементов. Такими элементами — операторами — могут быть и геометрические преобразования, и фазовые физико-химические превращения.

Важно подчеркнуть, что вопрос не столько связан с использованием в физико-химическом анализе теории групп, сколько с развитием теоретических идей физико-химического анализа на основе указанной аналогии. Так, исходя из представлений о дискретных подгруппах непрерывных групп, развитых норвежским математиком Софусом Ли,

Курнаков разделил все химические превращения на две категории — главную и подчиненную. К первой он отнес превращения «с непрерывным изменением состава фаз», ко второй — «превращения, дающие вещества, к числу которых принадлежат определенные соединения, которые характеризуются сингулярными точками закона кратных отношений» [16, с. 58—59].

«Соответствие между геометрическими и химическими инвариантами,— указывал Н. С. Курнаков,— лежит в основе химической диаграммы и определяет весь ее строй» [16, с. 35]. «Количественные измерения химической диаграммы состав—свойство открывают существование особых видов фаз, дающих исследователю важные критерии для суждения о природе соединения и химического индивида» [16, с. 12].

В ноябре 1932 г. на торжественной Юбилейной сессии Академии наук СССР, посвященной 15-летию Великой Октябрьской социалистической революции, Н. С. Курнаков сделал доклад «Развитие учения о равновесной химической диаграмме» [44], в котором отмечал, что развитие физико-химического анализа определялось, с одной стороны, громадным накоплением экспериментальных данных, полученных при изучении сплавов, солей, органических систем методами физико-химического анализа, с другой стороны, проникновением геометрических методов в химию.

25 мая 1933 г. на Первой конференции молодых химиков Ленинграда Н. С. Курнаков прочитал доклад «Химия и геометрия», текст которого нам удалось найти в Архиве АН СССР в Ленинграде<sup>14</sup>. Ученый нарисовал величественную картину сближения и объединения двух больших научных дисциплин — науки о пространстве и науки о веществе.

Общее значение химической диаграммы «состав—свойство» Н. С. Курнаков охарактеризовал так: «Без графических построений начертательной геометрии изучение химических равновесных систем, особенно при большом числе компонентов, становится невозможным» [16, с. 31].

Последующее развитие физико-химического анализа и приложение его методов в минералогии, петрографии и других областях [45—47] полностью подтвердило приведенные выше слова Николая Семеновича Курнакова.

<sup>14</sup> В этом докладе четко и ясно прозвучали идеи Н. С. Курнакова о необходимости содружества химии и геометрии, особенно ее раздела — топологии, занимающейся качественными свойствами геометрических фигур. Текст доклада приведен в Приложении II.

### Солевые богатства — на службу Родине

Интерес Н. С. Курнакова к соляному делу, проявившийся еще в 1882—1884 гг., когда он читал студентам Горного института курс лекций по соляному делу и одновременно готовил свою первую диссертацию, никогда не угасал. Но с особой силой этот интерес возродился в конце второго десятилетия XX в.

Н. С. Курнаков хорошо знал, сколько усилий потратил Я. Вант-Гофф на физико-химические исследования только одних стассфуртских солей. В России же предстояло изучить и освоить различные по своему составу и назначению и огромные по своим масштабам солевые месторождения. Ясно было, что для этого потребуется выполнить грандиозную научную и техническую программу, связанную с изучением солевых равновесий и условий выделения и практического использования в промышленности нужных солей.

В 1916 г. появилось два сообщения Н. С. Курнакова: одно на страницах «Известий Академии наук» под названием «О нахождении калиевого минерала — хлористого калия, или сильвина, — в России» [1], другое — «Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе» — в сборнике «Карабугаз и его промышленное значение» [2].

Эти сообщения и определили основные направления исследований Н. С. Курнакова и его сотрудников, посвященные изучению солевых месторождений нашей страны.

#### Открытие и освоение соликамских калийных месторождений

Дореволюционная Россия, в которой не были еще открыты калийные месторождения, вынуждена была закупать соли калия в Германии, на долю которой приходилось 99% мировой добычи калийных солей. Только, например, в 1912 г. Россия закупила калийных солей на сумму 1 млн. 164 тыс. рублей. По данным И. М. Губкина, в 1913 г. в Россию было ввезено из Германии 80 000 тонн этого сырья. Сразу же после начала первой мировой войны Германия прекратила поставку калийных солей в Россию. Ситуация сложилась угрожающая: сельское хозяйство осталось без минеральных удобрений как раз в то время, когда необходи-



мо было поднимать урожайность полей. Россия лишилась сырья, необходимого для производства бертолетовой соли, перхлоратов, калийной селитры и других продуктов, имеющих большое народнохозяйственное и оборонное значение. В связи с этим необходимо было срочно найти выход из создавшегося положения. Н. С. Курнаков это ясно понимал и направил все свои усилия на решение жизненно важной проблемы.

Пристальное внимание ученого было обращено на соликамские солевые месторождения. Почему именно Соликамск привлек его внимание? Причины заключались в следующем.

Во-первых, анализы образцов соликамской соли, доставленных в 1906 г. в Петербург, в Горный институт, убедили Н. С. Курнакова, что при ежегодном получении на пермских заводах 20 млн. пудов поваренной соли<sup>1</sup> из маточных рассолов можно получить от 2 до 4 млн. пудов хлористого калия.

Во-вторых, Н. С. Курнакову было известно, что на заседании Русского технического общества в 1911 г. геолог Н. И. Глушков выступил с докладом «О необходимости исследований пермских отложений каменной соли и проведения новых углублений существующих скважин с целью открытия калиевой соли». Глушков настоятельно говорил о необходимости выделения дополнительных средств на заложение новой, более глубокой, скважины. Общество не нашло возможным выделить эти средства, но почему — мы не знаем. Глушков на собственные средства осуществил бурение до толщи калиевой соли. Но дальнейшие события развертывались трагично: в холодном сыром климате, в помещениях без всяких удобств он подорвал свое здоровье и не смог завершить начатые работы.

Внимание вновь было приковано к соликамским месторождениям в 1916 г., после того, как по предложению Горного ведомства Г. Р. Деринг, горный инженер по образованию, обследовал соляные месторождения Пермской области. В Соликамском районе ему удалось найти образцы соли, которые были отправлены в Петроград, в Химическую лабораторию Н. С. Курнакова, под руководством которого К. Ф. Белоглазов выполнил анализы этих образцов. Можно представить радость Николая Семеновича, когда анализы

<sup>1</sup> Солеваренные промыслы в Соликамском районе возникли еще в XV в. В XVIII—XIX вв. соликамские рассолы служили одним из основных источников для получения выварочной поваренной соли в России.

точно подтвердили, что соликамские образцы содержат значительное количество солей калия.

В октябре 1916 г. на заседании физико-математического отделения Академии наук Н. С. Курнаков выступил с важным сообщением о том, что данные, полученные при анализе образцов соли, доставленных Г. Р. Дерингом, убедительно показали довольно высокое содержание в них (более 30%) хлористого калия [1].

Чтобы лично убедиться, что соликамские солевые отложения содержат хлористый калий, Н. С. Курнаков, вместе с горным инженером М. К. Шматько, летом 1917 г. отправился в Соликамский район, где взял пробы рассола бывшего Троицкого солеваренного завода и пробы рассолов других промыслов. Были также взяты образцы каменной соли пород из буровой скважины. Все эти образцы были подвергнуты анализу в Химической лаборатории Академии наук.

В 1917 г. в «Известиях Академии наук» была опубликована статья Н. С. Курнакова (совместно с К. Ф. Белоглазовым и М. К. Шматько) «Месторождения хлористого калия соликамской соленосной толщи» [3]. В этой статье авторы уже определенно заявляли, что «... нахождение калиевых соединений в соликамских отложениях имеет не только научное, химическое и минералогическое, значение, но может представить большой промышленный интерес <...>

Дальнейшие химические и геологические исследования, связанные с детальными буровыми работами, должны определить границы распространения калиевых соединений и указать возможные приемы их технической эксплуатации» [3, с. 137, 138].

Весной 1918 г. Н. С. Курнаков, вместе с геологом А. Н. Рябининым, вторично поехал в район Соликамска, чтобы, хотя бы предварительно, определить «границы распространения» калиевых солей в этом крае. Были собраны многочисленные пробы рассолов из буровых скважин и пробы маточных рассолов, взятых из варниц Соликамска, Усолья, Усть-Боровой и других мест. Результаты, полученные на основании 150 полных анализов как природных, так и маточных рассолов, окончательно убеждали, что соликамские соляные месторождения очень богаты хлористым калием.

В заключение своей статьи 1922 г. «О калиевых солях в рассолах Соликамского края» [4] Н. С. Курнаков пишет: «... содержание калиевых солей в рассолах прикамских промыслов находится в связи с присутствием сильвинита в каменносоляных отложениях Пермского соляного бассейна.

Наибольшая калиеность проявляется в местностях по течению рр. Усолки и Боровой (Соликамск, Усть-Усолка и Усть-Боровая). На систематические буровые разведки этих месторождений, в связи с соответственными химическими и геологическими исследованиями, должно быть обращено внимание в первую очередь.

От правильной постановки названных работ и будет зависеть получение окончательного ответа об их промышленной эксплуатации» [4, с. 148].

В 1917 г. Подкомиссия по солям, образованная весной 1915 г., была реорганизована в Соляной отдел Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) под руководством Н. С. Курнакова. В состав отдела вошли А. П. Карпинский, К. Ф. Белоглазов, Н. Н. Ефремов, В. П. Ильинский, Н. И. Подкопаев, Г. Г. Уразов и др.

17 мая 1918 г. на объединенном заседании Соляного комитета КЕПС и Военно-химического комитета Н. С. Курнаков выступил с докладом, в котором дал общий обзор работы руководимого им Соляного комитета. Особое внимание в своем докладе Курнаков обратил на соликамские соляные месторождения.

На государственную важность изучения месторождений калиевых солей было обращено внимание в документе, направленном в ВСНХ. В Резолюции заседания Соляного комитета КЕПС о необходимости привлечения государственных учреждений и проведения геолого-разведочных работ в Соликамском районе Пермской губернии (17 мая 1918 г.) говорилось следующее:

«За последние годы накопились указания на возможность отыскания в пределах России месторождений калийных солей. Химико-геологические исследования 1917 г., организованные Геологическим комитетом на его средства и на средства Департамента земледелия, показали, что наиболее интересным в этом отношении является Соликамский район в Пермской губернии <...>

На основании всего вышеизложенного Соляной отдел Комиссии по изучению естественных производительных сил России при Российской Академии наук просит Высший Совет Народного Хозяйства обратить особое внимание на работы, которые ведутся в этом направлении Геологическим комитетом, и произвести ассигнование соответствующих кредитов на производство систематических разведочных работ в Соликамском районе» [5, с. 177].

20 декабря 1918 г. на заседании Соляного отдела КЕПС обсуждался вопрос «об организации экспедиции для изуче-

ния возможностей эксплуатации Соликамского месторождения» [5, с. 179]. Приведем выдержку из протокола этого заседания:

«Н. С. Курнаков сообщает о новых обширных задачах, возлагаемых на Соляной отдел в связи с дальнейшим изучением Соликамских соляных месторождений <...> Намечается такое решение этой задачи: с одной стороны, производство анализов, специальных опытов лабораторного характера и изучение равновесия в растворах различных соляных комбинаций, что будет произведено в лабораториях Горного и Политехнического институтов, а с другой, — ряд опытов и устройств на месте, на одном из заводов Соликамска, для ведения выварки рассолов... в широком масштабе <...>

Собрание с чувством удовлетворения отмечает, что затраченное время и труд по изучению соликамских калийных месторождений уже в настоящее время принесли обильные плоды, и выражает готовность в будущем продолжать столь же энергично начатую работу. Вместе с тем собрание считает нужным подчеркнуть, что вопрос об изучении солей вообще, и в частности — соликамских, был поднят и проведен в жизнь благодаря многолетним трудам и настойчивости глубокоуважаемого Н. С. Курнакова. Собрание надеется, что под его руководством оно сможет взять на себя новую задачу и приложить все силы свои к ее разрешению» [5, с. 180—181].

3 января 1920 г. при Химическом отделе ВСНХ была учреждена особая комиссия по солям калия. В ее состав вошли А. Д. Архангельский, С. Д. Шеин, Я. В. Самойлов, И. М. Губкин, А. Н. Рябинин, В. П. Камзолкин и Н. С. Курнаков.

23 февраля 1920 г. профессор А. Д. Архангельский писал в письме к Н. С. Курнакову: «При Отделе химической промышленности Высшего Совета Народного Хозяйства учреждена особая постоянная комиссия по солям калия, устав которой при сем прилагается. В эту комиссию Отдел избрал Вас, учитывая, что Вы являетесь лучшим знатоком в вопросах об источниках солей калия в России, и особенно высоко ценя Ваше участие в предстоящей работе, вся комиссия просит Вас не отказать участвовать в ее занятиях, в надежде, что путем совместных усилий нам удастся сделать что-либо полезное по разработке живо интересующих всех нас вопросов» [6].

На комиссию возлагались прежде всего задачи организации разведки месторождений калийных солей. 21 февраля 1920 г. на заседании комиссии было решено включить в про-

грамму разведочных работ на 1920 год бурение двух скважин в Соликамском районе.

В Отчете деятельности Российской Академии наук за 1924 г., составленном непреременным секретарем Академии наук академиком С. Ф. Ольденбургом, отмечалось: «В результате работ разведочного характера предыдущих лет в Соликамском и Усольском районах... Институт физико-химического анализа разработал план более детального изучения калиевых месторождений СССР, направив свою деятельность, с одной стороны, на нахождение богатых калием пластов, подвергнув контролю химика проходжение скважин, а с другой — на систематические наблюдения за изменением состава рассола во время испарения путем установки испарительного прибора на месте и параллельного лабораторного изучения соляных равновесий в применении к природным рассолам [7, с. 165].

В сентябре 1925 г. горно-геологическая разведка, проведенная под руководством профессора Павла Ивановича Преображенского (1874—1844), питомца Горного института, обнаружила на глубине 90—100 метров огромные залежи высококачественных калийных солей [8].

В 1926 г. в «Докладах Академии наук СССР» было опубликовано сообщение Н. С. Курнакова «О месторождении калиевых солей в Соликамске», в котором рассказывалось о том, что в 1925 г. все-таки удалось осуществить буровые работы в районе Соликамска и доказать, что найденные отложения начиная с глубины 90—92 метров являются сильвинитоносными. В этой, совсем небольшой, статье Николай Семенович приводит интересное письмо Н. П. Рязанцева (от 5 января 1925 г., Усолье):

«Считаю своим долгом сообщить Вам о положении разведочных работ на калиевые соли в Соликамском заводе, так как уверен, что благодаря Вашим исследованиям в 1917—18 гг. дело это не заглохло и удалось в настоящем году поставить дело разведок. Результаты разведок по настоящее время очень хорошие, и из прилагаемого описания пройденных пород Вы усмотрите, какие богатые залежи пройдены. Местами пробурены пропластки сплошных, очень мягких, тестообразных калиевых солей темно-красного цвета. Подобные вкрапления, оказавшиеся в первой буровой колонке, увезенной П. И. Преображенским в Свердловск, содержат до 82% хлористого калия по анализу проф. Н. Н. Ефремова. Первая разведочная скважина намечена к проходке на глубину 250—300 м. Ввиду таких хороших результатов бурения намечаются дальнейшие работы по

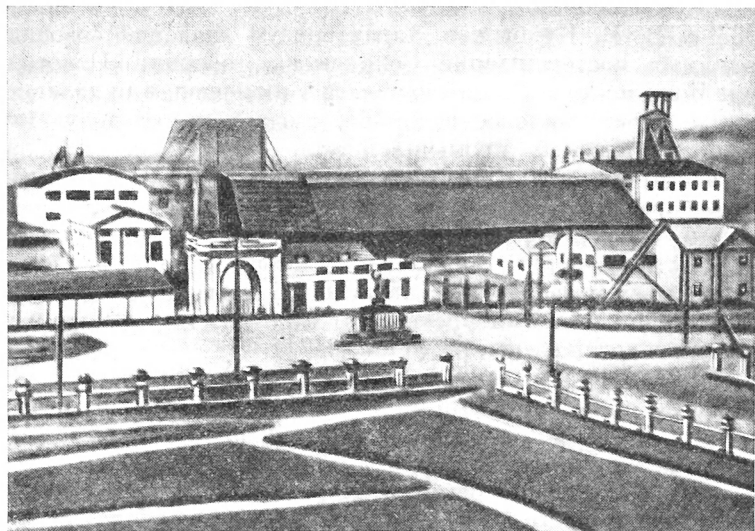


**Строительство  
Соликамского калийного рудника (1927)**

разведкам как в районе Соликамска, так и севернее по р. Нечайхе и в Верх-Боровой.

Я уверен, что замиравший было за последние годы Соликамский район теперь оживится и станет центром калиевой промышленности».

«Таким образом,— заключает свою статью Н. С. Курнаков,— существование Соликамских месторождений солей калия нужно считать теперь вполне подтвержденным; полученные результаты имеют, несомненно, большое научное и промышленное значение. Дальнейшее планомерное изуче-



Соликамский калийный рудник (1935)

ние новых залежей, их запасов и способов разработки является задачей государственной важности для нашей страны, которая нуждается в производстве своих калиевых удобрений» [9, с. 161].

К концу 1920-х годов уже было окончательно выяснено, что в районе Соликамска находится мощное калийное месторождение мирового значения.

Пусть читатель посмотрит на снимок, который запечатлел начало строительства Соликамского калийного рудника (1927), и поймет, в каких условиях зарождалось промышленное освоение мировых запасов калийных солей.

В 1930 г. шахта выдала первую партию сильвинита. В 1933—1934 гг. первый калийный рудник начал промышленную добычу, а в 1931—1933 г. была построена мощная по тем временам химическая фабрика по получению хлористого калия из сильвинита<sup>2</sup> [10].

В последующие годы были организованы добыча и переработка другого минерала соликамской соляной залежи — карналлита, а также получение натриевых и магниевых солей, хлора, брома и других химических продуктов.

<sup>2</sup> В июне 1933 г. в Соликамске проводилась Всесоюзная калийная конференция, на которой обсуждались вопросы освоения техники добычи сильвинита и переработки его на Соликамской химической фабрике.

На объединенном Пленуме ЦК и ЦКК ВКП(б) в январе 1933 г. В. В. Куйбышев, характеризуя значение освоения калийных месторождений Соликамска, говорил: «Открытие калийных месторождений, открытие, имеющее, в буквальном смысле слова, мировое значение, создает у нас новую отрасль химической промышленности — *калийную*, освобождая нас от импорта. Попутно с добычей калия в Соликамске будут организованы новые производства: металлического магния, хлористого магния, соляной кислоты и т. д.»<sup>3</sup>.

«Месторождения калия в Союзе, — писал академик А. Е. Ферсман в 1940 г., — являются в настоящее время самыми крупными. Они превышают в 30 раз мировые запасы калийных солей» (цит. по [11, с. 257]).

В настоящее время калийный комбинат работает в Соликамске и три калийных комбината — в Березниках.

### Изучение и освоение Кара-Богаз-Гола — крупнейшего в мире месторождения мирабилита

В конце 1897 г. Н. С. Курнакову стали известны<sup>4</sup> результаты научной экспедиции, изучавшей гидрологию и химию Кара-Богаз-Гола<sup>5</sup>. Экспедиция эта, в состав которой вошли профессор Н. И. Андрусов, гидролог И. Б. Шпиндлер, химик А. А. Лебединцев и другие специалисты, летом 1897 г. приехала на пустынный восточный берег залива, чтобы провести гидрологические и химические наблюдения за жизнью таинственной «черной пасты». Экспедиции удалось собрать ценный материал по гидрологии и гидрохимии залива, на дне которого была обнаружена осажденная глауберова соль (мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Были составлены многочисленные карты, построены диаграммы, сделано множество снимков и т. д. (Все это, в виде отчетов, было издано в «Трудах Карабугазской экспедиции», опубликованных в 1902 г. в Петербурге.) Среди опубликованных данных не было, однако, наблюдений условий садки глауберовой соли. Это было свя-

<sup>3</sup> *Куйбышев В. В.* Итоги борьбы за техническую реконструкцию народного хозяйства. — В кн.: Куйбышев В. В. Избранные статьи и речи. 1931—1934 гг. М.: Госполитиздат, 1944, с. 74—75.

<sup>4</sup> Н. С. Курнаков присутствовал на докладе А. А. Лебединцева о глауберовой соли залива Кара-Богаз-Гол, сделанном на Геологическом конгрессе в Петербурге (летом 1897 г.).

<sup>5</sup> Кара-Богаз — по-туркменски «черная пасть», в которой, как в бездонном жерле, куда-то исчезает вода, поступающая в Кара-Богаз-Гол из Каспийского моря через узкий пролив.



зано с тем, что экспедиция работала только в летнее время (с 10 по 30 июня). Но из личных бесед с туркменами участники экспедиции знали, что зимой происходит осаждение соли и даже выброс ее на берег залива.

Программа исследований Кара-Богаз-Гола была разработана Н. С. Курнаковым еще в конце 1890-х годов. Она включала в себя два основных вопроса: изучение условий выделения глауберовой соли в Кара-Богаз-Голе и условий превращения десятиводной глауберовой соли в тенардит. В 1898—1899 гг. под руководством Н. С. Курнакова студент С. Ф. Жемчужный в химической лаборатории Горного института занялся изучением этих вопросов.

26 января 1899 г. на заседании Минералогического общества Н. С. Курнаков от своего имени и от имени С. Ф. Жемчужного сделал сообщение «Об условиях превращения десятиводной глауберовой соли в тенардит в соляных озерах». «Превращение это,— говорил Курнаков,— представляет большой интерес в промышленном отношении, так как водная  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , содержа более 50%  $\text{H}_2\text{O}$ , не может выдерживать перевозки на дальние расстояния. С другой стороны, переход мирабилита в тенардит является простейшим примером дегидратации — или изменения гидратной минеральной формы в безводную под влиянием естественных условий, имеющих в природе. Исследование этого процесса может пролить свет на целый ряд аналогичных явлений метаморфизации, которые совершаются в природе в громадных размерах» [12, с. 50].

8 февраля 1900 г. на заседании Минералогического общества Н. С. Курнаков выступил с сообщением «Об условиях выделения глауберовой соли в Карабугазе». Впервые на основании данных о растворимости смесей  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  было установлено, что «при летней температуре 18—20° рассол Карабугаза является далеким от насыщения. Для  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  эта ненасыщенность прекращается в течение зимних месяцев (января, февраля) при температуре примерно 3—5° и ниже; тогда рассол начинает осажать кристаллы глауберовой соли. Но по отношению к хлористому натрию рассол остается ненасыщенным постоянно, при всех наблюдаемых в действительности температурах, и не может, следовательно, осажать поваренной соли. Принимая во внимание, что рассол Карабугаза представляет равновесную систему, состав которой сохраняется приблизительно постоянным в течение целых геологических эпох, следует прийти к весьма важному в практическом отношении заключению, что в прежних и современных отложениях

Карабугаза глауберова соль выделялась и выделяется чистой, без примесей хлористого натрия» [13, с. 27].

Этот вывод имел исключительное значение для дальнейшего изучения условий выделения глауберовой соли в Кара-Богаз-Голе.

Мы уже говорили, что в 1902 г. были опубликованы «Труды Карабугазской экспедиции» под названием «Физико-химические исследования» (автор А. А. Лебединцев)<sup>6</sup>. На Н. С. Курнакова произвели сильное впечатление следующие слова Лебединцева: «На основании несомненных фактов нахождения глауберовой соли и гипса на дне Карабугаза и сравнительных аналитических данных для соляной массы современного Карабугаза и Каспия явления садки глауберовой, а не поваренной соли в Карабугазе, а также и гипса составляют логическое следствие того химического и физического равновесия, которое природе угодно было даровать этому поистине замечательному водоему, носящему название „Карабугаза“. Как по размаху садки, так и по

---

<sup>6</sup> Большой отчет А. А. Лебединцева, изложенный на 177 страницах, с таблицами и диаграммами, содержал многочисленные результаты по химико-гидрологическому исследованию Кара-Богаз-Гола. Обработка этого материала проводилась на «Красноводске» в содовой химической лаборатории и в химической лаборатории профессора П. Г. Меликова (Меликишвили) в Новороссийском университете.

Уже в 1898 г. у А. А. Лебединцева были все основания сказать, что «открытие, сделанное экспедицией, может иметь громадное значение для развития отечественного содового производства, для этого глауберова соль служит исходным материалом» [14].

В статье «Химическая и нефтяная промышленность», опубликованной в книге «Россия в конце XIX века», Д. И. Менделеев отмечал, что «ввоз глауберовой соли (до 5 т.т. в год), чилийской селитры (до 13 т.т. в год), стасфуртских солей (до 5 т.т.)... и многих других химических продуктов всего на 10—15 милл. руб. в год — показывает еще явную недостаточность быстро возрастающего внутреннего производства, особенно по той причине, что сырые материалы, потребные для всего этого, находятся в недрах России иногда в громадном изобилии, дожидаясь разумной эксплуатации (...). Для примера укажу на неисчерпаемые количества природной глауберовой соли, хотя бы в Карабугазе. Весь мир может быть с этого одного (а их много) месторождения снабжаться дешевлешим сульфатом, а он служит основанием для громаднейшего развития стеклянного производства» [15, с. 313, 315].

Потребовались, однако, большие научные исследования Н. С. Курнакова и его учеников, новые экспедиции на Кара-Богаз-Гол, чтобы осуществилась мечта А. А. Лебединцева и Д. И. Менделеева и стала возможной организация промышленной эксплуатации глауберовой соли.

оригинальным гидрографическим, физико-химическим и метеорологическим условиям этот водоем не имеет себе подобного на свете, особенно, если принять во внимание его размеры, глубину, непосредственное соединение с Каспием и, наконец, полную пригодность для судоходства» [16, с. 126].

В 1909 г., по предложению Н. С. Курнакова, была организована экспедиция на Кара-Богаз-Гол под руководством Н. И. Подкопаева<sup>7</sup>. Экспедиция работала в летнее время, с 12 июля по 7 августа, т. е. в то время, когда глауберова соль растворена в теплой воде залива. Тем не менее уже тогда Подкопаев подтвердил мнение профессора Б. К. Поленова и наблюдения А. А. Лебединцева, что глауберова соль относится здесь к числу так называемых *периодических минералов*: она осаждается в течение холодного времени года и растворяется нацело при повышении температуры в летнее время.

В своем отчете Н. И. Подкопаев писал: «На основании собранного материала, произведенных замеров и сведений, полученных как от местных жителей, так и от геолога Е. Е. Завалишина, можно заключить следующее:

I. Зимой совершается настолько обильная садка сернонатриевой соли, что последнюю волной выбрасывает в громадном количестве... Наиболее обильные выбросы приходятся на период времени с января по апрель...

II. С наступлением же теплого времени (с апреля месяца) глауберова соль, находящаяся в виде кристаллов на дне и в воде залива, начинает растворяться и к июлю месяцу почти полностью растворяется...

Таким образом, запасы глауберовой соли в водах Карабугазского залива неисчерпаемы, хотя и периодичны» [18, с. 33—34].

В 1915 г. вновь повысился интерес к Кара-Богаз-Голу. При организации КЕПС академик В. И. Вернадский в своей программной статье «Об изучении естественных производительных сил России» поставил вопрос о неотложном изуче-

---

<sup>7</sup> Николай Иванович Подкопаев (1872—1930), окончил Горный институт (1901). Первые свои работы выполнил в 1903—1908 гг. в Горном и Электротехническом институтах. Принимал активное участие в различных научных экспедициях в Донбасс, Сибирь, на Урал. Вел большую организационную и хозяйственную работу в Институте физико-химического анализа и в Институте по изучению платины и других благородных металлов (с 1922 г.— заместитель директора этого института). В лице Подкопаева Н. С. Курнаков нашел прекрасного помощника. (См. [17].)



Николай Иванович  
Подкопаев

нии соляных богатств нашей страны. Он писал следующее: «По существу мы имеем здесь дело с одним из важнейших вопросов, интересующих сейчас науку и практику. Практически мы имеем в России в этом отношении такие богатства, которых лишены другие страны, но эти богатства лежат втуне — неизученные и неиспользованные» [19, с. 694].

Таким «неизученным и неиспользованным» богатейшим источником мирабилита был Кара-Богаз-Гол, на необходимость изучения которого в то время было обращено большое внимание.

12 мая 1915 г. на заседании КЕПС Н. С. Курнаков выступил с докладом «Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе», опубликованном в седьмом выпуске «Материалов для изучения естественных производительных сил России» (1916) [20]. Свой доклад ученый начал следу-

ющими словами: «Не подлежит сомнению, что наша русская химическая промышленность может получить прочное и независимое положение<sup>8</sup> лишь при тех условиях, когда она будет прежде всего пользоваться природными богатствами страны, составляющими ее характерную, можно сказать государственную, особенность» [20, с. 149].

Затем Н. С. Курнаков рассказал об истории геологического, гидрологического и химико-технологического изучения Кара-Богаз-Гола, о результатах экспедиции 1897 г. и экспедиции Н. И. Подкопаева в 1909 г. на Кара-Богаз-Гол и нарисовал программу дальнейших исследований.

«1. Для составления полной картины жизни Карабугазского залива необходимо произвести систематические физические и химические исследования на месте в течение *полного года*.

В особенности важными являются наблюдения над температурой и концентрацией воды, а также над количеством и качеством выделяющейся соли в продолжение осенних и зимних месяцев. Весенний и летний периоды растворения осажденной соли также должны быть подвергнуты обследованию.

Только таким путем могут быть получены точные данные для определения наиболее выгодных условий для добычи и последующей переработки глауберовой соли...» [20, с. 157].

Последний пункт этой программы звучал так:

«5. Ввиду громадных запасов сернонатриевой соли в Карабугазе и горьких озерах Арало-Каспийского бассейна изучение методов использования названного вещества составляет одну из основных задач русской химической технологии...» [20, с. 158].

Доклад Н. С. Курнакова, судя по архивным документам, вызвал заинтересованное обсуждение. Было очевидно, что уже назрела необходимость сосредоточить научные силы для изучения не только Кара-Богаз-Гола, но и других соляных месторождений.

Данные, полученные экспедицией Н. И. Подкопаева в 1909 г., ясно показали, что вопрос о промышленном использовании глауберовой соли можно решить, только опираясь на исследования равновесной системы растворов солей, характерных для Кара-Богаз-Гола. «Этого рода исследования

---

<sup>8</sup> По данным А. А. Лебединцева, только в 1912 г. в Россию из-за границы было ввезено 192 000 пудов глауберовой соли [21, с. 62]. — Ю. С.

лягут в основание и будут служить путеводной нитью для ряда технических полных исследований», — отмечалось в протоколе заседания КЕПС от 21 января 1919 г., посвященного обсуждению вопроса о проведении теоретических исследований соляных растворов, имеющих непосредственное отношение к организации Карабогазской экспедиции [5, с. 181].

Еще в 1916 г. в докладе «Задачи химического исследования русских соляных озер», сделанном на заседании Соляной комиссии КЕПС 21 ноября, Н. С. Курнаков выделил как одну из «важнейших задач... планомерное изучение условий выделения солей, составляющих твердые фазы взаимной пары  $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2$ .

Для этой цели лабораторные измерения должны определить необходимые диаграммы равновесий при различных температурах. Соответствующие работы уже начаты в лаборатории *Петроградского политехнического института и Академии наук*. Полученные результаты дают возможность предвидеть порядок выделения отдельных солей и установить рациональную классификацию озерных рассолов сообразно с составом твердых солей, находящихся с ними в равновесии. Таким путем мы будем в состоянии отличить истинные, устойчивые равновесия от ложных, довольно часто наблюдаемых в природе.

Параллельно с лабораторными работами над диаграммами растворимости представляется неотложным систематическое изучение отдельных озерных районов. Задача эта очень обширна и потребует несколько лет, но она должна быть выполнена» [22, с. 137—138].

Чтобы ответить на вопрос, в каких природных условиях идет выделение хлористого натрия, глауберовой соли (мирабилита), тенардита и астраханита ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), необходимо было в лабораторных условиях построить диаграммы равновесия взаимной пары солей при температурах  $0^\circ$ ,  $25^\circ$  и др.

Такое исследование было очень детально проведено Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным в 1918 г., и полученные результаты привели ученых к следующему выводу: «Поля кристаллизации изображают наглядно картину выделения хлористого натрия, глауберовой соли, тенардита, астраханита и других солей, которые отлагаются при испарении морской воды и рассолов соляных озер, рассеянных в громадном количестве на территории Арало-Каспийского бассейна. Имеющийся в настоящее время фактический материал для Карабугаза и различных самосадочных озер на-

ходится в полном согласии с данными равновесной диаграммы» [21, с. 352].

Так экспериментально удалось изучить условия осаждения глауберовой соли в заливе Кара-Богаз-Гол.

Эти исследования показывают, что, как писал А. Г. Бергман, «посев Н. С. Курнакова в области... солевых систем принес обильную жатву и выдвинул работу советских химиков в этих вопросах на ведущее место» [24, с. 100].

В «Очередных задачах Советской власти» (1918) В. И. Ленин выдвинул как одну из важных задач — изучение Кара-Богаз-Гола — гигантского источника сырья для химической промышленности: «Советская республика... располагает... гигантскими запасами руды (на Урале), топлива в Западной Сибири (каменный уголь), на Кавказе и на юго-востоке (нефть), в центре (торф), гигантскими богатствами леса, водных сил, сырья для химической промышленности (Карабугаз) и т. д. Разработка этих естественных богатств приемами новейшей техники даст основу невиданного прогресса производительных сил»<sup>9</sup>.

27 ноября 1918 г. в Москве в Научно-техническом отделе ВСНХ состоялось совещание, в котором приняли участие многие видные ученые: Н. С. Курнаков, Л. А. Чугаев, П. П. Лазарев, Я. В. Самойлов и др. На совещании была выработана программа новых научных исследований и решены вопросы, связанные с организацией первой советской научно-промышленной экспедиции на Кара-Богаз-Гол. Одна из основных задач, стоящих перед экспедицией, заключалась в изучении условий промышленного извлечения и использования глауберовой соли «с целью создания в широком масштабе химической (содовой) промышленности в Бакинском районе, а также снабжения сульфатом натрия всей русской химической промышленности» (цит. по [25, с. 220]).

На следующий день после совещания председатель коллегии НТО Н. П. Горбунов писал В. И. Ленину, что ученые живо и активно обсуждали вопросы «о Кара-Богазе, о роли его, Баку и всего Каспийского района как мирового центра будущей химической промышленности, о тех химических работах, которые нужно ставить немедленно, чтоб найти, изыскать методы применения сульфата, который десятками миллионов пудов ежегодно отлагается по берегам Кара-Богаза, о технических процессах, которые нужно придумать, чтобы дешево превращать сульфат в соду, серную кислоту — основу всякой большой химической промышлен-

<sup>9</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 188.

ности. Профессора, специально приехавшие из Питера на это заседание, еще долго оставались у меня и оживленно, восторженно говорили о новой работе, о новых планах, а после, увлекшись, пошли домой не по панели, а по середине улицы. Они сами начинают увлекаться, а воодушевившись, начинают зажигать своих скептиков-коллег. Я знаю наших ученых. Ничего подобного я никогда еще не видел...» [11, с. 188].

В самом конце 1918 г. под председательством Н. С. Курнакова был создан Карабогазский комитет, вначале при Соляном отделе КЕПС Академии наук, а затем при Научно-техническом отделе Горного совета ВСНХ, для всестороннего научного и промышленного изучения Кара-Богаз-Гола. В состав комитета вошли Н. И. Подкопаев, Н. Н. Ефремов, С. Ф. Жемчужный.

12 декабря 1918 г. на соединенном заседании Института физико-химического анализа, Соляного и Платинового отделов КЕПС Н. С. Курнаков доложил о своей поездке в Москву вместе с К. Ф. Белоглазовым. Он сообщил о главных мероприятиях, намеченных в Москве: «1) Общее изучение Кара-Богазы как в промышленном, так и в чисто научном отношении и 2) организация зимней экспедиции в Кара-Богаз... Один из главнейших вопросов, возникающих теперь же, — это разработка ряда вопросов о добыче и использовании глауберовой соли» [11, с. 192].

Подготовка к экспедиции на Кара-Богаз-Гол началась в январе 1919 г. Сохранился протокол заседания Соляного отдела КЕПС от 21 января 1919 г. о подготовительных работах и необходимости срочной организации Карабогазской экспедиции. На заседании Н. С. Курнаков сообщил о том, что «Соляным отделом Комиссии естественных производительных сил России при Академии наук уже давно производится ряд работ теоретического характера в химических лабораториях Горного и Политехнического институтов, имеющих непосредственное отношение к исследованию Кара-Богазы. Ныне в связи с экспедицией на Кара-Богаз, помимо технического его изучения, возникает целый ряд вопросов и задач теоретического характера, которые требуют полного разрешения. Только опираясь на них, возможно осветить технико-промышленные вопросы использования Кара-Богазы. К числу таких новых заданий относятся следующие два, намеченные Высшим Советом Народного Хозяйства: 1) использование глауберовой соли и превращение ее в другие, более ценные соли и 2) распространение сведений среди широкой массы читателей о Кара-Богазе и глауберо-



вой соли для возбуждения изобретательской и предпринимательской деятельности в этой области» [11, с. 199].

Далее Н. С. Курнаков огласил разработанные им программы лабораторных и опытно-технических работ Петроградского комитета по Кара-Богаз-Голу, утвержденные 5 февраля 1919 г. постановлением ВСНХ.

Программа предусматривала проведение работ по обезвоживанию и использованию глауберовой соли по трем основным направлениям:

«а) изучение в лаборатории и на опытном заводе процессов превращения глауберовой соли в безводное вещество (сульфат, тенардит и т. д.),

б) обезвоживание глауберовой соли действием нагретого воздуха,

в) использование глауберовой соли и сульфата для технических производств и промышленных целей» [11, с. 200].

Далее «Н. С. Курнаков и И. Б. Шпиндлер со своей стороны поясняют, что собранный в течение ряда лет опытный материал по Кара-Богазу относится главным образом к летним и осенним месяцам. Между тем главнейшие химические процессы, связанные с образованием в Кара-Богазе глауберовой соли, протекают зимой и ранней весной. Таким образом, в целях полного исследования и рационального использования средств и собирания наиболее ценного материала экспедиция должна быть организована как можно скорее, с таким расчетом, чтобы ранние весенние месяцы были использованы ею на месте» [11, с. 201].

Но эти планы не удалось осуществить «как можно скорее». 10 марта 1919 г. Н. С. Курнаков на заседании КЕПС сообщил, что научная часть экспедиции по исследованию Кара-Богаз-Гола полностью подготовлена, но экспедиция задерживается из-за оккупации юга России белыми. Только летом (16 июля) 1921 г. экспедиция под руководством Н. И. Подкопаева выехала из Петрограда. «... Преодолевая ряд затруднений, препятствий и подчас тяжелых лишений, — вспоминал Подкопаев, — [экспедиция] прибыла в Карабугазский пролив только 7/X 1921 г. в составе 8 человек» [26, с. 108]. Из них в ноябре выбыло еще трое, и, таким образом, из числа выехавших 21 человека осталось лишь пятеро.

С далеких берегов Каспия 12 декабря 1921 г. Н. И. Подкопаев писал своему учителю:

«Глубокоуважаемый и несказанно дорогой Николай Семенович... первое и единственное Ваше письмо от 10.XI,

полученное мною через пять месяцев нашей разлуки, принесло мне несказанную радость и доставило громадное удовольствие. Из него я увидел, что обо мне не только помнят, но и стараются возвратить меня в дорогую мне лабораторию, где я еще нужен и где я провел лучшие многие годы моей жизни и хотел бы провести и остатки ее, работая с Вами, при Вас и около Вас <...>

Да, много надо сил и мужества, как Вы справедливо указали в своем письме, чтобы жить здесь и бороться за спасение научного исследования Кара-Бугаза и за возможность, хотя бы отчасти, выполнить намеченные работы... Мы еще в проливе и не можем выйти в залив из-за отсутствия плавучих и живых сил. Только любовь к Кара-Бугазу может заставить ехать и не доехать до него в течение 5-ти месяцев, надеясь все же быть там... Пока удастся производить гидрологические и гидрометеорологические работы в проливе, отдельными выходами наблюдать начало выбросов соли и температуру воды в заливе, производя химические анализы проб воды и образцов соли, приносимой с берегов залива. Садка началась при температуре воды около  $6^{\circ}$  во второй половине ноября. До тех пор выбросов не было вовсе. Первые выбросы дали грязную соль с большим содержанием NaCl. Удельный вес воды повышался до 1,181, обычно 1,160—1,170. Работ по обезвоживанию, к сожалению, не производится за отсутствием каких-либо материалов и устройств. Естественное обезвоживание в настоящее время, конечно, немисливо: страшно сыро и идут, хотя и небольшие, но почти ежедневные, дожди. Температура воздуха скачет от  $+12$  до  $-2,5^{\circ}$  ... Все же надеюсь по снятию катера с мели, на которую он сел 10.XI, отправиться в залив для производства работ. Благодарный и искренне уважающий Вас Н. Подкопаев» [27].

С октября 1921 г. по июнь 1923 г. экспедиции удалось собрать весьма большой и ценный материал. В своем отчете о научной экспедиции 1921—1922 гг. Н. И. Подкопаев отмечал, что данные полного цикла наблюдений, полученные экспедицией, полностью подтвердили вывод Н. С. Курнакова о том, что «при повышенных температурах вода Карабугаза является *ненасыщенным* раствором по отношению к указанным компонентам [хлористому натрию и хлористому магнию.— Ю. С.]. В осенние и зимние месяцы при понижении температуры до  $5-6^{\circ}$  вода Карабугаза становится *насыщенной* по отношению к глауберовой соли и остается *ненасыщенной* для хлористого натрия и хлористого магния» [26, с. 118].

О результатах, полученных Н. И. Подкопаевым, Н. С. Курнаков доложил на заседании в Академии наук 3 апреля 1922 г. В своем докладе «О результатах работ Карабугазской экспедиции 1921—1922 гг., организованной Карабугазским комитетом Института физико-химического анализа и Главным управлением горной промышленности ВСНХ во главе с горным инженером Н. И. Подкопаевым» Николай Семенович сообщил, что доставленные Подкопаевым в Петроград материалы подвергаются тщательной обработке, а организованные им метеорологические, гидрологические и химические наблюдения в заливе продолжают осуществляться. «Теперь уже можно выразить уверенность,— говорил Н. С. Курнаков,— что Карабугазской экспедиции, несмотря на громадные трудности работы, удастся завершить предложенный Академией наук *полный, годичный, цикл* (курсив наш.— Ю. С.) исследований на месте. Добытые данные дают совершенно определенную картину этого, единственного в своем роде, явления природы и позволяют следить количественно за периодическим процессом образования глауберовой соли, имеющим большое промышленное значение»<sup>10</sup> [28].

Систематические наблюдения Н. И. Подкопаева во время экспедиции 1921 г. установили, что в Кара-Богаз-Голе глауберова соль начинает осаждаться во второй половине ноября при температуре воды  $+6^{\circ}\text{C}$ . Этот вывод не мог не порадовать Николая Семеновича, ибо он подтверждал то, что Курнаков с С. Ф. Жемчужным установил в химической лаборатории Горного института еще в 1899—1900 гг., а затем в 1918 г. в Химической лаборатории Академии наук. «... мы получаем,— писал Н. С. Курнаков,— наглядное подтверждение правильности приложения методов физико-химического анализа к изучению равновесий в природных соляных растворах» (цит. по [5, с. 183]).

В мае 1922 г. Н. С. Курнаков представил в Отделение физико-математических наук Академии наук опубликованное второе, дополненное, издание сборника статей «Карабугаз и его промышленное значение» [29]<sup>11</sup>. Это было вы-

---

<sup>10</sup> По данным Н. И. Подкопаева, общее количество ежегодно осаждающейся глауберовой соли доходило до 5 млрд. тонн. Часть ее выбрасывалась волнами на берега залива; соль постепенно выветривалась, что имело большое практическое значение: мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  содержит 55,9% воды, поэтому для перевозки его очень важен процесс превращения мирабилита в тенардит — безводный сульфат натрия.— Ю. С.

<sup>11</sup> Эта книга имеется в библиотеке В. И. Ленина в Кремле.

полнением той задачи, которая была сформулирована в 1919 г. на заседании Соляного отдела КЕПС. А именно: «... распространение сведений среди широкой массы читателей о Карабугазе и глауберовой соли для возбуждения изобретательской и предпринимательской деятельности в этой области» (цит. по [5, с. 181]).

«Сборник статей о Карабугазе, составляющий 7-й выпуск „Материалов для изучения естественных производительных сил России“, очень быстро разошелся,— отмечал Н. С. Курнаков в своем предисловии ко 2-му изданию сборника,— и теперь требуется его новое издание. Такой факт уже сам по себе свидетельствует о возрастающей потребности к ознакомлению с Карабугазом — этим единственным в своем роде явлением природы» [29, с. 4].

Во второе издание вошли новые статьи, посвященные физической географии и промышленной эксплуатации Кара-Богаз-Гола, например статья А. А. Яковкина «О промышленном значении Карабугаза». В этом сборнике была перепечатана статья Н. С. Курнакова «Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе» (стр. 76—86).

В юбилейном сборнике, посвященном 10-летию Советского государства, отмечалось: «Мы с гордостью можем сказать, что в этой новой области познания полезных ископаемых (освоение Кара-Богаз-Гола как источника сульфата натрия.— Ю. С.) мы, благодаря школе, созданной академиком Н. С. Курнаковым, не только не отстали от границы, но нередко идем даже впереди» [29а, с. 146].

Осенью 1927 г. по инициативе Н. С. Курнакова и Н. И. Подкопаева была организована новая экспедиция в залив Кара-Богаз-Гол для дальнейшего изучения процессов добычи глауберовой соли, ее обезвоживания в естественных условиях. Перед экспедицией были поставлены важные практические вопросы, связанные с транспортировкой готового продукта, снабжением промыслов питьевой водой и др.

Весной 1928 г. в Ленинграде состоялось Всесоюзное соляное совещание, на котором с интересным сообщением выступил Н. И. Подкопаев. Он сказал следующее: «На основании полного пятилетнего цикла наблюдений, мне кажется, вполне ясна картина жизни Карабугаза. Вода Каспийского моря весьма обильным потоком (666,5 куб. м в секунду) вливается в Карабугаз. Здесь, благодаря большой площади испарения (18 346 кв. км), высокой температуре воздуха в летнее время (до 40°), наличию ветров, большой сухости воздуха и незначительности осадков, вода скоро испаряется и доходит [до общей солености от 1,26 до 25,86%], где важ-

нейшими солями будут: хлористый натрий, сернонатриевая соль и хлористый магний.

Сравнивая эти величины с величинами растворимости глауберовой соли в присутствии хлористого натрия и хлористого магния, полученными Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным, легко убедиться, что при повышенных температурах вода Карабугаза представляется *ненасыщенным* раствором по отношению к указанным компонентам. В осенние и зимние месяцы ... глауберова соль выкристаллизовывается совершенно чистой и оседает на дно залива, откуда постоянными ветрами выбрасывается на низкие и плоские берега, и во взвешенном состоянии находится в воде залива. Карабугаз является единственным, величайшим в мире месторождением глауберовой соли» [26, с. 117—118].

Промышленная добыча карабогазского сульфата натрия началась в 1924 г. и увеличивалась с каждым годом. Уже в начале 1930-х годов Кара-Богаз-Гол стал основным поставщиком сырья для химической промышленности. В предисловии к третьему изданию сборника «Карабугаз и его промышленное значение» Н. С. Курнаков писал: «Вопросы промышленного получения дешевого сульфата, на основе уже добытых данных, требуют планомерных и настойчивых усилий со стороны исследователей, изобретателей и конструкторов.

Работа предстоит большая, но уже теперь совершенно ясно, что для Карабугаза и всего прилежащего района начинается эпоха нового существования, когда техника и промышленность являются могучими факторами развития культуры» [30, с. 2].

В 1932 г. писатель Константин Георгиевич Паустовский опубликовал повесть «Кара-Бугаз» [31]. Он рассказал о трагической и героической судьбе людей, изучавших Кара-Богаз-Гол. Писатель был знаком с результатами экспедиций Н. И. Подкопаева, которые убеждали, что Кара-Богаз-Гол будет включен в «общий план индустриализации восточных окраин, в смелый план завоевания пустынь» [28, с. 492]. Комбинат на Кара-Богаз-Голе «нанесет пустыне смертельный удар. Добыча воды, нефти, разработка угля создадут вокруг комбината оазисы, откуда начнется планомерный поход на пески. Оазисы будут расти, пески отступать, и край, потерявший воду, отнимет ее у пустыни обратно. А при наличии воды эту землю, залитую солнцем, можно довести до неслыханного расцвета» [31, с. 511—512]. Но современная картина состояния Кара-Богаз-Гола весьма

далека от той, которую видел писатель. Нарушение питания Кара-Богаз-Гола каспийской водой нанесло огромный вред заливу и объединению «Карабогазсульфат», снабжающему химическим сырьем многочисленные предприятия страны (см. [32—34]). Предстоит многое сделать, чтобы спасти Кара-Богаз-Гол как величайшее в мире месторождение минерального сырья.

### Изучение и освоение соляных озер Крыма и Урало-Эмбинского района

Первые работы Н. С. Курнакова по изучению соляных озер Крыма относятся к 1890 г. Тогда Николай Семенович, вместе с профессором Иваном Васильевичем Мушкетовым (1850—1902), поехал в Крым, чтобы собрать образцы из буровых скважин на Сакском озере [35]. 10 декабря 1896 г. на заседании Минералогического общества Н. С. Курнаков выступил с докладом «О метаморфизации рассолов крымских соляных озер» по материалам исследований за 1894—1895 гг.

Много лет спустя Николай Семенович сказал профессору Алексею Ивановичу Дзенс-Литовскому: «Озеро Саки — это моя первая любовь» [36, с. 86].

В 1915 г. в Москве была опубликована книга физико-химика профессора Ивана Алексеевича Каблукова (1857—1942) «Крымские соляные озера. О добычании из них натриевых и калийных солей» [37]. Эту книгу он послал Н. С. Курнакову. В письме от 28 марта 1916 г. Николай Семенович писал Каблукову: «Книга появилась весьма кстати и является очень полезной. Интерес к изучению наших озер начинает постепенно увеличиваться благодаря техническим запросам переживаемой эпохи.

При Комиссии естественных производительных сил Академии наук назревает мысль о систематических исследованиях соляных озер в научном и техническом отношении. Предполагается устроить совещание лиц (главным образом химиков), интересующихся подобными предметами. Обращаюсь к Вам с покорнейшей просьбой, высказать Ваши соображения по этому поводу (относительно программы, организации, способа и средств выполнения работ).

15—16 апреля Совет Отделения химии РФХО, вместе с Военно-промышленным комитетом, желает устроить собрание химиков, заинтересованных в вопросе о приготовлении химических препаратов и реагентов. Это дело ставится уже официально на практическую почву» [38].

Задачи химического исследования русских соляных озер Н. С. Курнаков сформулировал 21 октября 1916 г. в подкомиссии по солям КЕПС [22]. При составлении программы изучения соляных озер Курнаков опирался на свои личные наблюдения: в Крыму он бывал неоднократно.

Так, летом 1916 г. Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный начали исследование «магниевых» озер перекопской группы (озера Красное, Старое, Круглое, Киятское и др.). Почему именно эти озера привлекли в то время внимание ученого? Сам Николай Семенович по этому поводу писал: «Теперь среди многочисленных неотложных задач современной действительности вопрос о получении хлористого магния из отечественных материалов является поставленным на очередь, и сделаны уже шаги для его разрешения. Названная соль необходима для получения различных цементов и искусственных камней, а также для добывания металлического магния и его сплавов, применяемых в технике» [39, с. 113].

Ученик Н. С. Курнакова Владимир Петрович Ильинский (1885—1964) по заданию Курнакова в 1916—1917 гг. провел физико-химические исследования природных Крымских соляных озер (Сакского озера) с целью получения калиевых и магниевых солей.

Под руководством Н. С. Курнакова и при участии инженеров В. П. Ильинского и В. И. Козелкина на Сакском промысле был открыт опытный завод для обработки маточных растворов, остающихся после выделения поваренной соли (хлористого натрия). Уже в 1916 г. были получены первые технические сорта магниевых и калиевых солей.

В 1917 г. при активной поддержке Н. С. Курнакова в Саках было организовано производство отечественного брома. На Сакском промысле был построен опытный завод для обработки маточных растворов, остающихся после добывания поваренной соли. Были получены первые технические партии магниевых солей, необходимых в производстве металлического магния.

Удачное сочетание экспедиционных и лабораторных исследований позволило изучить годичный цикл изменения состава соляной массы крымских озер евпаторийской и перекопской групп. В конце 1920-х — начале 1930-х годов Николай Семенович часто посещал Крым; основной целью всех этих посещений была организация исследований крымских соляных озер. В 1927 г. для оперативного решения вопросов, связанных с изучением этих озер, по инициативе Н. С. Курнакова было образовано «Объединение научных

учреждений по изучению соляных озер Крыма». Первое общее собрание Объединения проходило в Евпатории 20—21 августа 1927 г. под председательством Курнакова. На этом совещании Николай Семенович выступил с докладом «О годичном цикле перекопских соляных озер».

В апреле 1928 г. по инициативе и при активнейшем участии и руководстве Н. С. Курнакова в Ленинграде состоялось Первое Всесоюзное совещание по изучению соляных озер и отложений. Открывая это совещание, Курнаков в своем вступительном слове отметил разнообразие солей и величину их запасов на обширной территории Советского Союза. Излагая историю организации Первого Всесоюзного совещания по изучению соляных озер, Курнаков говорил, что первая попытка объединения наших научных сил была сделана для крымских учреждений в Евпатории в 1927 г. и оказалась настолько плодотворной, что «среди участников возник вопрос о необходимости созыва совещания по исследованию и промышленному использованию соляных озер СССР» [40, с. 4].

В многочисленных докладах, представленных на Совещании, была отражена огромная работа, связанная с изучением соляных озер. Большой интерес вызвали данные „химических“ экспедиций, которые позволили в естественных условиях лаборатории природы проводить наблюдения над выделением солей. Данные, учитывающие всю совокупность факторов, обуславливающих жизнь данного озера, легли в основу построения диаграммы испарения морской воды и озерных рассолов «солнечного» типа. Этот тип диаграммы, отличающийся от теоретической, лабораторной, давал возможность проследить за последовательностью выделения солей в природных условиях.

В Отчете Академии наук за 1929 г. академик А. Е. Ферсман отмечал, что проводится «а) всестороннее изучение соляных озер и соляных равновесий на территории всего Союза, начиная с озер Крыма и кончая озерами... Забайкалья. Эта огромная научная проблема, выдвинутая акад. Н. С. Курнаковым и его учениками, имеет первостепенное научное и научно-техническое значение» [41, с. 33].

20—22 апреля 1930 г. в Одессе состоялась Всеукраинская соляная конференция, на которой Н. С. Курнаков (соавтор В. И. Николаев) выступил с докладом «Солнечное испарение морской воды и озерных рассолов» [42]. «Испарение морской воды совершается в природе в грандиозном масштабе под влиянием солнечной энергии и представляет интерес, имеющий большое значение как для общей химии,



так и для химической промышленности», — этими словами Николай Семенович начал свой доклад [42, с. 235].

Соляное озеро, по мнению Н. С. Курнакова, — это огромный природный сосуд, в котором протекают сложные химические процессы (метаморфизация соляной рапы и другие процессы). Изучение «солнечного пути» испарения природных рассолов оправдало надежду Курнакова добывать хлористый магний с использованием солнечной радиации.

В начале 1930-х годов возрос интерес к магниевым солям как сырью для получения металлического магния<sup>12</sup>. Между тем источниками добычи натуральных магниевых солей в нашей стране были только Сакское озеро в Крыму и отчасти Куяльницкий лиман. Эти источники при сильно возросших потребностях в солях магния не могли уже больше обеспечить их добычу в нужных количествах. Н. С. Курнаков, как никто другой, понимал, что необходимо отыскать новые источники магниевых солей. Он обращает внимание на озера Эльтон и Баскунчак. Летом 1930 г. Курнаков осуществил ряд поездок на эти озера. Несмотря на трудные условия передвижения, зной, палящие лучи солнца, Николай Семенович (а ему было тогда уже 70 лет), совместно с Б. Л. Ронкиным, обследовал Эльтон, Баскунчак и другие озера дельты Волги. Были отобраны соответствующие пробы для их лабораторного изучения. Исследования показали, что количество хлористого магния в одном Эльтоне превышает общий запас магниевых солей во всех озерах перекопской группы.

Еще в 1920-х годах Н. С. Курнаков высказал предположение о распространении калийных месторождений от Соликамска в южном направлении к Каспийскому морю, которое основывалось на учении о палеографическом распространении Пермского моря и его осадков. Научные экспедиции 1932—1936 гг., при участии И. Н. Лепешкова, Д. И. Рябчикова и Д. И. Кузнецова, полностью подтвердили предположение Курнакова и установили, что южный бас-

---

<sup>12</sup> Еще в 1916—1917 гг. в опытной мастерской при Военно-химическом комитете П. П. Федотьев получил впервые в большом количестве магний путем электролиза расплавленного карналлита. Для организации магниевой промышленности, по мнению Федотьева, наша страна располагает необходимыми сырьевыми ресурсами. «В наших условиях, — писал он, — естественно прибегнуть также к хлористому магнию, добываемому на крымских соляных промыслах... Впоследствии могут быть применены соли Соликамского района (...) для немедленного установления у нас производства магния электролизом хлористой соли нет никаких технических препятствий» [43, с. 99].

сейн Пермского моря (Прикаспийская низменность) содержит богатые месторождения сильвинита, карналлита, а также сернокислые соли типа каинита, полигалита и кизерита, которые не встречались в Соликамских месторождениях.

Создание нового крупного промышленного Урало-Кузбасского комбината в 1930-х годах вызвало повышенный интерес к изучению минеральных богатств Западно-Сибирского края; возникла кулундинская проблема использования сульфатных, содовых и магнезиальных озер. Лабораторные исследования, химические экспедиции и здесь дали ряд ценнейших результатов.

Наибольший научный и промышленный интерес представляли калийные отложения района Индерского озера, где, кроме калийных, были обнаружены и боратные отложения<sup>13</sup> [45]. Исследования В. П. Радищева, И. Н. Лепеш-

---

<sup>13</sup> 19 июля 1935 г. Н. С. Курнаков получил письмо от геолога А. Н. Волкова следующего содержания: «Многоуважаемый Николай Семенович! Вы, наверное, слышали или, может быть, читали в газете (Моск. Правда, 14 июля), что я (неожиданно для себя) открыл в районе Индерского озера месторождение боратов. Вам, как своему учителю и наставнику, приношу первые образцы этих месторождений. Анализ Поленовой (лабор. ЦНИГРИ) дает в них содержание бора ~36%. Образцы эти взяты были мною уже около двух лет тому назад из прослоек среди гипсов Пермского возраста, слагающих центральное ядро Индерской купольной складки. Мощность этих борсодержащих прослоек измеряется в одном случае в 1,25 м, в другом 0,60 м. Перед Вами чистосердечно покаюсь, что в жизни своей я месторождения бората никогда не видел; в поле я их принял за какие-то неизвестные мне гидрокарбонаты, а потому заинтересовался ими, скорей, просто из любопытства. Специально их не искал, а так, на всякий случай, зарисовал и отмечал на карте проводимой мною геологической съемки в связи с калиевой проблемой Индерского района случайно встретившиеся мне «оригинальные» породы.

И только при затянувшейся камеральной обработке убедился, что это какая-то мне неизвестная редкость, которой нужно основательно заняться; я передал в Минералогический кабинет Музея наиболее красивый образец, который и оказался боратом (...)

Сейчас начальство меня срочно посылает на Индер произвести первую рекогносцировку этих месторождений.

Перед отъездом я очень желал бы повидать Вас и получить от Вас напутствие и указания, но, к сожалению, не застал Вас дома.

Я чувствую, что вокруг этого месторождения бора в недалеком будущем «разгорятся страсти». У Вас, Николай Семенович, как говорится, «легкая рука».

Люди теперь уже начинают забывать о том, что если бы Вы в свое время не оказали бы поддержку своим авторитетом нам, разведчикам и исследователям Тихвинских месторождений бок-

кова, а затем М. Г. Валяшко показали калиеносность рас-  
солов Индера и их связь с калийными отложениями.

В 1936 г. в статье «Минеральные соли Урало-Эмбинско-  
го района и озера Индер» Н. С. Курнаков и Д. И. Кузне-  
цов отмечали, что «те данные, которыми мы располагали,  
можно рассматривать лишь как признаки громадных запас-  
сов минеральных солей. В скопления калийных солей вклю-  
чаются и сернокислые соли. Сочетание природного газа,  
нефти, минеральных солей и других полезных ископаемых  
создает все условия для развития здесь в недалеком буду-  
щем большой химической промышленности» [46, с. 30].

В 1937 г. в «Известиях Академии наук СССР» была  
опубликована статья Н. С. Курнакова «Новый центр калий-  
ных солей и задачи советской химии» [47], в которой автор  
отмечал: «Мы имеем в своем распоряжении не только се-  
верный — Соликамский — бассейн, но и недавно открытый  
новый огромной мощности южный — Урало-Эмбинский —  
бассейн, который даст возможность добывать не только ка-  
лиевые соли, но и ряд других химических ценностей. Этот  
район занимает огромную территорию, ограниченную с юго-  
запада Каспийским морем, с востока — Уральским хребтом  
и с севера — железной дорогой Саратов—Уральск—Орен-  
бург» [47, с. 225].

Таким образом, в результате работ Н. С. Курнакова и  
его учеников в Советском Союзе, кроме крупнейшего в мире  
калийного месторождения — Соликамска, — были открыты  
новые, еще более ценные по разнообразию солей, калийные  
месторождения в Южном Приуралье (Башкирия, Оренбург-  
ская область), Западном Казахстане и Поволжье (Саратов-  
ская, Волгоградская области).

«На наших глазах идет рождение „Второго Баку“, —  
писал академик А. Е. Ферсман в 1940 г., — т. е. полная  
реорганизация хозяйства западных склонов Урала с новы-  
ми проблемами нефтяного хозяйства и мировыми запасами  
калийных солей. Имена академика Курнакова и академика  
Губкина тесно связаны с этими двумя крупнейшими побе-  
дами хозяйственной политики» [41, с. 259].

Итак, перед нами раскрылась яркая картина изучения  
и освоения соляных богатств нашей страны, роль Н. С. Кур-

---

ситов, то навряд ли оно получило бы настоящее свое значение.

Я, например, убежден, что мне не удалось бы их вывести  
без Вас „в люди“» [44].

накова в этом важнейшем деле. По сути дела, за два десятилетия (1920-е — 1930-е годы) были изучены все основные месторождения солей, разработаны научные основы для их промышленного освоения и использования.

Если Кара-Богаз-Гол начал отдавать свои несметные сокровища мирабилита химической промышленности, если калийные месторождения Соликамска, соли крымских озер и Урало-Эмбинского района, тихвинские бокситы перестали лежать нетронутым богатством страны, то в этом — основная заслуга Н. С. Курнакова и его сотрудников. Тогда, в 1920-е годы, это были самые животрепещущие проблемы, от решения которых во многом зависело развитие химической промышленности и сельского хозяйства, развитие производительных сил нашей страны. Советская химическая промышленность получила возможность поставлять и использовать в большом количестве сильвинит, карналлит, хлористый магний, поваренную соль, бром, иод и другие ценные продукты.

Поистине, совершенное Николаем Семеновичем Курнаковым и руководимым им коллективом трудно переоценить.

### Выдающийся организатор науки

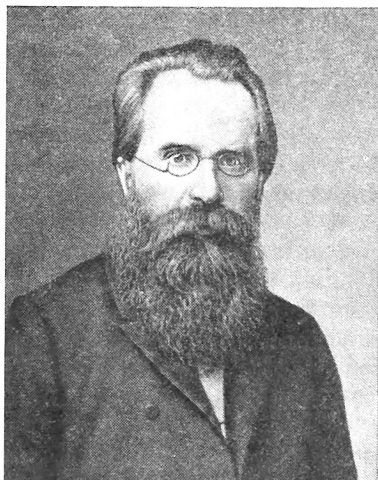
Ученый, создавший новую широкую программу научных исследований, может рассчитывать на успех только в том случае, если он обладает талантом организатора науки. Без *коллективного труда* решить проблемы науки XX в. не представляется возможным. Эта истина была осознана многими крупными учеными — основоположниками новых направлений развития науки. Среди этих ученых был и Николай Семенович Курнаков, научная деятельность которого была неразрывно связана с *организацией* научных исследований, созданием новых научно-исследовательских институтов.

#### Научно-организационная деятельность в Комиссии по изучению естественных производительных сил России и в Военно-химическом комитете

21 января 1915 г. группа академиков (В. И. Вернадский, Н. С. Курнаков, А. П. Карпинский, Н. И. Андрусов, Б. Б. Голицын) внесла в Физико-математическое отделение Академии наук предложение о создании в системе Академии наук Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). Постановлением Общего собрания Академии 4 февраля 1915 г. была создана Постоянная комиссия по изучению естественных производительных сил России. Председателем комиссии был утвержден академик В. И. Вернадский, вице-председателем — академик Н. С. Курнаков<sup>1</sup>.

В 1915 г. В. И. Вернадский как председатель КЕПС выступил с программной статьей «О ближайших задачах Комиссии по изучению производительных сил России». В ней он поставил общую задачу изучения естественных богатств России. Чтобы использовать природные богатства России, говорил он, «надо идти нам своим путем и нельзя приме-

<sup>1</sup> В 1917—1921 гг. обязанности председателя КЕПС исполнял Н. С. Курнаков. В апреле 1930 г. КЕПС был преобразован в Совет по изучению производительных сил СССР (СОПС). 3 октября 1930 г. общее собрание Академии наук СССР избрало председателем СОПС И. М. Губкина, а председателем Предметного сектора — Н. С. Курнакова.



**Владимир Иванович  
Вернадский**

нять, как рецепты, то, что было достигнуто на Западе или в Америке <...> Мы должны не только искать источники новых естественных производительных сил в нашей стране — мы должны искать способы и приемы их использования, их изобретать» [1, с. 7].

«Величайшее мировое потрясение, переживаемая нами война, заставляет нас пересмотреть основы нашего сознательного отношения к жизни <...> Для всех стало ясным, что угроза милитаризма не есть пустой звук и что организация государства на этой почве является действительно величайшим несчастьем для человечества и

представляет крупную опасность для свободы и культуры наций и народов <...> На полях битв выдвигаются неслыханные раньше приложения науки к борьбе. В круговорот войны захвачены ученые в небывалой никогда в истории человечества форме...» [2, с. 73—74].

В борьбе с врагом, говорил В. И. Вернадский, необходимы максимальная мобилизация научных сил, хорошая организация научной работы, быстрый подъем производительных сил, энергичное исследование «той силы, которая заключается в недрах нашей страны».

«Такое исследование,— говорил В. И. Вернадский в 1916 г. на Общем собрании Петроградского общества естествоиспытателей,— может идти только одним путем, путем планомерной, организованной работы и путем создания для этой цели специальных исследовательских институтов» [2, с. 87].

В 1916 г. была опубликована статья академика П. И. Вальдена «Основные задачи прикладного естествознания в деле развития производительных сил России» [3]. В ней он знакомил читателя с тем, что было сделано Комиссией по изучению естественных производительных сил России с момента ее организации. «Из достигнутых до сих пор результатов отметим издание „Материалов для изуче-

ния естественных производительных сил России“», — вышло уже 8 ценных монографий (напр., по культуре лекарственных растений, о месторождениях вольфрамовых и оловянных руд, об алюминиевых рудах, о табачной промышленности, Карабугаз и его промышленное значение), печатаются 8 дальнейших монографий и готовятся еще к печати более 60 очерков. Затем комиссией подготовлен большой коллективный труд и на днях сдается в печать, а именно, сборник „Естественные производительные силы России“.

Итак, великому делу положено многообещающее начало. Лишь начало, ибо за ним должны последовать другие, быть может более сложные, задачи. Ведь предпринятая сводка даст нам первую полную систематизацию и регистрацию всего того, что *теперь известно* о наших производительных силах. Но эта первая топография наших природных богатств не исчерпывает вопроса; она выдвинет ряд новых задач, новых изысканий, новых детальных исследований о возможных месторождениях, недостаточно изученных природных продуктах и т. д. Естественным дополнением, следовательно, является дальнейшее планомерное изучение России с целью создания *точной и полной панорамы всех естественных производительных сил великой России!*» [3, с. 102].

Одним из первых, кто стал воплощать эти идеи в жизнь, был Николай Семенович Курнаков. Он всегда придерживался мнения, что «в переработке наших естественных богатств заключается источник русского благосостояния и русской экономической самостоятельности». Еще в 1899 г. Курнаков писал: «Нет никакого сомнения, что наша отечественная промышленность может получать прочное и независимое положение лишь при тех условиях, когда она будет прежде всего пользоваться в широкой степени природными богатствами страны, составляющими ее характерную особенность» [4].

Весь свой большой талант организатора науки Н. С. Курнаков направил на решение ряда конкретных неотложных задач, среди которых были задачи разного масштаба.

Первая мировая война 1914—1918 гг. выявила полную неподготовленность царской России к производству необходимых химических продуктов<sup>2</sup>. Это обстоятельство побуди-

<sup>2</sup> 22 июля (3 августа) 1914 г. Н. С. Курнаков писал своему ученику и ближайшему сотруднику Николаю Ивановичу Степанову: «Объявление нам войны Германией создает совершенно исключительные положения. В лаборатории может оказаться недостаток реагентов и кислот, а так как мы можем не получить свое-

ло научную общественность организовать в конце 1915 г. Военно-химический комитет, который «был учрежден с целью объединить усилия русских химиков для совместной и планомерной работы по вопросам, связанным с нуждами государственной обороны» [6, с. 25].

Председателем комитета был избран Н. С. Курнаков, его заместителем В. Е. Тищенко, делопроизводителем (секретарем) Л. А. Чугаев. В Совет Военно-химического комитета вошли виднейшие ученые того времени: В. Н. Ипатьев, А. Е. Фаворский, А. Е. Ферсман и др.

В 1916 г. комитет создал опытный завод для проверки лабораторных методик получения химических продуктов. По инициативе комитета весной 1916 г. в Петрограде было созвано специальное Всероссийское совещание химиков, на котором рассматривался вопрос об изготовлении химических реактивов широкого ассортимента, а также всевозможных химико-фармацевтических препаратов. Был выработан план создания особого института химически чистых реактивов<sup>3</sup>.

В январе 1917 г. Н. С. Курнаков, открывая общее собрание Военно-химического комитета, сказал: «Позвольте... выразить свое удовольствие, что русская химическая дружина, работающая на оборону страны, снова собирается в этих стенах. Последний раз мы собирались здесь [весной] прошлого года. Много весьма важных событий совершилось с тех пор, но об одном мы можем говорить с полной уверенностью: сила химического сопротивления страны с того времени значительно возросла. Эта уверенность постепенно проникает в наше сознание. Количество совершенной работы уже настолько велико, что в нашей деятельности появляются новые моменты, а именно — желание закрепить сделанное и после войны» [7, с. 4—5].

«Закрепить сделанное» удалось только после Великой Октябрьской социалистической революции.

---

временно заказанных за границей препаратов, поэтому прошу Вас позаботиться теперь же, в Петербурге, приобретением годичного количества разных веществ для количественного и качественного определений. Будьте так добры, просмотреть списки всех реагентов и кислот. Если заказанное за границей придет, кроме того, то это будет наш запас. Известите меня о Ваших действиях в этом отношении» [5].

<sup>3</sup> Институт химически чистых реактивов (ИРЕА) был создан 1 января 1917 г. в Москве, но вскоре был закрыт. Деятельность института была возобновлена 4 февраля 1919 г. В первые годы своего существования ИРЕА был связан с опытным заводом ГИПХа в Петрограде. В нем проводились анализы некоторых веществ, получаемых на заводе.



## Научно-организационная деятельность Н. С. Курнакова в первые годы Советской власти

Н. С. Курнаков был в Петрограде, когда в октябре 1917 г. свершилась Великая Октябрьская социалистическая революция. Ознакомившись с первыми декретами Советской власти, подписанными В. И. Лениным, ученый понял, что в России произошли грандиозные события, которые окажут огромное влияние на государственную, хозяйственную и культурную жизнь страны.

В марте 1918 г. В. И. Ленин писал о непреклонной решимости «добиться во что бы то ни стало того, чтобы Русь перестала быть убогой и бессильной, чтобы она стала в полном смысле слова могучей и обильной <...>

У нас есть материал и в природных богатствах, и в запасах человеческих сил, и в прекрасном размахе, который дала народному творчеству великая революция...»<sup>4</sup>.

Великая Октябрьская социалистическая революция не поставила Н. С. Курнакова перед проблемой выбора. Он давно уже служил своему народу и «не терял надежды на иную пору, когда светлый луч свободы озарит нашу жизнь». Сразу же после революции весь свой талант ученого и организатора науки Курнаков направил на развитие народного хозяйства молодого Советского государства.

24 января 1918 г. Н. С. Курнаков принимал участие в заседании Общего собрания Академии наук, на котором обсуждался вопрос «о возможной научной работе Академии в связи с различными государственными задачами настоящего времени» [8, с. 7]. 26 января научный отдел Наркомпроса направил в Академию наук «Положение к проекту мобилизации науки для нужд государственного строительства». Руководство Академии 16 февраля 1918 г. создало авторитетную комиссию для изучения возможностей выполнения задач, связанных с исследованием природных ресурсов страны. В состав комиссии вошли крупнейшие русские ученые: А. Н. Крылов, Н. И. Андрусов, В. А. Стеклов, А. Е. Ферсман и др.

Как исполняющий обязанности председателя КЕПС Н. С. Курнаков возглавил работу по подготовке «Объяснительной записки Совета Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) к смете расходов на 1918 г.»<sup>5</sup> [8, с. 29—37]. «Объяснительная записка»

<sup>4</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 79—80.

<sup>5</sup> Выдержки из этого в высшей степени интересного документа мы приводим в Приложении III.

была подписана Н. С. Курнаковым 1 апреля 1918 г. и послана в Совет Народных Комиссаров. Это был первый документ, составленный Академией наук при Советской власти, с которым ознакомился В. И. Ленин. Текст «Записки» убедительно говорил о высокой заинтересованности ученых в решении важнейших народнохозяйственных задач. Глава Советского правительства получил документ, свидетельствующий о том, что Академия наук активно выступает на стороне Советской власти, что она готова включить свои силы в решение самых актуальных для страны проблем.

7 апреля 1918 г. состоялось заседание Государственной комиссии по просвещению, на котором обсуждался вопрос о смете КЕПС на 1918 г. Приводим выписку из протокола этого заседания.

«... т. Луначарский... говорит о необходимости провести через СНХ полностью 700 тыс. руб., сумму, на которую рассчитывали институты — 1) Физико-химического анализа и 2) Изучения благородных металлов<sup>6</sup>, на которые по смете отпущено по 25 тыс. руб. на 3 месяца <...>» [8, с. 38].

12 апреля 1918 г. состоялось заседание Совета Народных Комиссаров под председательством В. И. Ленина, на котором был заслушан доклад наркома просвещения А. В. Луначарского «О предложении Академии наук ученых услуг Советской власти по использованию естественных богатств страны»<sup>7</sup>. В основу этого доклада легли документы, поступившие от Академии наук.

Приводим выписку из постановления СНК от 12 апреля 1918 г. о привлечении Академии наук к решению народнохозяйственных задач.

«Совет Народных Комиссаров в заседании от 12 апреля с. г., заслушав доклад народного комиссара по просвещению о предложении Академии наук ученых услуг Советской

---

<sup>6</sup> Институт по изучению платины и других благородных металлов.— Ю. С.

<sup>7</sup> Знаменательно, что в тот же самый день, т. е. 12 апреля 1918 г., под председательством Н. С. Курнакова состоялось совещание, на котором было принято решение об организации радиевого завода и лаборатории для разработки методов извлечения радия из отечественных месторождений. Совещание, на котором присутствовали Н. И. Андрусов, Л. Н. Богоявленский, А. П. Карпинский, Л. С. Колорват-Червинский, В. Г. Хлопин, О. Д. Хвольсон, А. Е. Ферсман, Л. А. Чугаев и др., постановило «признать на основании опытов Л. Н. Богоявленского и В. Г. Хлопина принципиально возможным взять на себя организацию завода и лаборатории для извлечения радия» [9]. Данное совещание вошло в историю советской радиохимии как «историческое» [10, с. 199].

власти по исследованию естественных богатств страны, постановил: пойти навстречу этому предложению, принципиально признать необходимость финансирования соответственных работ Академии и указать ей как особенно важную и неотложную задачу разрешение проблем правильного распределения в стране промышленности и наиболее рациональное использование ее хозяйственных сил.

Секретарь Совета Л. Фотиева.

*На полях рукой Л. Фотиевой помета: в Академию наук»* [8, с. 40].

Представленная в ВСНХ смета КЕПС была, таким образом, одобрена. Декретом Совнаркома от 12 апреля 1918 г. закреплялось финансирование работ Академии наук в области изучения природных ресурсов страны [11, с. 50].

Уже 17—18 апреля Н. С. Курнаков знал, что пожелания, высказанные в «Объяснительной записке», приняты Советским правительством и Академия наук получит необходимые деньги на организацию научных исследований.

31 мая 1918 г. Совнарком вынес постановление отпустить Академии наук аванс в размере 350 000 руб. «в счет сметы первого полугодия для производства неотложных работ» [8, с. 38].

18 апреля 1918 г. В. И. Ленин составляет «Набросок плана научно-технических работ», в котором обобщает обсуждавшиеся на заседании Совнаркома 12 апреля вопросы и выдвигает генеральную задачу:

«Академии наук, начавшей систематическое изучение и обследование естественных производительных сил России, следует немедленно дать от Высшего совета народного хозяйства поручение образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России»<sup>8</sup>.

14 июня 1918 г. на заседании Совета КЕПС<sup>9</sup> ученый секретарь Совета А. Е. Ферсман «доложил пожелание пред-

---

<sup>8</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 228. В. И. Ленин был знаком с трудами КЕПС. В примечании к «Наброску плана научно-технических работ» Владимир Ильич написал: «NB: Надо ускорить издание этих материалов изо всех сил, послать об этом бумажку и в Комиссариат народного просвещения, и в союз типографских рабочих, и в Комиссариат труда» [там же].

<sup>9</sup> Во главе КЕПС стоял Совет, председателем которого был В. И. Вернадский, а товарищем председателя — Н. С. Курнаков. В состав Совета входили И. П. Бородин, А. П. Карпинский,

седателя Совнаркома выяснить те взгляды, которых придерживаются представители науки и научные общества по вопросу о ближайших задачах русской науки.

Н. С. Курнаков, С. Ф. Ольденбург и Н. И. Андрусов подчеркнули всю важность вопроса, тесно связанного с современными принципами и устоями науки, и предложили передать вопрос на обсуждение в более мелкие научные учреждения.

Положено: 1) просить президента Академии наук А. П. Карпинского доложить вопрос на совещании высших ученых учреждений и в Общем собрании Академии наук; 2) просить С. Ф. Ольденбурга срочно оповестить научные общества о положении данного вопроса и 3) просить ученого секретаря сделать по этому вопросу доклад на следующем заседании Комиссии» [8, с. 48—49].

Уже 19 июня А. Е. Ферсман как ученый секретарь КЕПС представил «Основные положения Записки о задачах научного строительства», которые были одобрены Советом КЕПС. Общее собрание Академии наук 26 июня обсудило текст «Записки», а 29 июня она детально обсуждалась Советом КЕПС. Н. С. Курнаков как исполняющий обязанности председателя КЕПС, естественно, принимал самое непосредственное участие в подготовке окончательного текста «Записки КЕПС о задачах научного строительства, составленной по предложению В. И. Ленина» [8, с. 49—55].

Был создан замечательный, глубоко продуманный документ, охватывающий как все «основные принципы научного строительства, так и те конкретные мероприятия, которые должны лежать в основе планомерной государственной работы» [8, с. 49].

В частности, в «Записке» говорилось: «Только в продуманном и гармоническом сочетании двух крайних членов единого знания — теоретической науки и прикладных дисциплин — Совет видит залог широкого просвещения и научного творчества — этих основных элементов государственной жизни и культурного преуспеяния народа» [8, с. 50]. Среди многих задач по научному строительству назывались: «Учет природных богатств страны с точки зрения их распределения по территории, количественных запасов и свойств... Планомерная организация работ по прикладной химии... Исследование соляных озер, источников и мине-

---

В. Л. Комаров, А. Н. Крылов, С. Ф. Ольденбург, В. А. Стеклов и другие ученые.

ральных вод как продуктов питания и элементов лечения, как основ химической промышленности...» [8, с. 50—51].

7 марта 1919 г. Н. С. Курнаков как исполняющий обязанности председателя КЕПС написал письмо в Наркомпрос, в котором подчеркивал, что «обширная задача изучения природных богатств и их промышленного использования представляет собой вопрос государственного значения» (цит. по [12, с. 191]).

19 апреля 1920 г. Н. С. Курнаков вновь направил в Наркомпрос Записку, в которой особое внимание обратил на

экспедиционную деятельность ученых Академии наук «с целью обследования различных типов природных богатств... и сбора материалов для дальнейшего научного их изучения» (цит. по [12, с. 199]).

22 марта 1923 г. в Москве в Политехническом музее на пленарном заседании Всероссийской конференции по изучению производительных сил страны Н. С. Курнаков выступил с докладом, который закончил словами: «Именно химическому методу принадлежит великое будущее в деле умножения богатств страны. Россия вступает теперь в новую эпоху использования запасов своих полезных ископаемых посредством переработки сырья при содействии химических и металлургических процессов, связанных с глубокими изменениями во внутренней природе вещества. Чем сложнее, чем деликатнее эти процессы, тем более утонченными должны быть средства химических испытаний» [12а].

В тот же день в газете «Экономическая жизнь» (№ 63) Н. С. Курнаков опубликовал статью, в которой рассказал о работе КЕПС, связанной с организацией исследований и освоением природных богатств страны.

В те годы, по словам А. Е. Ферсмана, «была составлена развернутая программа новых научных исследований и был дан огромный толчок новой работе, началу организации новых различных отделов в Комиссии и было положено начало



**Александр Евгеньевич  
Ферсман**

новым ячейкам, из которых потом постепенно создались отдельные, отпочковавшиеся самостоятельные научно-исследовательские институты» (цит. по [8, с. 255]).

### Научно-исследовательские институты — новая форма объединения научных коллективов

В апреле 1917 г. при Министерстве народного просвещения была создана Комиссия по ученым учреждениям. В ее состав вошли видные ученые В. И. Вернадский, Н. С. Курнаков, С. Ф. Ольденбург, Д. С. Рождественский и др. Комиссия разработала обширную программу, связанную с созданием новых исследовательских институтов, с организацией научных съездов, финансированием научных работ. Но все это осталось на бумаге. У Временного правительства не оказалось средств для реализации этой программы (один день войны обошелся России в миллион рублей).

В первые годы Советской власти перед нашей наукой встали неотложные задачи в области изучения естественных производительных сил страны, восстановления промышленности и создания новых производств. Все это потребовало значительного расширения объема исследовательских работ, придания им новых организационных форм. Для решения научных проблем требовался большой коллектив сотрудников. Без общих усилий коллективного труда уже не мыслился быстрый научный и технический прогресс. Что требовалось для воплощения в жизнь новых форм организации исследовательских работ? На этот вопрос ученые ответили определенно и четко — нужно организовать новые научно-технические общества и строить новые профилированные научно-исследовательские институты, призванные глубоко и всесторонне разрабатывать отдельные, наиболее актуальные научно-технические проблемы.

Вот почему Н. С. Курнаков так активно выступал за создание нового научно-исследовательского института для изучения металлических, солевых и органических систем. Для этой цели необходимо было большое количество наблюдений, которые «становятся обыкновенно не под силу одному лицу, а требуют участия нескольких экспериментаторов, работающих согласно определенному плану. Такой переход к коллективной работе характерен для переживаемого времени; он обуславливает продуктивность научного исследования, но возможен только в лабораториях и институтах с выработанной заранее организацией и снабженных достаточными материальными средствами» [13, с. 165—166].

## Институт физико-химического анализа (ИФХА)

10 декабря 1916 г. Н. С. Курнаков на заседании КЕПС выступил с Запиской о необходимости создания специального института физико-химического анализа. 10 января 1917 г. в Академии наук было созвано объединенное заседание КЕПС и Военно-химического комитета при Отделении химии Русского физико-химического общества. На этом заседании председатель КЕПС академик В. И. Вернадский сделал доклад «О государственной сети научно-исследовательских институтов», в котором вновь призывал к организации при КЕПС научных учреждений для выяснения и использования естественных производительных сил, без чего докладчик считал невозможным быстрое продвижение в этой области [14]. На этом же заседании вице-председатель КЕПС академик Н. С. Курнаков выступил с докладом «Исследовательский институт физико-химического анализа» [13], в котором, подчеркнув необходимость изучения природных богатств научными методами и кратко изложив сущность метода физико-химического анализа, обратил внимание на первоочередные объекты исследования — металлические сплавы и природные соли.

Перед авторитетным собранием ученых Н. С. Курнаков сказал: «С одной стороны, открытие периодического закона и успехи изучения растворов открыли новые горизонты для минеральной химии вообще и для исследования металлов, — в частности. С другой стороны, военная и гражданская техника, при своем постоянном движении вперед, непрерывно изобретает новые металлические комбинации и предлагает запросы относительно ближайшего определения их свойств.

Особенно повышен интерес к металлическим сплавам в настоящее время, когда снаряжение армии и флота, потребности электротехники, автомобильное дело и авиация непрерывно вводят новые металлы для целей практического применения. Вольфрам, молибден, хром, марганец, никель, ванадий, титан, магний, алюминий, платиновые металлы ждут в России своего систематического, научного изучения и надлежащего использования <...>

Из числа различных задач, выдвигаемых современными требованиями... следует также назвать исследование равновесий, свойственных соляным озерам, заливам и лиманам, которые в громадном количестве рассеяны на необозримом пространстве юга и востока нашей страны. Заключающиеся в этих озерах минеральные богатства еще ожидают своего

практического применения и только теперь начали привлекать к себе внимание» [15, с. 186, 187]. Здесь же Н. С. Курнаков назвал как ближайшую и важнейшую задачу исследование равновесий в водной взаимной системе хлористый натрий—серноокислый магний, уже начатое в лабораториях Академии наук, Политехнического и Горного институтов. Оно было необходимо для выяснения условий выпадения кристаллов солей в заливе Кара-Богаз-Гол.

«...указанные выше технические и естественно-исторические приложения весьма велики, но этот молодой отдел химической науки (физико-химический анализ.— Ю. С.) получает в настоящее время еще более важное значение для разрешения самых широких задач химической философии и теории познания. Проникая своими новыми методами далеко за пределы, доступные до сих пор для обычных химических работ, он уже теперь начинает доставлять материал, который затрагивает в самом существе такие основные вопросы теоретической химии, как понятие о химическом индивидуе, характеристика закона кратных пропорций и т. д. Тесно связанное с подобными вопросами рассмотрение жидких и твердых *фаз переменного состава* расширяет горизонт наших представлений о химическом соединении и открывает перед исследователем неизведанные, девственные области» [15, с. 188].

В заключение своего доклада Н. С. Курнаков отметил, что дальнейшая разработка физико-химического анализа «требует участия нескольких экспериментаторов, работающих согласно определенному плану <...>

Подобный переход к коллективной работе характерен для переживаемого времени; он обуславливает продуктивность научного исследования, но возможен только в лабораториях и институтах с выработанной заранее организацией и снабженных достаточными материальными средствами.

В настоящее время мы имеем готовые кадры работников, и создание исследовательского института физико-химического анализа, организованного согласно указанным выше научно-техническим запросам, потребует главным образом объединения имеющихся сил и доставления необходимых средств» [там же].

1 апреля 1918 г. Н. С. Курнаков написал «Объяснительную записку КЕПС к временному уставу Института физико-химического анализа». В ней он подчеркивал следующее:

«Задачи Института физико-химического анализа находятся в самой тесной связи с переживаемыми потребностями подъема наших производительных сил <...>



Еще больший интерес для переживаемого времени представляют планомерные работы, которые имеют целью изучение неотложных вопросов, связанных с производством в России новых металлов и сплавов. К числу подобных задач в первую очередь следует отнести изучение свойств сплавов, необходимых для машиностроения и, в частности, в автомобильном деле и авиации <...>

Не подлежит сомнению, что методы физико-химического анализа указывают нам на тот путь, по которому мы должны следовать для получения точных ответов на поставленные вопросы <...>

Ввиду того огромного значения, какое приобретает в настоящее время метод физико-химического анализа, в состоящей при Академии наук Комиссии по изучению естественных производительных сил России академиком Н. С. Курнаковым был разработан и доложен в Общем собрании 10 января прошлого года (1917.— Ю. С.) проект создания особого исследовательского Института физико-химического анализа, а в заседании 27 мая был принят и самый устав этого института, который в июне месяце был одобрен Комиссией по ученым учреждениям и предприятиям при Министерстве народного просвещения и внесен ею на рассмотрение Временного правительства.

В настоящее время Комиссия считает своим долгом вновь указать на необходимость скорейшего создания этого столь нужного института.

Однако ввиду переживаемых государством финансовых затруднений Комиссия не возбуждает в настоящее время ходатайства о постройке для института особого здания со специальными лабораториями и об учреждении постоянного штата и считает возможным разрешить поставленные на очередь неотложные вопросы, связанные с производством в России новых металлов и сплавов и с использованием минеральных богатств наших соляных озер, научными силами существующих уже химических лабораторий — Горного и Политехнического институтов и Академии наук, которые в связи с переживаемым моментом последние годы уже работают над некоторыми из этих вопросов, согласно заданиям Артиллерийского, Электротехнического и других ведомств, и создали уже вполне опытных и надежных специалистов <...>

Это дает возможность теперь же, не дожидаясь особого здания и избегая больших затрат на его постройку, оборудование и содержание, приступить к систематическим исследовательским работам для успешного использования ми-

неральных богатств нашего государства ... Не дать расплыться этим силам при осуществляемой уже ныне демобилизации, поддержать налаженную уже работу в этом направлении является неотложной задачей государственной важности. Силы эти собраны, и специалисты подготовлены с большим трудом. Работа идет и сейчас, ее необходимо не прекращать» [16, с. 129—131].

Первое заседание ученого совета созданного Института физико-химического анализа состоялось 11 мая 1918 г. в Химической лаборатории Академии наук. На заседании была принята программа работ двух отделов института — общего и металлографического. Общий отдел должен был сосредоточить исследования по вопросам теории физико-химического анализа, по соляным и органическим системам, а также по природным солям. В металлографическом отделе были сосредоточены работы по металлическим сплавам.

Директором института был утвержден академик Н. С. Курнаков.

Уставом Институт физико-химического анализа определялся как «ученое учреждение, имеющее целью разрабатывать общие методы для определения соотношений между составом и измеряемыми свойствами равновесных систем», а также «прилагать названные методы к планомерному исследованию... которое может иметь значение для изучения и использования производительных сил России» [16, с. 132, примеч. 9].

Пусть современный читатель не представляет себе солидное здание научно-исследовательского института, с хорошо оборудованными лабораториями. Как таковое Института физико-химического анализа не существовало: Академия наук не могла в то время предоставить новому институту ни помещения, ни оборудования<sup>10</sup>. Работы Института физико-химического анализа велись в Химической лаборатории Академии наук, в лаборатории аналитической химии Горного института и в лаборатории общей химии Политехнического института. Во главе всех трех лабораторий стоял Н. С. Курнаков.

Такая организация институтов (на общественных началах, как бы мы сейчас сказали) имела в то время неопенимое значение. И надо было обладать большим талантом организатора науки, чтобы выдвинуть в то трудное время единственно правильный путь создания подобных научных

---

<sup>10</sup> Только в 1932 г. институт получил помещение — небольшой двухэтажный дом на Васильевском острове.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУКЪ  
КОМИССИЯ ПО ИЗУЧЕНЮ ЕСТЕСТВЕННЫХЪ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХЪ СИЛЪ РОССИИ

ИЗВѢСТІЯ ИНСТИТУТА  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАГО АНАЛИЗА

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Н. С. Курнакова и Б. Н. Жижаловскаго.

Т о м ъ I

ПЕТЕРБУРГЪ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1921

Титульный лист первого тома  
«Известий Института физико-химического анализа» (1921)

учреждений. Без такого подхода вряд ли бы были созданы научные институты, сыгравшие в дальнейшем столь важную роль в развитии народного хозяйства страны.

«При организации КЕПС, во время войны, когда было очень трудно добиться хорошего оборудования новых лабораторий и надо было достигнуть быстрых результатов, по идее акад. Н. С. Курнакова было решено достигнуть нужных результатов, распределяя работу в *существующие лаборатории*», — так писал В. И. Вернадский в 1928 г. [17, с. 32].

В конце 1919 г. увидел свет первый том «Известий Института физико-химического анализа» под редакцией Н. С. Курнакова и Б. Н. Меншуткина<sup>11</sup>.

Сотрудники Института физико-химического анализа приступили к выполнению различных исследований сразу же после его создания. В отчете о деятельности института в июле—августе 1918 г. отмечалось, что С. Ф. Жемчужный завершил исследования по теме «Поле кристаллизации хлористого натрия из естественных рассолов». Сотрудники института принимали участие в работе Отдела по редким элементам и радиоактивным веществам, исследовали свойства редких элементов — урана, ванадия, и других, а также их сплавов.

В мае 1918 г. Отдел электротехнической промышленности ВСНХ подготовил «Записку», в которой обсуждались научно-технические проблемы, «заслуживающие самого серьезного внимания» ученых. Среди этих проблем считалась весьма актуальной проблема изучения алюминия и его сплавов. Н. С. Курнаков был полностью согласен с этим предложением, и уже в августе он сообщил Совету КЕПС, что Институт физико-химического анализа находит это предложение «вполне своевременным и может принять на себя научную разработку металлографических вопросов в новой и важной области легких сплавов алюминия и магния» (цит. по [12, с. 89]).

Под руководством Н. С. Курнакова была составлена «Программа систематических работ в этом направлении», которая была рассчитана на несколько лет вперед. Уже осенью 1918 г. Г. Г. Уразов работал по теме «Сплавы алюминия и магния». Меньше чем за год (май 1918 — март 1919 г.) сотрудники института выполнили свыше 20 исследований.

В Архиве Академии наук сохранился отчет о деятельности Института физико-химического анализа за 1920 г., из которого мы узнаем, в каких условиях приходилось работать сотрудникам института. В отчете указывалось, что «деятельность института... в 1920 г. развивалась в том же направлении, как и предыдущие годы, но протекала еще в

---

<sup>11</sup> С 1919 по 1956 г. вышло 27 томов «Известий Института (Сектора) физико-химического анализа». Содержание томов охватывает все разделы теории и экспериментальной методики ФХА и все многочисленные и разнообразные приложения его к исследованию металлических, соляных, как безводных, так и водных, систем, органических систем, а также природных объектов (минералы, руды, соли и др.).

*М. М. Введенский  
Сергею Александровичу Моговичу  
от М. М. Введенского*

ВВЕДЕНИЕ  
В  
ФИЗИКОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

(ТРИ РЕЧИ)

АКАД. Н. С. КУРНАКОВА

---

Научное Химико-Техническое Издательство  
Научно-Технический Отдел В. С. Н. Х.  
ЛЕНИНГРАД  
1925

**Титульный лист книги Н. С. Курнакова  
«Введение в физико-химический анализ» (1925)**

более тяжелых условиях, чем в 1919 г. Начиная с января и до марта 1920 г. лаборатории института были вынуждены прекратить деятельность вследствие недостатка топлива, газа и электрической энергии. С первых теплых дней лаборатории начали оживать, и летом работа в них протекала почти нормально... Ныне с наступлением зимы 1920 г. лаборатории вновь замерзают и снова вступают в фазис замирания. Тяжелые условия личной жизни заметно понизили научную производительность и энергию сотрудников института». Но и в таких условиях исследовательская работа продолжалась. Как отмечалось в отчете, «дружная семья

членов и сотрудников института, объединившаяся вокруг своего учителя академика Н. С. Курнакова, связанная тесными узами многолетней дружной работы, сохраняла известную бодрость духа и старалась не ослаблять своей деятельности, воодушевляясь сознанием огромной пользы своей научной работы в деле познания естественных богатств России и способов их использования» (цит. по [12, с. 191—192]).

Несмотря на тяжелые условия сотрудники ИФХА выполнили и опубликовали ряд работ, ознаменовавших новый этап в развитии физико-химического анализа.

В 1925 г. вышла в свет книга Н. С. Курнакова «Введение в физико-химический анализ». Эта книга, переработанная и дополненная новыми работами Курнакова, переиздавалась три раза. Последнее, четвертое, издание вышло в 1940 г.

#### Институт по изучению платины и других благородных металлов

Вопрос об организации аффинажа уральской сырой платины в России поднимался русскими учеными неоднократно. Н. С. Курнаков был одним из тех, кто понимал, что этот вопрос требует государственного решения. По его инициативе при Горном департаменте Министерства торговли и промышленности была создана в 1910 г. Комиссия по организации аффинажа уральской платины в России.

Профессор О. Е. Звягинцев, хорошо знавший историю этого вопроса, в одной из своих статей, посвященной изучению металлов платиновой группы в нашей стране, пишет, что «работа комиссии скоро была прекращена, так как германский посол сделал правительству представление о несовместимости ее работ с русско-германским договором, заключенным в 1904 г. Позже, когда срок этого кабального договора истек, снова возник вопрос об организации аффинажа в России. В лаборатории Н. С. Курнакова в 1915—1916 гг. Н. Н. Барабошкин и Н. И. Подкопаев<sup>12</sup> разработали метод аффинажа платины» [18, с. 127].

---

<sup>12</sup> Николай Николаевич Барабошкин (1880—1935), окончил Горный институт. Ученик Н. С. Курнакова, под руководством которого занимался разработкой методов аффинажа платины. В 1915—1916 гг. принимал участие в разработке проекта и строительстве первого аффинажного завода в Екатеринбургe (ныне Свердловск). С 1920 г.— директор этого завода; профессор Уральского политехнического института (Свердловск).

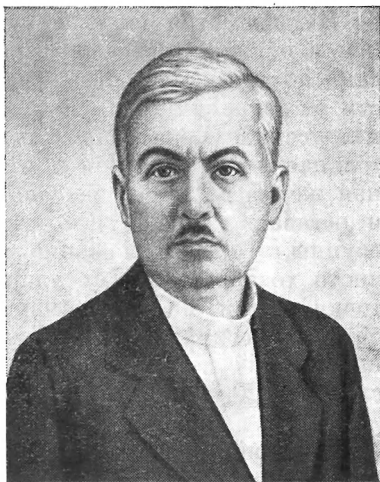
О Н. И. Подкопаеве см. в главе шестой.

В 1916 г. в «Отчетах о деятельности Комиссии по изучению естественных производительных сил России» было опубликовано мнение Н. С. Курнакова о русской платине [19]. Ученый особое внимание обратил на необходимость организации в России производства чистых металлов платиновой группы (платины, иридия, родия, осмия, палладия, рутения) и их сплавов и соединений, применяемых и в лабораторной практике, и в технике, например для изготовления платинородиевых термоэлементов.

«Производство названных металлов, сплавов из них, вытяжку проволоки и измерение электродвижущих сил следует установить немедленно», — писал Н. С. Курнаков [19, с. 98].

4 апреля 1916 г. выдающийся специалист в области химии платиновых металлов Лев Александрович Чугаев (1878—1922) выступил на заседании КЕПС с докладом о мерах по обеспечению рационального использования русских платиновых руд. Весной 1917 г. в составе КЕПС начала работать подкомиссия для рассмотрения вопроса о мобилизации и добыче русской платины (в апреле месяце эта подкомиссия была преобразована в Платиновый отдел КЕПС) [20, с. 138, примеч. 2].

Но еще 10 января 1917 г. Л. А. Чугаев на совместном заседании КЕПС и Военно-химического комитета выступил с проектом организации нового института для изучения платины, золота и других благородных металлов [21]. Это предложение было активно поддержано Н. С. Курнаковым, который 1 апреля 1918 г. совместно с А. Е. Ферсманом составил объяснительную записку [20], где говорилось: «Металлы платиновой группы — платина, иридий, родий, палладий, осмий и рутений — составляют исключительное национальное богатство Российского государства, так как свыше 95% всей мировой добычи шпиховой платины падает на Россию <...>



**Николай Николаевич  
Барабощкин**

Но, несмотря на свое исключительное мировое положение в отношении добычи платины и ее спутников, Россия сама до последнего времени находилась в полной зависимости от заграничного рынка, так как до последнего времени на русских заводах выделялась и очищалась лишь незначительная доля добываемой в России платиновой руды, главная же масса ее вывозилась для этой цели за границу, где и оставались почти все драгоценные металлы платиновой группы. Такое положение дел ненормально не только с точки зрения интересов государственной точки зрения, но и с точки зрения интересов научного знания, роста научной работы в России, так как весь научный способ обработки руд платиновых металлов сейчас пропадает для нее почти бесследно» [20, с. 136].

Как и в случае Института физико-химического анализа, Н. С. Курнаков предлагал в связи с финансовыми затруднениями не возбуждать ходатайства «о постройке для института особого здания со специальными лабораториями и об утверждении постоянного штата» и считать возможным «разрешить поставленные на очередь неотложные вопросы, связанные с производством в России платиновых металлов, сплавов их и изделий, научными силами существующих уже химических лабораторий Петроградского университета, Горного и Политехнического институтов <...>

Мы имеем в настоящее время и готовые кадры опытных работников. Не дать распылиться этим силам при демобилизации, поддерживать налаженную работу и обеспечить возможность разработки силами русских химиков способов разделения платиновых металлов и применения их для различных технических целей является неотложной задачей правительства» [20, с. 137—138].

Тогда же, 1 апреля 1918 г., Н. С. Курнаков подписал «Устав Института для изучения платины и других благородных металлов». Согласно уставу, институт «есть ученое учреждение, имеющее целью:

а) разработку методов для разделения платины и ее спутников друг от друга и для получения их в чистом состоянии;

б) систематическое физико-химическое и минералогическое исследование руд платины и других металлов платиновой группы различных месторождений, разработку и усовершенствование необходимых для этого аналитических и иных приемов;

в) всестороннее научное исследование металлов платиновой группы и химических соединений;





**Лев Александрович  
Чугаев**

г) изучение физических свойств платиновых металлов в свободном состоянии и в виде сплавов, а также золота и серебра;

д) исследование по вопросу о разнообразных технических применениях платины и ее спутников (например, в качестве катализаторов, как материал для приготовления различных приборов и т. п.).

Помимо того, в круг деятельности института входит разработка и обсуждение различных вопросов, связанных с подготовкой мероприятий для обеспечения наилучшей постановки платиновой промышленности в России, для наиболее полного использования и охраны имеющихся месторождений платины и т. п.» [22, с. 139].

Устав был утвержден Совнаркомом. Первым директором Института для изучения платины и других благородных металлов стал Л. А. Чугаев. Он руководил институтом до 1922 г. 24 сентября 1922 г. пришло скорбное известие: в ночь на 23 сентября Лев Александрович скончался от ти-

фа в г. Грязовец Вологодской области. Это была огромная потеря для отечественной науки и промышленности. Чтобы сохранить детище Чугаева, Н. С. Курнаков руководство институтом взял на себя (3 октября 1922 г.). Он бережно сохранил спаянный коллектив—учеников и сотрудников Чугаева — и дал ему возможность продолжать исследования по тем основным направлениям, которые были указаны в уставе института.

Журнал «Известия Института по изучению платины и других благородных металлов», основанный в 1919 г., отражал большую плодотворную работу учеников Л. А. Чугаева и других специалистов в области химии комплексных соединений.

По инициативе Н. С. Курнакова в институте были образованы две комиссии: аналитическая и аффинажная.

Аффинажу сырой платины Н. С. Курнаков придавал огромное значение. Еще 5 июля 1918 г. на заседании Платинового отдела КЕПС Курнаков выступил с сообщением «Технические последствия введения аффинажа платины в России», подготовленным совместно с С. Ф. Жемчужным. В нем предлагалась конкретная программа исследований по аффинажу платины с целью «поставить платиновое дело в нашей стране на должную высоту».

В конце 1922 г. между государственным трестом «Урал-платина» и научным Институтом для изучения платины и других благородных металлов был заключен договор о разработке институтом методики анализа и аффинажа платиновых металлов с целью организации выпуска всех металлов платиновой группы в чистом виде.

Успехи работы сотрудников аффинажной комиссии были впечатляющими. За короткий срок разрабатываются методы получения всех спутников платины<sup>13</sup>, исследуются свойства чистых платиновых металлов, торговых сортов русской и заграничной платины, даются рекомендации по стандартизации металлов. Все эти работы способствовали созданию в СССР платиновой промышленности.

---

<sup>13</sup> Аффинажный завод в Екатеринбурге (Свердловске), построенный зимой 1916/17 г., начал выпускать в 1918 г. платину, в 1923 г.—палладий и иридий, в 1925 г.—родий, в 1926 г.—осмий, в 1930 г.—рутений. К началу 1930-х годов была разработана совершенная технология извлечения платины и всех ее спутников из платиновой руды. Это была большая победа советской науки и техники [23, с. 213—228].

16 августа 1918 г. Совет Народных Комиссаров принял декрет «Об учреждении Научно-технического отдела ВСНХ». Одним из ведущих подразделений НТО стали научные комиссии (московская и петроградская). Председателем петроградской комиссии был назначен Н. С. Курнаков. Комиссия объединяла 29 научных учреждений. В ее состав входили такие видные ученые, как А. Н. Крылов, В. Н. Ипатьев, А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественский, Л. А. Чугаев, А. Е. Ферсман, М. А. Шателен и многие другие.

В конце 1918 г. петроградские химики Н. С. Курнаков, Л. А. Чугаев, В. Е. Тищенко, В. Н. Ипатьев, А. Е. Ферсман, А. И. Горбов и другие ученые разработали проект устава Института прикладной химии<sup>14</sup>.

4 января 1919 г. в заседании коллегии НТО выступил председатель коллегии НТО Н. П. Горбунов. Он ознакомил членов коллегии с проектом устава Института прикладной химии, который предусматривал: «а) Изучение различных вопросов химии и химической технологии, имеющих промышленное значение; б) осуществление в опытно-заводском масштабе химических производств, подготовленных предварительными лабораторными исследованиями; в) консультационная работа по различным научно-техническим вопросам, возникающим в области химической промышленности; распространение сведений по прикладной химии в России» [24, с. 306].

1 февраля 1919 г. на заседании НТО ВСНХ были утверждены устав и члены-учредители Российского института прикладной химии. В мае 1919 г. институт был открыт. Ему было отведено помещение бывшего спирто-водочного завода, расположенного на Ватном острове, что на Петроградской стороне, около Биржевого моста (ныне мост Строителей). Директором института был утвержден Н. С. Курнаков. Первоначально в институте было создано одиннадцать отделов<sup>15</sup>, которые возглавили такие видные ученые, как

<sup>14</sup> Впервые проект создания Института прикладной химии был выдвинут Н. С. Курнаковым и Л. А. Чугаевым еще в 1916 г. Этот проект, как и другие проекты создания научно-исследовательских институтов, в то время не получил поддержки.

<sup>15</sup> Отделы химико-фармацевтический; химически чистых реактивов; отдел эксплуатации глауберовой соли и других природных солей; отдел платиновых металлов; электрохимический отдел; отдел целлюлозы и ее дериватов; отделы красок, искусственных удобрений, нефти и жиров; отдел «горение и топливо»; отдел взрыва-

Л. А. Чугаев, А. Е. Фаворский, В. Е. Тищенко, А. А. Яковкин, А. И. Горбов и др.

Уже в первые годы существования института в его лабораториях и на опытном заводе<sup>16</sup> разрабатывается целый комплекс вопросов, связанных с производством сахарина, вазелина, красителей, бертоллетовой соли и других хлоратов, красного фосфора (для производства спичек). Уже в 1920 г. на опытном заводе действовала установка производительностью 4 пуда красного фосфора в день. Опытный завод разработал схему технологического процесса получения красного фосфора из белого и в 1921 г. предложил Главному управлению спичечной промышленности составить проект завода с годовой производительностью 3—4 тысячи пудов фосфора. В 1922 г. был поднят вопрос о покупке за границей красного фосфора. В письме Госплану Н. С. Курнаков как председатель совета института сообщил, что продукция установки опытного завода с избытком может покрыть всю потребность в фосфоре спичечной промышленности. «Благодаря вмешательству совета института, — указывалось в отчете НТО, — государство было ограждено от многочисленных убытков» [26].

Директором Института прикладной химии Н. С. Курнаков был до 1927 г. За это время в институте были выполнены важные работы, которые нашли отражение в «Известиях Института прикладной химии»<sup>17</sup>, опубликованных в 1922 г. по инициативе и под редакцией Курнакова. Под редакцией Курнакова в 1924—1925 гг. было издано два выпуска «Журнала прикладной химии»<sup>18</sup>. В них опубликованы различные статьи, посвященные актуальным в то время научно-техническим проблемам [27].

Одной из таких острых проблем была проблема получения отечественного алюминия. В первые десятилетия XX в. возникли и стали быстро развиваться новые отрасли промышленности: автомобильная, авиационная, электротехническая и др. Все они нуждались в легких сплавах на основе алюминия. В связи с этим проблема получения алюминия

---

тых веществ. В 1921 г. были организованы еще два отдела: фотохимический и химии пищевых веществ.

<sup>16</sup> Опытный завод был организован в 1916 г. при Военно-химическом комитете; в 1919 г. завод был передан Российскому институту прикладной химии [25].

<sup>17</sup> 27 ноября 1925 г. Коллегия НТО постановила переименовать Российский институт прикладной химии (РИПХ) в Государственный институт прикладной химии (ГИПХ).

<sup>18</sup> Издание «Журнала прикладной химии» было возобновлено в 1928 г.

и его сплавов приобретает в то время особую актуальность.

Вопрос о необходимости получения алюминия из отечественных руд был поставлен В. И. Вернадским и Н. С. Курнаковым еще 18 марта 1915 г. на заседании Отделения физико-математических наук Академии наук. Будущее алюминия, писал В. И. Вернадский в 1916 г., «огромно, как в виде сплавов, так и в виде чистого металла... Это один из наиболее доступных нам элементов, строителей земной коры... А между тем в России как будто нет руд на металлический алюминий. В действительности боксит в России никогда серьезно не искался, хотя существование его залежей чрезвычайно вероятно» [2, с. 87]. Прогноз ученого оправдался уже в 1916 г., когда в бывшем Тихвинском уезде Череповецкой губернии были обнаружены месторождения бокситовых пород<sup>19</sup>.

20 марта 1919 г. на заседании КЕПС Н. С. Курнаков выступил с предложением объединить работы по исследованию бокситов. Он отметил, что «вопрос об утилизации глиноземных препаратов привлекает за последнее время усиленное внимание ученых и промышленных кругов...» [24, с. 185].

В 1922 г. на III Менделеевском съезде Н. С. Курнаков (совместно с Г. Г. Уразовым) выступил с докладом «Термический анализ глин и бокситов», в котором отметил, что «открытие в Тихвинском уезде бокситовых пород среди каолиновых глин имеет большое практическое значение для обоснования русской алюминиевой промышленности» [29, с. 37—38].

В 1924 г. в первом томе «Журнала прикладной химии» была опубликована большая статья Н. С. Курнакова (совместно с Г. Г. Уразовым) «Химический и термический анализ тихвинских бокситовых пород». В ней приведена интересная историческая справка о начале химических исследований тихвинских бокситов: «...когда в 1919 г. была начата детальная разведка этих месторождений Управлением промышленных разведок Северной области, то перед управлением встал вопрос о параллельном химическом исследовании полученных разведкою образцов. Ввиду этого главный инженер Северной области Н. Е. Паршин обратился с прось-

---

<sup>19</sup> Бокситы — это алюминиевые руды, представляющие собой смесь окислов алюминия  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$  и  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  с примесью каолинита  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$  и окислов железа в различных пропорциях. Бокситы были обнаружены случайно в Тихвинском уезде жителем г. Тихвин, бывшим моряком, П. Н. Тимофеевым [28, с. 40].

бой к Н. С. Курнакову оказать содействие в организации химических исследований тихвинских бокситовых пород, собранных разведкою. Вначале с этой целью предполагалось устроить небольшую химическую лабораторию на месте разведок, но неосуществимость этой скромной задачи в тогдашних условиях заставила отказаться от этого намерения; тогда было решено производить химические анализы в Петрограде, в лаборатории общей химии Петроградского политехнического института, деятельность которой в этом направлении началась с 1 марта 1920 г. До ноября 1921 г. в ней было произведено под руководством Г. Г. Уразова около 400 анализов образцов Губско-Погаевского поля; к этому времени была организована также при содействии Н. И. Подкопаева и Г. Г. Уразова химическая лаборатория на месте разведок, которая и стала обслуживать нужды разведки по производству химических анализов» [30, с. 15].

В 1925 г. Н. С. Курнаков принял активное участие в работе Первого Всесоюзного совещания по цветным металлам (30 марта — 6 апреля). На одном из заседаний совещания ученый высказал свое мнение об организации научных исследований и внедрении их результатов в промышленность. Он сказал: «В настоящее время перед металлургией цветных и вообще нежелезных металлов стоит громадная и ответственная задача выработки и применения на практике целого ряда новых процессов. Правильный переход от лабораторного опыта к заводскому масштабу требует промежуточных операций в полузаводском масштабе на соответствующих опытных заводах или испытательных станциях» [31, с. 390].

Одна из самых актуальных задач, обсуждаемых на совещании, была связана с проблемой организации алюминиевого производства в СССР, без которого не могла развиваться авиационная промышленность. Поэтому центральным докладом на совещании был доклад Н. С. Курнакова, В. П. Ильинского, Э. В. Брицке и С. Д. Шеина «Об использовании тихвинских бокситов для получения алюминия». Приведем две выдержки из этого доклада, сыгравшего важную роль в решении проблемы получения алюминия из отечественного сырья.

«Едва ли нужно говорить о том, какое огромное значение имеет установление выплавки алюминия на собственном сырье для СССР, и в частности для Северо-Западной области; уже одно то обстоятельство, что явится полная независимость от внешнего рынка в таком важном в деле обороны страны продукте, каким является алюминий, долж-

но заставить употребить все усилия для доведения этого дела до благополучного конца <...>

Помимо устранения зависимости от заграницы, разработка в СССР способов извлечения чистой окиси алюминия из Тихвинских бокситов сохранит русские деньги и будет способствовать развитию нашей науки и техники» [32, с. 454, 455].

Доклад вызвал оживленные прения. Заклучая обсуждение данного вопроса, Н. С. Курнаков сказал: «История алюминия у нас начинается с 1918 г. Даже не прошло еще 10 лет. Собственно, в России вопрос об алюминии только тогда и поднялся, когда мы нашли тихвинские бокситы. Однако, в сущности говоря, только со времени настоящего совещания мы получаем уверенность в том, что наши работы могут иметь государственное значение и будут поставлены планомерно. Год тому назад были еще сомнения, есть ли у нас бокситы в таком количестве, чтобы на них можно было базироваться в промышленном отношении. Я согласен, что пока мы не имеем громадных количеств таких бокситов, которые являлись бы первосортными. Мы слишком привыкли снимать сливки и не привыкли работать с бедными материалами. Наши бокситы дают хороший урок, хорошую школу для наших химиков и металлургов. Приходится шевелить мозгами, находить соответствующий материал; нельзя здесь применять готовые методы, которые может дать Западная Европа, а нужно самим их вырабатывать <...>

То, что сделано, дает планомерные пути для разрешения глиноземного вопроса. Я думаю, что среди этих путей мы найдем тот, который даст нам нужные результаты» [33, с. 483—484].

Выступление академика дышало оптимизмом и уверенностью в том, что уже через несколько лет в нашей стране будет организовано производство алюминия. Слова Н. С. Курнакова, что «в скором времени ожидается появление русского алюминия», основывались на конкретных данных. В руководимом им Институте прикладной химии начиная с 1922 г. велись исследования по разработке способа получения глинозема из тихвинских бокситов (А. А. Яковкин<sup>20</sup> и С. И. Лилеев). Под общим руководством Курнакова были проведены исследования состава этих бокситов.

<sup>20</sup> В «Записке об ученых трудах профессора А. А. Яковкина» Н. С. Курнаков (совместно с Д. П. Коноваловым и В. Н. Ипатьевым) отметил, что в научных трудах Яковкина «с наглядностью было показано могущество современных физико-химических методов для проникновения в сущность превращений вещества

Применение одного из способов физико-химического анализа, а именно метода кривых нагревания, для изучения бокситов и сопровождающих пород дало весьма важные результаты. Этот метод явился драгоценным средством для получения характеристик гидратных форм глинозема в этих сложных, аморфных веществах, трудно поддающихся обычному анализу. Полученные данные оказали существенную помощь при изучении процесса спекания бокситов пихты, являющегося одним из этапов при получении окиси глинозема из тихвинских бокситов, необходимой для получения металлического алюминия электролитическим способом.

Из воспоминаний крупного специалиста по производству алюминия Чадука Бабакаевича Дурунчи:

«В бытность Н. С. Курнакова директором Государственного института прикладной химии (ГИПХ) в 1927—1928 гг. он уделял особое внимание работам по изучению способа получения окиси алюминия методом содово-известкового спекания. По его инициативе и при постоянном его внимании была смонтирована в ГИПХ полузаводская установка по получению окиси алюминия. Именно из этой окиси алюминия впоследствии, с 1930 г., на заводе „Красный выборжец“ в Ленинграде проф. П. П. Федотьевым<sup>21</sup> были получены первые слитки советского алюминия...

---

(...) Его исследования направлены на разрешение важнейших задач, которые стоят перед нашей химической промышленностью. Вместе со своими сотрудниками А. А. занимается экспериментально разрешением вопроса о связанном азоте и извлечении глинозема из тихвинских бокситов. При этом разработан способ осаждения гидрата глинозема из растворов алюминатов (взят патент в 1925 г.). Много труда было посвящено изучению физико-химических условий обезвоживания глауберовой соли Карабугазского залива в присутствии аммиака и спиртов (Привилегия с Грожаном 1914 г.). На основании вышеизложенного мы предлагаем проф. А. А. Яковкина в члены-корреспонденты Академии Наук по химии» [34, с. 872—873].

<sup>21</sup> Павел Павлович Федотьев (1864—1934), окончил химическое отделение Петербургского технологического института (1888). В 1888—1902 гг. работал на химических предприятиях. В 1903—1904 гг. был командирован в Лейпцигский физико-химический институт В. Оствальда, где выполнил исследование «Аммиачно-содовый процесс с точки зрения учения о фазах» (Изв. Петерб. политехн. ин-та, 1904, т. 1, вып. 3/4, с. 281—334). В 1904—1934 гг. — профессор Петербургского (Ленинградского) политехнического института. Член-корреспондент АН СССР (с 1933 г.). В 1912 г. совместно с В. П. Ильинским, Федотьев опубликовал «Экспериментальное исследование по теории электрометаллургии алюминия», в котором были разработаны научные основы производства алюминия. Подробнее см. [35]. — Ю. С.



После решения правительства о строительстве отечественных алюминиевых заводов в Москве на специальном совещании решался вопрос о методе производства глинозема, который надлежало осуществить на строящихся Волховском (ВАЗ) и Днепровском (ДАЗ) алюминиевых заводах. Н. С. Курнаков категорически высказался за способ Яковкина—Лилеева на ВАЗ и Кузнецова—Жуковского<sup>22</sup> на ДАЗ, считая, что отечественные способы получения глинозема из тихвинского боксита достаточно разработаны и можно уверенно рекомендовать правительству применение их на первенцах советской алюминиевой промышленности» [36, с. 49—50].

14 мая 1932 г. на Волховском алюминиевом заводе были получены первые слитки алюминия. Можно представить радость Николая Семеновича, принимавшего самое активное участие в решении этой большой научно-технической задачи. Как организатор науки и как директор Института прикладной химии Н. С. Курнаков много сделал для того, чтобы сказать, что химики дали своей стране отечественный алюминий.

Еще в начале 1920-х годов, задолго до того, как было создано отечественное производство алюминия и магния, по инициативе и под ближайшим руководством Н. С. Курнакова были предприняты обширные исследования легких сплавов на основе алюминия.

26 августа 1922 г. в Комиссии по алюминию при Русском металлургическом обществе Н. С. Курнаков выступил с сообщением об исследованиях сплавов алюминия с медью («из серии работ по изучению сплавов типа дуралюминия»), имеющих практическое значение в авиационной и автомобильной технике.

В начале 1923 г. Русское металлургическое общество приняло решение образовать при обществе Ассоциацию лабораторий, занимающихся исследованием алюминиевых спла-

---

<sup>22</sup> Профессора А. Н. Кузнецов и Е. И. Жуковский еще в 1915 г. предложили оригинальный способ получения чистого глинозема из алюминиевых руд. В 1920—1921 гг. они проводили опыты электролитического получения алюминия из бокситов. В 1925 г. на Первом Всесоюзном совещании по цветным металлам Кузнецов демонстрировал алюминий, полученный под его руководством в электрометаллургической лаборатории Ленинградского горного института из глинозема тихвинских бокситов. Исследования в этом направлении были продолжены в Институте металлов в Москве. Способ получения глинозема, разработанный Кузнецовым и Жуковским, был использован на Днепровском алюминиевом заводе [28, с. 37, 55, 59, 143].— Ю. С.

вов. Председателем ассоциации был утвержден Н. С. Курнаков.

11 ноября 1923 г. на заседании Петроградского отделения Комиссии по алюминию Н. С. Курнаков предложил для ускорения работы распределить исследования по алюминию в разные лаборатории и перейти от исследований двойных систем (медь—алюминий) к изучению тройных и четверных систем (включить в них марганец, магний, цинк, никель) [28, с. 96].

#### **Институт общей и неорганической химии Академии наук СССР**

14 декабря 1933 г. ЦИК СССР принял постановление «О передаче Академии наук СССР в ведение СНК СССР». На основании постановления СНК СССР от 25 апреля 1934 г. Академия наук была переведена из Ленинграда в Москву.

Химическая ассоциация<sup>23</sup>, объединяющая академические химические институты, под руководством Н. С. Курнакова провела большую организационную работу. На базе малых раздробленных лабораторий были развернуты крупные институты по основным направлениям развития химии: неорганической, органической и физической.

По предложению Н. С. Курнакова, Институт физико-химического анализа, Институт по изучению платины и других благородных металлов, а также Институт химии АН СССР<sup>24</sup> были объединены в Институт общей и неорганической химии АН СССР. В Москве новый институт получил большое помещение в двухэтажном здании на Большой Калужской улице, дом 71 (ныне Ленинский проспект, дом 31).

Н. С. Курнаков, формулируя общие задачи, стоящие перед Институтом общей и неорганической химии, писал: «Три основных, главных направления должны сохраниться в нашей исследовательской работе. При больших изменениях нашего плана они оставались неизменными. Это — три области ве-

---

<sup>23</sup> Химическая ассоциация была организована в 1931 г. Уже в 1932 г. химическое объединение (ассоциация), возглавляемое Н. С. Курнаковым, включало 8 институтов и лабораторий, в которых работало 6 академиков, 65 штатных и 53 сверхштатных научных сотрудника.

<sup>24</sup> Институт химии Академии наук был создан в ноябре 1924 г. на базе Химической лаборатории АН СССР. Руководителем института был Н. С. Курнаков.



Сотрудники Института химии Академии наук СССР (1926)  
Сидят (слева направо): И. А. Андреевский, Н. А. Орлов, В. Н. Ипатьев, Н. С. Курнаков, С. Ф. Жемчужный,  
А. Г. Бергман; стоят (слева направо): О. Е. Звягинцев, Б. А. Муромцев, С. З. Макаров, В. И. Николаев,  
А. Д. Петров, Г. А. Разуваев, Б. Н. Долгов

ществ, являющихся главными объектами изучения физико-химического анализа — „состав—свойство“: 1) металлические равновесия; 2) соляные системы; 3) органические вещества. Трудно отдать которому-либо из них предпочтение в теоретическом или производственном отношении. Все они обещают дальнейшее развитие во многих направлениях. Я думаю, что эти области надолго и прочно утвердятся в нашей работе. На этих областях мы можем исследовать главнейшие соотношения между составом вещества и его свойствами» [7].

В апреле 1936 г. на расширенном заседании президиума Академии наук СССР Н. С. Курнаков выступил с итоговым докладом о деятельности Института общей и неорганической химии. В докладе директора института и содокладах были обрисованы итоги всех направлений работы этого научного учреждения: теоретических по физико-химическому анализу, сосредоточенных в «геометрической бригаде» под руководством самого Курнакова, по изучению металлических сплавов, по изучению систем тензиметрическим, термохимическим, кристаллохимическим и другими методами, по изучению химии комплексных соединений и др. Были доложены также и практические результаты деятельности института по технологии солей, по применению металлических сплавов в авиационной технике, приборостроении, ювелирном деле и других отраслях промышленности, по изучению железных, марганцевых и платиновых руд, а также по аналитической химии.

Н. С. Курнаков обратил особое внимание президиума на работы «геометрической бригады», главной задачей которой была разработка методов изображения многокомпонентных равновесных систем. «Потребность в разработке подобных вопросов обнаружилась уже давно, так как систематическое развитие физико-химического анализа и применение его к исследованию явлений природы и проблемам народного хозяйства приводит к все более сложным объектам. Отметим здесь важные в технологическом отношении процессы получения шлаков, стекол, испарения морской воды и различных озерных рассолов, образование минералов, горных пород из расплавленных магм, получение минеральных солей из сырья сложного состава и т. д. <...>

Являлась настоятельная необходимость внедрения в практику физико-химического анализа метода изображения равновесий с многими независимыми переменными, которые базируются на многомерной геометрии» [38, с. 5, 6].

Далее Н. С. Курнаков остановился на конкретных трудах в этой области некоторых иностранных ученых и в

основном на своих работах и работах своих сотрудников: В. П. Радищева, В. Я. Аносова, В. И. Николаева, Ф. М. Перельман и др.

Доклад Н. С. Курнакова и содоклады его сотрудников: Н. И. Степанова (сектор физико-химического анализа), Г. Г. Уразова (отдел металлических равновесий), С. З. Макарова (отдел соляных равновесий), И. И. Черняева (сектор платины и других благородных металлов) и других товарищей были заслушаны с большим интересом и вызвали оживленные прения.

Вице-президент АН СССР академик Г. М. Кржижановский, заключая обсуждение доклада Н. С. Курнакова, очень высоко оценил деятельность всего института, назвав его «гордостью советской химии». Глеб Максимилианович сказал тогда: «Говорят „Николай Семенович“, а мне в этом слышится „Микула Селянинович“ — русский богатырь» (цит. по [39, с. 142]).

Такая характеристика действительно отражала богатырскую, научную и общественную, деятельность академика Николая Семеновича Курнакова. У всех было общее мнение, что Институт, руководимый академиком Н. С. Курнаковым, активно участвует в развитии народного хозяйства страны.

### Комитет по химизации народного хозяйства СССР

18 марта 1928 г. в газете «Правда» № 66(3898) была опубликована статья «Значение химии в хозяйственном и культурном строительстве СССР», в которой сообщалось, что большая группа ученых-химиков представила Советскому правительству «Записку о значении химии в хозяйственном и культурном развитии СССР»<sup>25</sup>.

В качестве основной идеи в этой «Записке» была высказана мысль о том, что главным условием успешного прове-

<sup>25</sup> «Записку» ученых-химиков подписали: «Акад. В. Ипатьев, проф. Л. Лялин, проф. А. Порай-Кошиц, проф. А. Яковкин, проф. А. Фаворский, проф. В. Тищенко, акад. Н. Курнаков, акад. А. Ферсман, проф. А. Байков, проф. М. Блох, проф. В. Хлопин, проф. В. Курбатов, проф. Д. Лещенко, проф. А. Бах, проф. А. Чичибабин, проф. Б. Швецов, проф. Э. Брицке, инж. М. Гурвич, проф. Н. Воровцов, акад. П. Лазарев, проф. Н. Зелинский, проф. Н. Федоровский, проф. Д. Прянишников, инж. В. Киселев, проф. В. Кочетков, проф. Н. Юшкевич, инж. Д. Эгис, проф. В. Шарвин, проф. И. Тищенко, проф. Е. Шпитальский, директор Института труда УССР Ф. Дунаевский, проф. Б. Минаев, проф. Д. Ласточкин, инж. Надпер, инж. Горнштейн, инж. П. Сазонов, инж. Н. Филиппов».

дения индустриализации СССР является подведение строго научной базы под генеральный план хозяйственного и культурного развития страны. В этот план ученые предлагали включить как первоочередную задачу химизацию народного хозяйства.

«В пределах пятилетнего плана хозяйственного строительства в наших условиях и при наших скромных материальных ресурсах вполне осуществим целый ряд мероприятий, направленных в сторону химизации отдельных технологических процессов. Эти мероприятия могут совершить крупнейший переворот и в корне изменить как техническую физиономию, так и экономическую структуру производства в области металлургии, машиностроения, горного дела, транспорта, текстильной и других отраслей нашего народного хозяйства, значительно снизив себестоимость продукции и повысив эффект капитальных вложений <...>

При разрешении ... хозяйственных задач особое значение приобретает проблема развития химической науки в СССР <...>

Как показывает история, стремительный расцвет химии XIX века, создавший весь блеск химической техники, наблюдаемый в настоящее время, начался и был обусловлен теоретиками: Лавуазье ... Дальтоном, Фарадеем, Дюма, Ле Шателем, Франкландом, Гофманом, Байером, Клапейроном, Зининым, Менделеевым, Бутлеровым и др. Можно сказать, что чем выше был ученый как теоретик, тем яснее он понимал потребности жизни и техники, что видно на примерах Лавуазье, Фарадея, Ломоносова и Менделеева» [40].

Ученые считали, что «неотложной задачей нашей страны является широчайшее и могучее, не считающееся с затратами, развитие научного исследования, и не только в области прикладной, но и теоретической химии» [там же].

Как мы видим, Н. С. Курнаков был среди тех крупнейших химиков нашей страны, кто в марте 1928 г. обратился к правительству СССР со специальной запиской о путях развития народного хозяйства. Он был также членом делегации<sup>26</sup>, принятой 14 марта 1928 г. правительством СССР, и выступил с кратким докладом о значении изучения солевых богатств для развития народного хозяйства СССР.

28 апреля 1928 г. Совет Народных Комиссаров СССР принял постановление «О мероприятиях по химизации народного хозяйства Союза ССР» [41], которое предусматри-

<sup>26</sup> Членами делегации были: А. Н. Бах (глава делегация), Н. С. Курнаков, Н. Д. Зелинский, В. Н. Ипатьев, Э. В. Брицке, В. Я. Курбатов, А. Е. Порай-Кошиц, Н. Н. Ворожцов и др.

вало образование Комитета по химизации народного хозяйства СССР. Комитет, в состав которого вошли виднейшие химики нашей страны, активно включился в реализацию мероприятий по химизации народного хозяйства.

Н. С. Курнаков как член президиума Комитета принял самое деятельное участие в его работе. В апреле 1929 г. на заседании сырьевой секции Комитета по химизации была образована Постоянная комиссия под председательством Курнакова, перед которой стояла задача координации деятельности различных научно-исследовательских и промышленных организаций, занимавшихся изучением соляных месторождений [42].

Н. С. Курнаков активно содействовал развитию идей химизации народного хозяйства нашей страны. Своими выступлениями в центральных газетах и различных журналах он привлек широкое внимание к этим жизненно важным проблемам. Так, в «Известиях» от 12 февраля 1929 г. (№ 35) была опубликована статья Н. С. Курнакова «Через химизацию страны к развитию промышленности»; в «Торгово-промышленной газете» от 27 марта 1929 г. (№ 70) — статья «Химизация страны и нужды социалистического строительства». 27 мая 1930 г. в газете «Известия» была напечатана статья ученых-химиков «Проблемы химизации и задачи Комитета по химизации». В этой статье, подписанной многими учеными, в том числе и Н. С. Курнаковым, еще раз подчеркивалась необходимость резкого повышения удельного веса химической промышленности в общем балансе народного хозяйства. В 1932 г. в «Правде» от 18 ноября (№ 318) опубликована заметка Н. С. Курнакова с утверждающим названием: «Химия дала СССР свой алюминий, свой магний», а в 1935 г. также в «Правде» (23 октября, № 293) появилась статья с оригинальным названием: «Республика минеральных солей». «Известия» 11 мая 1937 г. (№ 110) опубликовали интересную статью «Новый район калия».

В одной из своих статей 1937 г. Николай Семенович писал: «Выполнение задач, поставленных Партией и Правительством, о доведении зернового хозяйства до 7—8 млрд. пудов требует объединения общих усилий и механиков, и химиков, и агрономов. Чтобы действительно двинуть этот очень сложный вопрос, необходимо не только создать различного рода механизмы, улучшить специальной обработкой и введением новых видов удобрений структуру почв, но необходимы поиски новых источников удобрительных солей и освоение новых мощных месторождений их» [43, с. 225].

## Участие в работе Русского физико-химического общества

В октябре 1885 г. Н. С. Курнаков впервые участвовал в заседаниях Отделения химии Русского физико-химического общества уже не как гость, а как член этого авторитетного общества. Теперь вместе с корифеями отечественной химии: Д. И. Менделеевым, Н. А. Меншуткиным, Д. П. Коноваловым, Л. Н. Шипковым, Н. Н. Бекетовым и другими учеными, Н. С. Курнаков принимал живое участие в обсуждении научных докладов. Сам Николай Семенович на заседаниях общества сделал более 80 научных сообщений. Первое его сообщение «Продукты сочетания тиомочевины с платиновыми солями» было зафиксировано в протоколе «Журнала Русского физико-химического общества» в 1889 г., а последнее — «Изотермы упругости пара при высушивании торфа» — в 1930 г. [44, 45].

В работе Общества Н. С. Курнаков все годы принимал самое активное участие. Он неоднократно избирался на высший пост президента общества: в 1917 г., 1921—1922, 1925—1926, 1929—1931 гг., а также входил в состав различных комиссий (ревизионной, библиотечной, номенклатурной и др.).

В 1926 г. в Париже был создан Юбилейный комитет по организации празднования столетия со дня рождения выдающегося французского химика Марселена Бертло. По инициативе этого комитета в различных странах были созданы национальные комитеты. Н. С. Курнаков принял активное участие в обсуждении состава национального комитета нашей страны. 9 августа 1926 г. он направил А. Е. Ферсману, исполнявшему тогда обязанности неперменного секретаря Академии наук СССР, письмо следующего содержания:

«Многоуважаемый Александр Евгеньевич! По поводу предстоящего в 1927 году столетнего юбилея Бертло я полагаю, что организуемый союзный комитет должен быть составлен из представителей Академии наук СССР и Физико-химического общества. В состав этого комитета можно было бы на первое время привлечь следующих лиц: А) Академия наук — Коновалов, Курнаков, Ипатьев. Б) Физико-химическое общество: 1) Ленинград — Тищенко, Фаворский, Вревский, Кистяковский, Горбов, Яковкин, Лебедев, Степанов, Вуколов, Климов; 2) Москва — Каблуков, Чичибабин, Бах, Демьянов, Зелинский, Наметкин, Шпитальский, Гулевич, Раковский; 3) Саратов — Челинцев; 4) Казань — Арбузов, Богородский; 5) Томск — Пономарев; 6) Харьков — Красуский, Орлов;



7) Киев — Реформатский, Егоров; 8) Екатеринослав — Писаржевский; 9) Тифлис — Меликов; 10) Ташкент — Ростовский, Малкин.

Названным лицам будет поручена организация сбора пожертвований. Для этого, по моему мнению, к ним необходимо обратиться от имени Академии наук и Физико-химического общества с соответствующим приглашением.

Искренно преданный Вам Н. Курнаков»  
(цит. по [46, с. 65—68]).

Н. С. Курнаков вошел не только в состав Юбилейного комитета, но и в состав делегации советских ученых<sup>27</sup>, направлявшейся в Париж, где 23—26 октября 1927 г. торжественно отмечалось столетие со дня рождения М. Бертло.

В 1928 г. Курнаков входил в состав Юбилейной комиссии, которая провела подготовку торжественного заседания, посвященного 60-летию Русского физико-химического общества.

В 1931 г. Русское физико-химическое общество было разделено на Ленинградское научно-исследовательское химическое общество и Ленинградское научно-техническое общество физиков. В 1932 г. Н. С. Курнаков избирается президентом Ленинградского научно-исследовательского химического общества. В этом же году на VI Менделеевском съезде было принято решение о создании единой общественной организации химиков страны — Всесоюзного химического общества имени Д. И. Менделеева.

Н. С. Курнаков вошел в состав президиума Оргкомитета Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 15 октября 1933 г. он был избран вице-президентом этого общества и оставался им до конца жизни.

В 1940 г. Николай Семенович избирается почетным членом Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.

### Менделеевские съезды по общей и прикладной химии

В развитии химических знаний в нашей стране выдающуюся роль играют Менделеевские съезды по общей и прикладной химии. В работе съездов принимают участие все ведущие химики нашей страны.

---

<sup>27</sup> В составе делегации были: Народный комиссар просвещения А. В. Луначарский (руководитель делегации), Н. С. Курнаков, Д. П. Коновалов, А. Н. Крылов, П. П. Лазарев и др.

Николай Семенович Курнаков уже на первом съезде, состоявшемся 20—30 декабря 1907 г. в Петербурге, был руководителем отделения химии металлургических процессов и металлографии.

На III Менделеевском съезде по чистой и прикладной химии, который проходил с 25 мая по 1 июня 1922 г. в Петрограде, Н. С. Курнаков возглавлял Оргкомитет. Это был первый съезд, созванный в Советской России. Страна переживала тяжелое время. Плохо работал транспорт. Медленно налаживалось продовольственное снабжение. Остро ощущался недостаток топлива. Но молодое Советское государство уже прочно утвердилось. На подъеме находилась наука. За очень короткое время были организованы многие научные институты, стали выходить новые научные журналы, публиковались научные монографии по химии, физике и другим наукам. Перед наукой ставились важные вопросы, связанные главным образом с решением неотложных практических задач. Именно в такой обстановке начал работать III Менделеевский съезд. Открывая 25 мая 1922 г. первое общее собрание съезда, Н. С. Курнаков сказал: «...многие лаборатории близки к разрушению, книги, приборы и реактивы отсутствуют, но тем не менее можно сказать с полной определенностью, что русская химия продолжает существовать, самостоятельно развиваться и создавать новые области.

Могучий дух Менделеева витает среди русских химиков и напоминает им о завете, данном великим исследователем, что „русская химическая дружина“ „постоит за родное дело“, так же, как старался в свое время он сам.

Несмотря на все препятствия, продолжает теплиться священный огонь, зажженный нашими незабвенными учителями. Об этом наглядно свидетельствуют более двухсот докладов по самым различным отраслям химии и физики, представленных на настоящий съезд. Не все из этих докладов будут здесь заслушаны, так как многие лица не могли прибыть в Петроград вследствие трудностей современного передвижения, но и те сообщения, которые будут доложены, представят нам отчетливую картину современной химической науки» [47, с. 10].

27 мая на съезде Н. С. Курнаков выступил с большим научным докладом «Сингулярные точки химических диаграмм» [48]. Свой доклад Николай Семенович посвятил 100-летию со дня смерти французского химика Клода Луи Бертолле, одного из основателей учения о химическом равновесии, основоположника учения о соединениях переменного

состава. Ученики и сотрудники Н. С. Курнакова выступили на съезде с интересными докладами, которые освещали полученные результаты исследований металлических, органических и солевых систем методами физико-химического анализа. Многие докладчики рассказали о проблемах переработки и использования отечественного минерального сырья.

В отчете о своей научной и организационной деятельности за период с 1914 по 1922 г. Н. С. Курнаков писал следующее: «Одним из важнейших событий в химической жизни нашей страны за последнее время был III Менделеевский съезд по чистой и прикладной химии, состоявшийся в Петрограде (25 мая—1 июня 1922 г.). Организационному комитету, под председательством Н. К., пришлось преодолеть немало затруднений, связанных с условиями современной жизни и передвижений. Тем не менее, вопреки всяким ожиданиям, съезд прошел с большим подъемом и одушевлением. Собралось более 450 членов, прибывших из самых отдаленных местностей. Громадное количество докладов и оживленных дебатов по разнообразным и противоречивым вопросам доказало, что, несмотря на опустошения последних лет, „русская химическая дружина“ чтит заветы своих великих учителей» [49].

На IV Менделеевском съезде, проходившем в Москве с 17 по 23 сентября 1925 г., Н. С. Курнаков выступил с докладом «Соединение и пространство» [50]. Доклад был прочитан 20 сентября на Общем собрании съезда в Большой аудитории Политехнического музея. Участники съезда с большим вниманием прослушали оригинальный и по названию, и по содержанию доклад основоположника физико-химического анализа академика Н. С. Курнакова. Опираясь на интересные исторические данные, ученый показал, как развивался и укреплялся союз химии и геометрии, как этот союз нашел самое яркое воплощение в учении о диаграмме «состав—свойство».

«Химия,— говорил ученый,— получает международный геометрический язык, аналогичный языку химических формул, но гораздо более общий, так как он относится не только к определенным соединениям, но ко всем химическим превращениям вообще» [50, с. 64].

В июне 1928 г. в Казани состоялся V Менделеевский съезд, посвященный памяти А. М. Бутлерова (100-летию со дня рождения ученого). 18 июня на заседании секции общей химии Н. С. Курнаков выступил с докладом в память учителя Бутлерова профессора Карла Карловича Клауса (1796—1864), открывшего в 1844 г. рутений [51].

«В своих работах над платиновыми металлами Клаус проявил себя образцовым по точности наблюдателем. Химия рутения создана почти им. Добытые им данные получают особое значение в настоящее время, когда наша страна начинает опять производить аффинаж платиновой руды и приступает к нелегкой работе по разделению и добыванию металлов в заводском масштабе. Исследования Клауса являются теперь для современных химиков верным и надежным руководством. Для этой цели Платиновый институт Академии наук СССР предпринял новое издание главнейших работ Клауса. Весьма замечательно, что немецкое издательство также сделало в последнее время перепечатку на немецком языке последней монографии К. К. Клауса „Материалы к химии платиновых металлов“. Такого внимания удостаиваются весьма немногие чисто экспериментальные исследования.

Поэтому на настоящем съезде, посвященном памяти А. М. Бутлерова, мы считаем своим долгом вспомнить о его незабвенном учителе и посвятить настоящее секционное заседание памяти К. К. Клауса» [51].

25 октября 1932 г. более 3200 делегатов съехались в Харьков на очередной Менделеевский съезд по теоретической и прикладной химии. Н. С. Курнаков принял, как всегда, активное участие в этом грандиозном слете химиков нашей страны. Свой доклад он посвятил соляной проблеме, подчеркнув ее значение для химизации народного хозяйства. 32 доклада учеников и сотрудников Курнакова были посвящены вопросам физико-химического анализа.

В 1934 г. отмечался столетний юбилей со дня рождения Дмитрия Ивановича Менделеева. К этой дате был приурочен VII Юбилейный Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Съезд проходил в Ленинграде с 10 по 13 сентября 1934 г. Среди многочисленных делегатов и гостей съезда было 28 видных иностранных ученых. 10 сентября Н. С. Курнаков, возглавлявший Организационный комитет, открыл съезд вступительным словом во Дворце им. М. С. Урицкого.

Из вступительного слова: «Позвольте приветствовать настоящее многочисленное собрание делегатов и гостей, которые приехали сюда почтить столетие со дня рождения одного из величайших сынов нашей страны — Дмитрия Ивановича Менделеева. С его именем связано создание периодического закона, составившего эпоху в истории развития воззрений на свойства и взаимные отношения химических элементов <...>

Всеобъемлющий ум Менделеева охватывал самые разнообразные области знания и везде оставил следы своего гения.

Выдающееся место занимают классические исследования водных растворов по удельному весу, которые привели к взгляду на растворы как определенные химические соединения в состоянии диссоциации.

Я до сих пор помню то громадное впечатление от доклада Д. И. Менделеева на Общем заседании Русского физико-химического общества о нахождении разрывов сплошности в однородных жидких растворах серной кислоты по методам первых производных <...>

Одновременно с общей теорией Дмитрий Иванович занимался с особенной любовью практическими и технологическими вопросами, так как считал индустриализацию необходимым путем самостоятельного развития России. Эту идею он проводил с большим увлечением в ряде сочинений и брошюр <...>

Можно выразить уверенность, что титаническая фигура Д. И. Менделеева представляется перед Вами во всем ее величии как в прошлом, так и в особенности для научной работы настоящего» [52].

12 сентября на Общем пленарном заседании съезда Н. С. Курнаков сделал доклад «Особые точки Д. И. Менделеева в учении о растворах» [53].

Академик А. Е. Ферсман на заключительном заседании (13 сентября) сказал: «Перед нами в сущности прошла вся химия в отдельных ее разветвлениях... мы видели замечательное внедрение математических представлений в понимание химических соединений... Перед нами прошла широкая картина современного роста химической мысли» (цит. по [54, с. 397]).

Выступления Н. С. Курнакова на III, IV и VII Менделеевских съездах с обобщающими докладами по физико-химическому анализу еще больше укрепили авторитет ученого как основателя нового направления развития химии, как руководителя большой школы химиков-неоргаников.

В русской химической литературе того времени статьи Н. С. Курнакова: «Соединение и химический индивид», «Непрерывность химических превращений вещества», «Сингулярные точки химических диаграмм», «Соединение и пространство» занимают особое место. Мы не знаем равных им произведений. Сочетание глубины мысли и широты охвата проблем общей химии, взаимосвязь химии и геометрии,

данные из истории химии и философии,— всё это разными гранями украшает «драгоценный камень» нашей химической литературы.

### Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу

Октябрь 1933 г. вошел в жизнь Н. С. Курнакова как большой научный праздник. Через 20 лет после того как Николай Семенович впервые ввел в науку новое понятие «физико-химический анализ», 24—29 октября 1933 г. в Ленинграде состоялась под его руководством Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу.

Из воспоминаний профессора Михаила Ильича Усановича (1894—1981): «Конференцию открыл и очень тепло, как дедушка, разговаривающий с внучатами, приветствовал президент Академии наук А. П. Карпинский. В своем вступительном слове Карпинский вспомнил о том, как Николай Семенович уже на первом курсе Горного института обратил на себя внимание выдающимися способностями к химии и математике. „И посмотрите,— сказал Карпинский,— что вышло из объединения химии и геометрии“. Было очень трогательно слышать, как Карпинский, профессор Горного института времен студенчества Николая Семеновича, говорит о нем, как о юноше, оправдавшем возлагавшиеся на него большие надежды.

Конференция была подлинным смотром работ по всем разделам физико-химического анализа» [55, с. 94].

Конференция собрала многочисленных участников — учеников и сотрудников Н. С. Курнакова и всех тех, кто в своих исследованиях соприкасался с методами физико-химического анализа <sup>28</sup>.

«В настоящее время,— писал Николай Семенович в «Известиях» от 24 октября 1933 г.,— методы физико-химического анализа получили распространение в самых разнообразных научно-исследовательских институтах и заводских лабораториях не только Ленинграда и Москвы, но по всему Союзу, что, между прочим, выявилось на VI Менделеевском съезде, где был заслушан целый ряд сообщений, связанных с новой дисциплиной, в различных секциях и бригадах. По этим докладам на съезде была вынесена резолюция о необходимости созыва всесоюзной конференции, посвященной физико-химическому анализу.

<sup>28</sup> На конференцию, не считая многочисленных гостей, приехало 304 делегата (от 122 научных учреждений и заводов) из 20 родов.

Отчет И. А. Каблукова о командировке  
в г. Ленинград на Всесоюзную конференцию  
по физико-химическому анализу.

Приняв 22-го янв. в Ленинград, в тот же  
день вместе с В. Ф. Антоновым, Ян. Ч. Клар-  
сом, А. Н. СССР В. Ф. Воином и затем у  
асадавшего А. В. Фабричного и капитана  
Клима по делам связанным с юбилеем Акаде-  
мии Н. С. Жемелёва. Отсюда я уезжаю пере-  
говаривая представляется в юбилейную ко-  
миссию при СХИМ.

Затем я отправился в орг. комитет при  
дирекции. На третий день конференции начался  
в 5 часов в Большом конференционном зале  
Акад. Наук СССР речь председателя Акад. Наук  
А. Ф. Кернштейна, который в очень точной  
и краткой манере изложил программу юбилей-  
ной конференции, которую Н. С. Курманов, осно-  
ватель Акад. ~~Химических наук~~ химического ана-  
лиза, который много лет работал в Ленин-  
граде и который у нас в России, но и на западе  
и приобщил к работе, как Н. С. Будучи еще  
в. Фабричным устроил А. Ф. Кернштейна  
обращая на себя его внимание своим много-  
словием с наукой и при этом не поговорив  
ни о химии, ни о физике, а лишь о том, что  
надо, что она должна быть суровой, дисци-  
плиной и по существу.

Из этой речи мне очень понравилось  
Н. С. Курманову прокомментировать, но не могу  
вспомнить, что именно он говорил, или буду  
или издал бы что-нибудь из этой речи  
науч. и индустриальной и химической, физико-  
и на своем фундаменте, или в последствии да-  
вать, создавать прочные и фундаментальные знания  
физико-химического анализа.

После речи А. Ф. Кернштейна Н. С. Курманов  
открыл заседание, и после этого продолжена  
в совете КХА по тем же, авторам, которые  
уже подготовились до 9-го часа.

### Отчет И. А. Каблукова о командировке в Ленинград на Всесоюзную конференцию по физико-химическому анализу (1933)

Доклады на конференции распределены по трем отделам:  
общему, соляному и металлографическому, согласно трем  
главнейшим направлениям в современном развитии физико-  
химического анализа.

Заявки на доклады сделаны целым рядом научно-иссле-  
довательских учреждений и научными работниками Ленин-  
града, Москвы, Харькова, Томска и других городов Союза.

Предстоящий первый смотр даст возможность подвести итоги работ по физико-химическому анализу и наметить план дальнейшего развития в этой области, оказавшейся столь плодотворной для развития химической науки и промышленности в нашем Союзе» [56].

Н. С. Курнаков, совместно с сотрудниками, представил четыре научных сообщения, посвященных развитию учения о диаграмме «состав—свойство», изучению металлических сплавов и соляных систем.

Конференция ярко продемонстрировала высокий уровень исследований по физико-химическому анализу, имеющих важное теоретическое и практическое значение <sup>29</sup>.

### Новое пополнение Академии наук

Н. С. Курнаков проявил большую заботу и заинтересованность в пополнении Академии наук СССР выдающимися, отечественными и иностранными, учеными. Лично сам и совместно с другими академиками он составил многочисленные записки с характеристикой научной деятельности ученых, которых рекомендовал избрать в Академию наук.

Так, в 1921 г. Н. С. Курнаков, П. П. Лазарев, А. Е. Ферсман и В. Н. Ипатьев написали «Записку об ученых трудах профессора Д. П. Коновалова» (см. [57]). 10 декабря 1921 г. выдающийся русский физико-химик Дмитрий Петрович Коновалов был избран в члены-корреспонденты Академии наук. Ученик Коновалова В. А. Яковлев 29 декабря 1921 г. писал своему учителю: «Дорогой Дмитрий Петрович. Прежде всего позвольте поздравить Вас с избранием членом-корреспондентом Российской Академии наук, о чем поручил мне сообщить Вам академик Н. С. Курнаков...» (цит. по [56, с. 59]).

В 1922 г. Н. С. Курнаков совместно с другими академиками представляет Д. П. Коновалова в действительные члены Академии наук, и 13 января 1923 г. ученый был избран действительным членом Академии наук.

---

<sup>29</sup> В Киеве 22—24 ноября 1983 г. состоялось VI Всесоюзное совещание по физико-химическому анализу, на различных секциях которого были заслушаны многочисленные доклады по теоретическим проблемам и новым методам физико-химического анализа, по физико-химическому анализу неорганических систем, водно-солевых систем и природных солей, металлических, полупроводниковых, неводных систем. Одна из секций была посвящена физико-химическому анализу в химической технологии и разработке вопросов экологии и охраны окружающей среды.



В 1923 г. Н. С. Курнаков, А. Ф. Иоффе, Д. П. Коновалов и В. Л. Омелянский предлагают избрать в члены-корреспонденты Академии наук известных немецких химиков Вальтера Нернста и Рихарда Вильштеттера. 1 декабря 1923 г. они были избраны в члены-корреспонденты по разряду физических наук (химия) Отделения физико-математических наук.

В 1924 г. Н. С. Курнаков, совместно с П. П. Лазаревым, А. Ф. Иоффе, Д. П. Коноваловым, В. Н. Ипатьевым, составляет записки о научных трудах В. А. Кистяковского, Н. Я. Демьянова, Н. Д. Зелинского, а также записки о научных трудах иностранных ученых: Н. Бора, Ж. Гильома, Л. Бауера, М. Борна, Ф. Габера, Э. Когена, Ф. Астона, Ф. Содди, К. Фаянса, Ж. Перрена. Все эти выдающиеся ученые 6 декабря 1924 г. были избраны в члены-корреспонденты Академии наук.

1 апреля 1925 г. Фредерик Содди прислал ученому секретарю Академии наук письмо следующего содержания: «Дорогой сэръ! Ваше сообщение от 28 февраля, которое я только что получил, уведомляет меня, что Академия наук России оказала мне честь путем включения моего имени в список своих членов-корреспондентов. Это сообщение доставило мне огромное удовольствие. Будьте любезны сообщить членам Академии мою искреннюю благодарность и признательность за мое включение в это знаменитое общество» (цит. по [59, с. 169]).

В 1925—1927 гг. Н. С. Курнаков, Д. П. Коновалов и другие ученые составляют записки об ученых трудах А. А. Яковкина, П. Г. Меликова (Меликишвили), А. Е. Чичабаина, М. А. Павлова, В. Е. Грум-Гржимайло, а также иностранных ученых: Н. Каро, Э. Абдергальдена, Ж. Урбена. Все они были избраны в члены-корреспонденты Академии наук СССР.

Академик М. А. Павлов вспоминает: «Еще осенью 1926 г. академик Н. С. Курнаков обратился ко мне с просьбой дать список важнейших моих печатных трудов с краткой характеристикой их содержания. Он не сказал мне, зачем это нужно, а я не спросил его об этом, но мог догадываться.

В феврале 1927 г., будучи на Годовом собрании Академии наук, я услышал свое имя при чтении списка вновь избранных членов-корреспондентов. В то время это звание ни к чему не обязывало и ничего не давало — избрание в члены-корреспонденты Академии было просто знаком внимания к ученому и намеком на то, что он может быть при от-

крывшейся вакансии избранным в ее действительные члены, но только намеком, а не обещанием» [60, с. 347].

В 1928 г. Н. С. Курнаков и Д. П. Коновалов составляют записки об ученых трудах И. А. Каблукова, Л. В. Писаржевского, В. Е. Тищенко, А. А. Байкова, В. Н. Лишина. Их избрание в члены-корреспонденты Академии наук СССР состоялось 14 января 1928 г.

3 апреля 1928 г. вышло постановление Совнаркома, которое предусматривало значительное увеличение числа действительных членов Академии наук (с 45 до 85). Это постановление было вызвано возросшей ролью науки в социалистическом строительстве. Академия наук СССР становилась ведущим научным учреждением страны.

26 мая 1928 г. в газете «Известия» Н. С. Курнаков в емких ярких словах сформулировал задачи, стоящие перед Академией наук СССР, ее новым пополнением: «Довыборы должны приблизить Академию наук к условиям современной жизни, которые, несомненно, сильно отличаются от существовавших прежде. Академия действительно должна стать ближе к тем задачам, которые каждый день выдвигаются новым строем, новым укладом жизни. Новые условия нашего хозяйства, новые экономические условия представляют собою неисчерпаемую тему для научных и практических задач.

Значительное количество академиков, которых подлежит довыбрать, должно, конечно, увеличить работоспособность Академии наук в самых разнообразных и часто новых областях. Не скрываю опасения, что на это потребуются колоссальные увеличение средств, отпускаемых Академии. Необходимо будет создать новые институты, лаборатории и вообще научные учреждения. Только тогда задачи, стоящие перед Академией наук, могут быть выполнены.

На нынешнюю Академию наук возложена ответственнейшая работа, связанная с изучением новых республик, поднимающих уже теперь целый ряд новых и весьма важных задач» [61].

Продолжая эту мысль, Н. С. Курнаков в 1929 г. особо подчеркивал, что «Академия наук, несомненно, является и должна являться важнейшей и неотделимой частью советского государственного организма. Мне особенно часто приходится сталкиваться с практическими вопросами, из которых и на основании которых наше правительство делает соответствующие политические выводы. И я должен заявить, что правительство, как мне кажется, ни разу не ошиблось. Основываясь на наших (Академии наук) практических ра-

ботах — обследование Якутии, производительных сил отдельных республик и т. д. В практике нам приходится работать с коммунистами. Мы с ними работаем и никогда не расходимся, так как и наша, и их работа направлена на пользу всей страны и народных масс» [62].

Выборы состоялись 12 января 1929 г. В академики (по химии) были избраны А. Н. Бах, А. Е. Фаворский, А. Е. Чижибабин, Н. Д. Зелинский, Н. Я. Демьянов, В. А. Кистяковский.

Н. С. Курнаков выдвигал в действительные члены Академии наук СССР таких ученых, как Л. В. Писаржевский (избран 1 февраля 1930 г.) и И. В. Гребенщиков (избран 29 марта 1932 г.).

22 января 1932 г. в газете «Известия» (№ 22) Н. С. Курнаков опубликовал статью «Выдающихся советских металлургов — в Академию наук (М. А. Павлов и А. А. Байков)». 29 марта 1932 г. они были избраны в действительные члены Академии наук СССР.

В этой главе мы привели многочисленные данные об институтах, комиссиях, комитетах, конференциях и т. п. ...

Множество фамилий, дат, совещаний... Весь этот разноголосый «хор» фактов подобен симфоническому оркестру, одним из дирижеров которого был Николай Семенович Курнаков. Его внутренняя организованность, громадная работоспособность, здравый смысл и твердая воля — все эти личные качества выдвинули Н. С. Курнакова в число выдающихся организаторов науки и промышленности. Всю свою творческую жизнь он посвятил тому, чтобы повысить «урожай» науки, внедрить ее результаты в практику и тем самым обогатить культурную и экономическую жизнь нашей страны.

### Научная школа

Оценивая значение деятельности ученого, мы должны характеризовать не только его личное творчество, его личный вклад в науку, его организаторские способности, но и показать силу импульса, который он смог сообщить своим ученикам.

Николай Семенович Курнаков принадлежал именно к тем ученым, кто не только лично много сделал для развития науки и промышленности, но и кто создал крупную научную школу, коллективная сила которой была направлена на реализацию широкой научной программы, предложенной ученым. Своим трудолюбием, талантливым сочетанием точного проведения экспериментального исследования с глубокой теоретической разработкой полученных результатов Н. С. Курнаков приобрел среди своих учеников и коллег огромный авторитет.

Гармоничное дополнение творчества Н. С. Курнакова экспериментальным искусством его сотрудников и учеников приводило к таким крупным результатам, которые не могли бы быть получены одним ученым. «Творческая дополнтельность» — одна из основных причин успеха школы Курнакова в разработке физико-химического анализа и других проблем, связанных с изучением и использованием естественных богатств страны.

В лице Николая Семеновича Курнакова органически сочетался ученый-исследователь и профессор-педагог. Богато одаренный талантом исследователя, педагога, организатора, Курнаков воспитал целую плеяду учеников, имена которых стали широко известны науке. Они составили большую школу химиков-неоргаников.

#### Подготовка научных кадров

В 1899—1908 гг. Н. С. Курнаков многие часы своей жизни проводит в аудиториях и лабораториях сразу трех петербургских институтов: Горного, Электротехнического и Политехнического. Как раз именно в эти годы он организует здесь образцовые лаборатории, хорошо оборудованные и для учебных целей, и для исследовательской работы. Кроме приборов для обычных, препаративных и аналитических, работ, лабо-

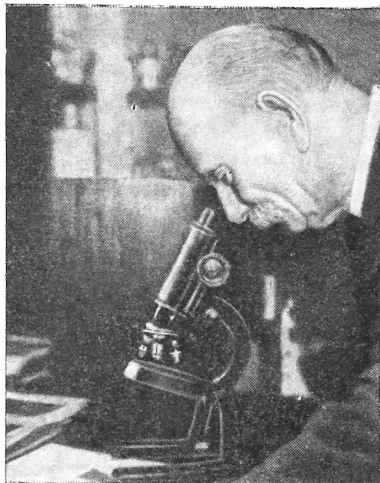
ратории были оснащены электрическими печами, микроскопами, термоэлектрическими пирометрами. Здесь можно было увидеть и универсальный пресс Гагарина (для определения механических свойств металлов), и другую аппаратуру, необходимую для изучения металлических сплавов и подобных систем [1, с. 118—146].

Н. С. Курнаков, характеризуя особенности лаборатории общей химии Политехнического института, писал так (1911): «Политехнический институт благодаря счастливым условиям при своем основании мог хорошо и полно поставить свои лаборатории и ... организацию

практических занятий по различным предметам <...> За последнее время все чаще и чаще складывается мнение, что высшие технические школы должны быть не только учебными, но и учеными учреждениями. Наравне с университетом высшая техническая школа должна двигать вперед науку путем самостоятельных исследований. В настоящее время задачи чистой науки и техники так тесно связаны между собой, что разделены между собой быть не могут. Очевидно, что в разработке научных вопросов должны принять участие не только преподаватели, но и студенты высшей школы» [2].

В Политехническом институте Н. С. Курнаков объединил вокруг себя молодых исследователей, работающих по намеченной им программе. Он привлекал к работе студентов старших курсов, дипломников. Темами студенческих дипломных работ в лаборатории общей химии были преимущественно исследования металлических сплавов, минеральных солей, силикатов, а также систем, содержащих органические соединения, методами физико-химического анализа. Все эти работы велись под руководством Н. С. Курнакова и его ближайшего помощника С. Ф. Жемчужного.

Подробный список 129 дипломных работ, выполненных в лаборатории общей химии в 1907—1929 гг., был опубликован в 1941 г. в «Известиях Сектора физико-химического



**Н. С. Курнаков  
в металлографической  
лаборатории**

анализа». Список этот был составлен по материалам, собранным в 1933 г. профессором Б. Н. Меншуткиным [3]. В списке преобладают работы, посвященные исследованию металлических систем; они были опубликованы и в России, и за рубежом, благодаря чему Н. С. Курнаков и воспитанная им научная школа получили широкую известность.

Немалая часть дипломных работ была посвящена изучению соляных систем (и водных, и безводных) и систем из органических компонентов. Все эти дипломные работы дали значительную часть экспериментального материала, послужившего обоснованием главных положений физико-химического анализа.

Таким образом, Н. С. Курнаков убедительно показал, что высшая техническая школа, призванная готовить специалистов для промышленности, может и должна воспитывать высококвалифицированные кадры научных работников.

### Петербургский горный институт

Первая школа химиков-неоргаников в нашей стране была воспитана в 30—40-х годах XIX в. академиком Г. И. Гессом в том самом Горном институте, в котором впоследствии учился и многие годы работал Н. С. Курнаков. После Гесса в отечественной химии возникло много научных школ химиков-органиков. Вторая половина XIX в. славилась школами А. М. Бутлерова, В. В. Марковникова, А. М. Зайцева и др. Приобрели широкую известность школы русских физико-химиков: Н. Н. Бекетова, Д. П. Коновалова и др.

Формирование крупной научной школы химиков-неоргаников относится к 90-м годам XIX в., когда Н. С. Курнаков, профессор Горного института, начал привлекать к своим научным исследованиям молодые силы из числа студентов Горного института, проявивших способность и любовь к научному труду.

Первыми учениками Н. С. Курнакова по Горному институту были С. Ф. Жемчужный, Н. С. Константинов, Н. И. Подкопаев, Н. И. Степанов, Н. Н. Барабошкин, К. Ф. Белоглазов, П. Я. Сальдау, А. Н. Кузнецов и др. Все они впоследствии проявили свой талант в различных областях химии и химической промышленности.

С. Ф. Жемчужный, о котором мы уже говорили (см. главу четвертую), был соавтором классических работ Н. С. Курнакова, которые легли в основу физико-химического анализа. О своем ученике Николай Семенович писал: «Среди большого количества талантливых исследователей, прошедших

через химические лаборатории Горного и Политехнического институтов, Сергею Федоровичу принадлежало место в первом ряду. В его лице имелось счастливое сочетание глубокой теоретической подготовки с выдающимися экспериментальными способностями» [4, с. 1].

К выдающимся ученикам Н. С. Курнакова по Горному институту принадлежал Н. И. Степанов<sup>1</sup> [5]. Совместно с Курнаковым им проведены исследования систем магний—олово и магний—свинец, в которых обнаружены интерметаллические соединения  $Mg_2Pb$  и  $Mg_2Sn$ . В 1908 г. Степанов предложил простую методику приготовления образцов для измерения электропроводности хрупких сплавов посредством насасывания их в жидком состоянии в нагретые фарфоровые, стеклянные или кварцевые трубки. Применение этого способа позволило получать данные для построения диаграмм состав—электропроводность ряда металлических систем. Этот способ вошел в повседневную практику лабораторий для измерения электросопротивления и коэффициента сопротивления сплавов.

В письме к Н. И. Степанову от 9 августа 1908 г. Н. С. Курнаков писал: «Содержание Вашей обстоятельной работы<sup>2</sup> мне очень нравится. Поздравляю Вас с термохимическими успехами и думаю, что сочетание электропроводности и термохимии даст в Ваших руках новый материал для суждения о сущности самых простейших актов химического соединения» [6]. Эти слова полностью подтвердились в самом скором времени. Через год, в 1909 г., Степанов от-



**Николай Иванович  
Степанов**

<sup>1</sup> Николай Иванович Степанов (1879—1938), окончил Горный институт (1903), с 1918 г.— профессор этого института. В 1929 г. избран в члены-корреспонденты АН СССР.

<sup>2</sup> Речь идет о статье Н. И. Степанова «Электропроводность сплавов магния со свинцом», опубликованной в «Журнале Русского физико-химического общества» (Ч. хим., 1908, т. 40, вып. 8, с. 1448—1467).— Ю. С.

крыл правило, заключающееся в том, что термический коэффициент электросопротивления интерметаллических соединений близок коэффициенту электросопротивления чистых металлов, составляющих данное соединение.

Способ Н. И. Степанова насасывать жидкий сплав в трубочки, подогретые на газовой горелке, широко был использован Н. С. Курнаковым и Г. Г. Уразовым в 1916—1918 гг. при изучении хрупких сплавов (железо — алюминий). «... хотя хрупкость многих сплавов,— отмечал Курнаков,— представляла большие трудности для экспериментального наблюдения, но их можно было преодолеть благодаря тому, что методика измерений электропроводности подобных веществ была уже выработана предыдущими исследованиями в химических лабораториях Горного и Политехнического институтов» [7, с. 542].

В 1930-х годах Н. И. Степанов выполнил ряд работ, посвященных изучению химической метрики равновесных систем и обогативших учение Курнакова о диаграмме «состав — свойство». Приведем слова Н. С. Курнакова, характеризующие его отношение к работам Степанова: «Николай Иванович Степанов является одним из самых видных и выдающихся воспитанников Горного института, прошедших через нашу химическую лабораторию. Он соединял в себе способность к тонкому экспериментальному исследованию с глубокой математической эрудицией... В последнее время началось значительное углубление математической стороны работ Николая Ивановича Степанова. Применяя закон действия масс к уравнению изотермы реакции для химических равновесных систем, он пришел к замечательному результату, что порядок алгебраической кривой изотерм реакции при образовании соединения указывается числом атомов, входящих в молекулу соединения. Так, например, образование химического соединения, составленного из двух атомов, определяется обыкновенной гиперболой второго порядка. Соединение из трех атомов в молекуле отвечает гиперболе третьего порядка и т. д. Эти новые геометрические образы привлекли всецело внимание Николая Ивановича. Перед ним открылся новый мир химических кривых, ожидавших своего исследования... Исследования дорогого Николая Ивановича Степанова создадут ему вечный памятник, который будет служить руководящим источником в обширном мире *химической метрики равновесных систем*» [8].



## Петербургский электротехнический институт

В 1899 г. Электротехнический институт<sup>3</sup> был преобразован в учебное заведение по типу высших инженерных школ в России для подготовки квалифицированных инженеров-электриков. В институте уделялось большое внимание преподаванию физики, химии и других естественных и технических дисциплин. В нем были организованы химическая и электрохимическая лаборатории, лаборатория по физической химии.

Н. С. Курнаков читал в Электротехническом институте курс физической химии и руководил физико-химическими исследованиями (1899—1908). Здесь под его руководством выполнили свои первые научные работы Н. А. Пушкин, И. В. Гребенщиков и др.

Николай Семенович опубликовал с Н. А. Пушиным<sup>4</sup> ряд интересных работ, посвященных изучению металлических сплавов. Самостоятельные исследования Пушина заключались в изучении зависимости фазового равновесия от давления [9, 10].

И. В. Гребенщиков<sup>5</sup>, ученик Н. С. Курнакова и Н. А. Пушина, в своих исследованиях не пошел по традиционному пути развития физико-химического анализа. Его заинтересовала область особых систем, изучение которых впоследствии привело к созданию отечественного оптического стекла. Большое практическое значение имели работы Гребенщикова и его учеников по изучению силикатов.

И. В. Гребенщиков создал свою научную школу. Среди его учеников были такие крупные ученые, как Н. Н. Кача-

---

<sup>3</sup> Институт основан в 1886 г. как техническое училище почтово-телеграфного ведомства, с 1891 г.— электротехнический институт.

<sup>4</sup> Николай Антонович Пушкин (1875—?), окончил естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета (1898). С 1899 г.— лаборант, с 1907 г.— адъюнкт Электротехнического института; здесь выполнил магистерскую диссертацию «Потенциал и природа металлических сплавов», которую защитил в Московском университете в 1909 г. С 1909 г.— экстраординарный, а в 1913—1918 гг.— ординарный профессор неорганической и физической химии в Электротехническом институте. Профессор физической химии в Загребе (1921—1928) и в Белграде.

<sup>5</sup> Илья Васильевич Гребенщиков (1887—1953), окончил Петербургский университет (1910). В 1922—1932 гг.— профессор физической химии и теоретической электрохимии Электротехнического института. Один из основателей Государственного оптического института (ГОИ) в Ленинграде. В 1932 г. избран действительным членом Академии наук СССР. (См. [11].)

лов, В. В. Барзаковский, К. С. Евстропьев и др. В настоящее время в Ленинграде в Институте химии силикатов имени И. В. Гребенщикова АН СССР продолжают исследования, истоки которых находятся в трудах этого ученого.

### Петербургский политехнический институт

Талант Н. С. Курнакова как организатора и главы научной школы особенно ярко проявился в то время, когда он возглавил (1902) кафедру общей химии в Петербургском политехническом институте (ныне Ленинградский политехнический институт имени М. И. Калинина).

В Политехническом институте Н. С. Курнаков читал курс общей и неорганической химии, который отличался полнотой и многообразием разбираемых вопросов не только по неорганической химии, но и по физической химии, химической технологии и другим разделам. Уже на первых лекциях он знакомил своих студентов с химическим равновесием, обратимостью химических реакций, твердыми растворами, эвтектиками.

Он приковывал внимание аудитории значительностью излагаемых мыслей и фактов. Большое внимание Курнаков уделял демонстрации опытов, которые ставились и выполнялись им на высоком уровне. «Целые маленькие заводы и технологические процессы,— писал ученик Н. С. Курнакова профессор Н. Н. Ефремов,— демонстрировались на лекционном столе. Понятно и просто излагавшийся курс в то же время отличался исключительной глубиной и научностью. Чуткая студенческая молодежь очень быстро оценила это, и громадная аудитория Политехнического института всегда была полна. Все сотрудники и помощники Николая Семеновича присутствовали на лекциях и, углубляя свои знания, учились преподавать <...>

Несмотря на феноменальную память и поразительно глубокую эрудицию, он всегда имел конспект читаемой лекции. Часы перед лекцией считались у нас „священными“: никто не смел его беспокоить перед лекцией, и все сотрудники оберегали этот покой. Он учил, что лектор должен сосредоточить свои мысли перед лекцией, и это обстоятельство действительно обеспечивало стройность изложения, выдержанность и законченность намеченной программы.

Николай Семенович отдавал много внимания практическим, лабораторным занятиям студентов, посещал их, расспрашивал, объяснял. В каждой лаборатории, которой он заведовал, немедленно же возникала и научно-исследова-

тельская работа, в которой принимали участие все его помощники <...>

„Четверги и субботы“ в Политехническом институте навсегда останутся в памяти его ближайших сотрудников. В послелекционные часы у него в кабинете собирались все его ассистенты и дипломники. Делались доклады о проделанной за неделю работе и велась дружеская беседа на научные темы» [12, с. 451—452].

Впервые Н. С. Курнаков ввел в высшей технической школе нашей страны дипломные лабораторные работы. В просторной, хорошо оборудованной химической лаборатории Петербургского политехнического института под руководством Николая Семеновича многие студенты последних курсов выполнили свои дипломные работы. Это новшество, встреченное вначале с каким-то недоверием, быстро дало блестящие результаты. Например, инженеры-металлурги, ученики Н. С. Курнакова, прошедшие его школу, зарекомендовали себя и как прекрасно подготовленные инженеры, и как исследователи, способные не только продолжать, но и развивать дело своего учителя.

Николай Семенович всегда стремился развить у своих сотрудников и студентов широту научного кругозора. Он искренне огорчался, когда видел, что „солевик“ мало интересуется металлическими сплавами, а „металлист“ пренебрегает вопросами химии комплексных соединений.

Но широта подхода должна опираться на глубокое исследование, на данные, которые не вызывают сомнений. И чтобы быть уверенным в правильности заключений и общих выводов, Н. С. Курнаков поручал своим сотрудникам и дипломникам исследовать одну и ту же систему несколько раз и учил делать те или иные выводы только на основе многократно проверенных результатов экспериментальной работы и изучения всех имеющихся по данному вопросу литературных материалов.

Николай Семенович неоднократно говорил своим ученикам: «Надо окончательно и всесторонне убедить себя в правильности Ваших исследований, и только тогда уже выступить печатно».

Только тогда, когда результаты отдельных исследований совпадали между собой, разрешалось формулировать окончательные выводы и публиковать их. Сделав выводы, Н. С. Курнаков не прекращал исследования. Напротив, он искал дополнительные подтверждения полученных заключений, стремился обосновать их на новых фактах. Вот почему обобщающие заключения ученого звучали всегда очень



**Николай Николаевич  
Ефремов**

веско, убедительно, а результаты, полученные им, прочно входили в науку и практику. Основные теоретические выводы и обобщения, сделанные Курнаковым, и в наше время остаются незабываемыми.

Н. С. Курнаков с большим вниманием следил за ходом научных работ, выполняемых сотрудниками его лаборатории. Он находил время остановиться около каждого из них и обсудить полученные результаты. Особенно большое внимание Николай Семенович уделял студентам, ведущим научную работу в его лаборатории: он подробно знакомился с достигнутыми результатами,

дальнейшими планами исследования, при этом давал новые конкретные задания, направляя мышление студента на самостоятельное обобщение полученного им материала. Курнаков умел мягко, но твердо подчинять индивидуальное желание молодого ученого общим интересам лаборатории. Это привело к созданию монолитного научного коллектива, направленного на решение важнейших теоретических и практических задач общей химии.

Первыми учениками Н. С. Курнакова в Политехническом институте были известные химики и металлурги: Н. Н. Ефремов, А. Е. Рыковский, Г. Л. Сахаров, В. Н. Свешников, Г. Г. Уразов, А. И. Глазунов, В. П. Ильинский, С. А. Погодин, Н. А. Трифонов, В. П. Шишочкин.

В 1910—1911 гг. под руководством Н. С. Курнакова выполнил свою дипломную работу «Применение термического и микрографического методов к изучению некоторых веществ камфорной группы» Н. Н. Ефремов<sup>6</sup>. Эта работа послужила началом большого цикла исследований, посвящен-

<sup>6</sup> Николай Николаевич Ефремов (1886—1947), окончил Петербургский политехнический институт (1910), в котором работал до 1922 г. С 1924 по 1936 г.— профессор Политехнического института в Свердловске. С 1936 г.— заведующий лабораторией физико-химического анализа органических систем в Институте общей и неорганической химии АН СССР. (См. [13].)

ных изучению органических систем, в которых Ефремов применял методику физико-химического анализа: запись кривых охлаждения на регистрирующем пирометре Курнакова, измерение вязкости и др.

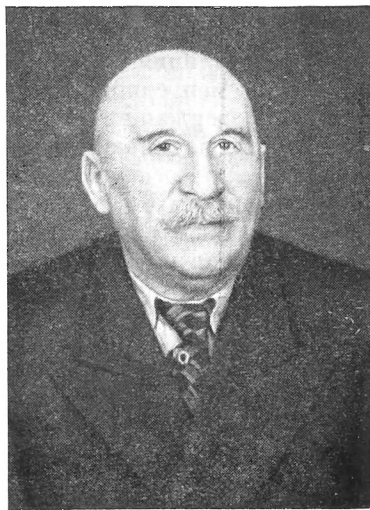
Органические системы с низкими температурами плавления, обладающие прозрачностью, явились удобными объектами для изучения и моделирования процессов кристаллизации чистых веществ, эвтектик, твердых растворов. Многие металлурги, относившиеся к такого рода исследованиям скептически, ознакомившись с результатами, полученными Н. Н. Ефремовым, пришли к убеждению, что органические

системы являются хорошей моделью для изучения тех превращений, которые происходят в металлических сплавах.

В 1909 г. Политехнический институт окончил Г. Г. Уразов<sup>7</sup>, выдающийся ученик Н. С. Курнакова. Под руководством Николая Семеновича Уразов выполнил серию работ по изучению металлических сплавов. Основные его труды посвящены изучению систем из металлов, сульфидов и хлоридов, металлических руд и способов их переработки, исследованию водно-солевых равновесий и природных солей.

Обратимся к первоначальным работам Г. Г. Уразова, посвященным изучению ядовитых свойств продажных сортов ферросилиция (система железо — кремний). Почему Н. С. Курнаков поручил молодому сотруднику изучить именно сплав железа с кремнием? Этот вопрос имеет свою историю.

В первые годы XX в. широкое применение в сталелитей-



**Георгий Григорьевич  
Уразов**

---

<sup>7</sup> Георгий Григорьевич Уразов (1884—1957), с 1921 г.— профессор Политехнического института, с 1934 г.— заведующий отделом Института общей и неорганической химии АН СССР. С 1939 г.— член-корреспондент АН СССР, с 1946 г.— действительный член Академии наук СССР. (См. [14].)

ной промышленности нашли сплавы железа с кремнием (ферросилиций). Расширение производства различных сортов ферросилиция, его хранение и перевозка столкнулись, однако, с непредвиденными обстоятельствами. А именно: сплавы, содержащие около 50% кремния, под влиянием влаги воздуха начинают выделять газы, содержащие водород с примесью фосфористого водорода. Отравление фосфористым водородом было причиной многих несчастных случаев со смертельным исходом. В связи с этим многие пароходные компании Англии, Швеции и других стран отказались от перевозки ферросилиция на своих судах. Французский синдикат электрохимических заводов отказался от приготовления продажных сортов ферросилиция с содержанием кремния 30—40 и 47—65%. Такая же ситуация сложилась на русских металлургических заводах, производящих ферросилиций.

Все это вместе взятое выдвигало проблему изучения природы сплавов железа с кремнием на передний план.

В 1910 г. Министерство торговли и промышленности образовало при Горном департаменте комиссию<sup>8</sup>, которая приняла решение провести экспериментальные исследования для выяснения причин выделения ядовитых газов из технических сортов ферросилиция.

Наиболее подготовленным к решению этого вопроса был Н. С. Курнаков, вооруженный методами физико-химического анализа. Он привлекает к исследованию Г. Г. Уразова, и в 1913 г. на страницах «Журнала Русского физико-химического общества» появляется обстоятельная статья Н. С. Курнакова совместно с Г. Г. Уразовым «Ядовитые свойства продажных сортов ферросилиция» [15]. Задачу своего исследования авторы сформулировали так: «... прежде чем приступить к изучению вредных подмесей, нам необходимо было ознакомиться несколько ближе с химической природой ферросилициевых сплавов, т. е. исследовать металлографически двойную систему железо — кремний...», изучить «влияние примесей кальция, фосфора и алюминия на ферросилиций» [15, с. 550—551].

Н. С. Курнаков и Г. Г. Уразов изучали не только полученные в лаборатории сплавы, но и торговые сорта ферросилиция, изготовленные на иностранных и русских заводах. После тщательной работы ученые пришли к заключению, что в системе железо — кремний образуется фаза переменного состава, лебоит (55—61% Si).

<sup>8</sup> В состав комиссии вошли: Н. А. Иосса и В. Н. Липин (председатели), Н. С. Курнаков, И. Ф. Шредер, И. Н. Урбанович, Н. П. Асеев, А. Ф. Шушпе, К. К. Морен, Г. В. Тринклер, М. С. Паутов и др.

«Опасные выделения фосфористого водорода при хранении высокопроцентных технических сортов ферросилиция (33,4—100 вес. % Si) обуславливаются одновременным присутствием примесей фосфора и алюминия, входящих в состав лебонитной фазы как структурного элемента этих сплавов.

...В ферросилиции с содержанием кремния менее 33,4% фосфор (до 1,7%) и алюминий (до 3,0%) входят в состав  $\gamma$ -твердого раствора кремния в железе. Такие тройные и четверные твердые растворы устойчивы по отношению к воде и выделяют ничтожные количества фосфористого водорода» [15, с. 578].

Так была решена проблема, сильно волновавшая в свое время широкие круги ученых и техников.

### Институт физико-химического анализа

В архиве сохранилась программа курса физико-химического анализа, прочитанного Н. С. Курнаковым в 1919—1924 гг. на металлографическом и химическом факультетах Петроградского политехнического института.

Курс открывался общим введением. Приводим его содержание:

«Введение. Два основных пути химического исследования: 1. Получение отдельных фаз «чистых» веществ (препаративный метод). 2. Метод физико-химического анализа — изучение свойств полных равновесных систем. Исследование веществ переменного состава. Значение совместного применения этих методов. Физико-химический анализ как общий отдел химии, применяющий геометрический способ исследования. Диаграмма „состав — свойство“ и ее значение».

Далее следовал «Исторический очерк развития физико-химического анализа». Он включал в себя следующие вопросы:

«Первый период (до 1877 г.): Архимед (III в. до н. э.), Реомюр (1734), Рихтер, Гей-Люссак (1819), Рудберг, Кошп, Менделеев.

Второй период: Гиббс (1873—1877), фазы и компоненты. Работы Розебома (1888—1907). Метод плавкости и металлографий (Рауль, Вант-Гофф, Ле Шателье, Роберт Остин). Изучение микроструктуры (Аносов, Сорби, Чернов, Осмонд), электропроводность, внутреннее трение и другие свойства. Исследования металлических сплавов, горных пород, соляных равновесий. Работы Вант-Гоффа над стасфуртскими солями. Основание специальных учреждений

ПЕТРОГРАДСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТЪ  
ИМПЕРАТОРА ПЕТРА ВЕЛИКАГО.

6/22

Лабораторія Общей Химіи.

Растворы <sup>непрерывные</sup> ~~фазы~~ <sup>(сольваты)</sup> переменного состава  
как ~~таблица~~ <sup>основная</sup> группа превращений химии. Определенные  
соединения представляют частную группу этой  
главной группы. Поэтому классификация химии  
как превращений должна начинаться с группы растворов и  
определенные соединения рассматривать как особую специальную  
группу по отношению к растворам, без которых невозможно  
возникновение «Сольваты по аниону»

Архивная запись конспекта лекций Н. С. Курнакова  
по растворам

по различным отделам физико-химического анализа в России и за границей».

Сохранился также конспект лекций от 6 января 1920 г., посвященный растворам. Приводим его начало: «Растворы — непрерывные фазы переменного состава (сольваты) как главная, основная категория химических превращений. Определенные соединения представляют частную группу этой главной группы. Поэтому классификация химии как превращений должна начинаться с группы *растворов*, а определенные соединения надо рассматривать как особую специальную группу по отношению к растворам, без которых возникно-



вание и существование равновесных систем представляется невозможным...» [16].

С первых лет существования Института физико-химического анализа в нем работали многие ученики и сотрудники Н. С. Курнакова: Н. Н. Ефремов, С. Ф. Жемчужный, Н. С. Константинов, Б. Н. Меншуткин, Н. Н. Нагорнов, П. Я. Сальдау, Г. Г. Уразов. Затем в состав института влились представители нового, более молодого, поколения. Среди них были как непосредственные ученики Николая Семеновича по Горному институту (А. Т. Григорьев, Н. Н. Курнаков, С. З. Макаров, Е. Я. Роде) и по Политехническому институту (Н. В. Агеев, В. А. Немилев, С. А. Погодин), так и сотрудники, окончившие другие вузы (А. Г. Бергман, В. Я. Аносов, Л. Г. Берг, Н. К. Воскресенская, А. Я. Зворыкин, Б. А. Муромцев, А. В. Николаев, В. И. Николаев, М. И. Равич и др.).

Начиная с 1928 г. Институт физико-химического анализа АН СССР стал пополняться молодежью. Это — аспиранты и докторанты, работавшие в Институте физико-химического анализа и в лаборатории общей химии в Ленинграде, ставшие впоследствии известными физико-химиками, принадлежавшими научной школе Н. С. Курнакова (И. В. Тананаев, О. С. Иванов, И. И. Корнилов, В. Г. Кузнецов, И. Н. Лепешков, Н. П. Лужная, Н. Н. Сирота, О. К. Янатьева и др.).

Учеником Н. С. Курнакова был И. Н. Плаксин (1900—1967), который впервые в гидрометаллургии благородных металлов использовал методы физико-химического анализа. В 1927—1928 гг. и в последующие годы Плаксин детально изучил систему золото — ртуть, имеющую важное значение для технологии амальгамации (извлечение золота из руд).

В 1934 г., как уже отмечалось, был организован Институт общей и неорганической химии АН СССР. В состав этого института вошли все ведущие специалисты в области физико-химического анализа — ученики Н. С. Курнакова. Институт общей и неорганической химии в то время был самым крупным химическим институтом в системе Академии наук СССР.

Кроме того, в многочисленных высших учебных заведениях и научно-исследовательских институтах нашей страны также работали и работают либо прямые ученики Николая Семеновича, либо ученики его учеников, т. е. второе поколение учеников Н. С. Курнакова.

## Что дала школа Н. С. Курнакова промышленности нашей страны<sup>9</sup>

«Работы школы Н. С. Курнакова являются выдающимися в ряде разделов химической науки и технологии:

### а) *Исследование руд и природных соединений (экспериментальная минералогия и петрография)*

В этом направлении следует отметить: 1) обширные исследования природы отечественных бокситов (тихвинских, уральских и др.), положившие начало их промышленному использованию у нас в Союзе; 2) систематическое изучение огнеупорных глин, имеющих важное практическое значение; 3) физико-химическое изучение марганцевых руд с целью их использования в металлургической, цементной и других отраслях промышленности.

### б) *Металлургия легких, цветных и черных металлов*

В этом направлении необходимо отметить следующие наиболее важные работы.

1) Изучение изменения с температурой твердости и давления истечения алюминия и его сплавов типа «дуралюминий» легло в основание заводского исследования влияния возврата отходов в шихту для получения сплавов на прокатываемость дуралюминия. Разработанная при этом схема обработки давлением дуралюминия явилась одним из основных материалов, легших в основание установления схемы прокатки дуралюминия на заводах.

2) Разработка известково-натрового способа переработки кремнеземистых бокситов послужила материалом для испытания и затем применения способа на практике при переработке на глинозем тихвинских бокситов.

3) Изучение ряда кремниево-алюминиевых сплавов способствовало устранению предвзятого мнения о вреде кремния в сплавах алюминия и внедрению этого рода сплавов в практику.

4) Применение найденных Н. С. Курнаковым закономерностей по изучению электрических свойств сплавов способствовало разработке новых реостатных сплавов и созданию в Союзе (в Ленинграде, на заводе «Электрокабель») производства нихрома.

---

<sup>9</sup> Этот раздел представляет собой архивный материал из неопубликованной рукописи А. Г. Бергмана и С. А. Погодина «Школа академика Н. С. Курнакова» (1948), хранящейся в архиве Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР.

5) Изучение медно-циркониевых, медно-бериллиевых сплавов показало большую их практическую ценность, благодаря чему медно-бериллиевые сплавы вступили в семью промышленных сплавов нашего Союза.

6) Изучение железо-кремниевых сплавов разрешило вопрос о правильном изготовлении ферросилиция, при котором эти сплавы лишены своих прежних свойств.

7) Внедрены в промышленность высокоомные, жаропрочные сплавы — заменители платины, никрома и др. на основе безуглеродистых железо-алюминий-хромовых и железо-алюминий-хромо-никелевых сталей. Внедрены в промышленность аналогичные сплавы на основе железа, марганца и хрома. Эти работы разрешают вопрос использования для изготовления ответственных сплавов недефицитных отечественных металлов.

8) Успешно разрабатывается и внедряется в практику алюмотермический метод получения безуглеродистых высоколегированных сталей, обладающих ценными физическими свойствами (железо-хромо-алюминиевые и др.).

9) Разработан и принят промышленностью метод огневой рафинировки свинца от висмута.

10) В связи с работами по внедрению в промышленность цветных металлов хлорных методов переработки руд и промежуточных продуктов проводились полужаводские испытания хлорного рафинирования свинца и переработки оловянных концентратов хлорированием хлористым железом. Испытание в полужаводских условиях применения хлорного метода переработки сложных тантало-ниобиевых руд Кольского полуострова и Урала дали благоприятные результаты. Этими работами создано новое направление в усовершенствовании методов переработки руд.

#### в) *Металлография*

Работы Н. С. Курнакова и его школы по металлическим сплавам широко известны не только у нас в Союзе, но и далеко за его пределами. В этой области Курнаков со своими учениками являлся во многих отношениях пионером и дал науке — металлографии — прекрасные образцы диаграмм равновесий, по сей день сохраняющих свое научно-техническое значение. Все проводившиеся и проводимые в этой области исследования носят неизменный характер связи науки и практики. Разрабатываемые диаграммы «состав — свойство» металлических сплавов дают не только новый материал для построения учения о металлических сплавах, но и являются отправным пунктом для возможного практиче-

ского применения отдельных сплавов. С этой целью разрабатывались сложные, тройные и четверные, металлические системы, которые легли в основу специальных сталей со специфическими физическими свойствами, и легкие, алюминиевые и магниевые, сплавы, имеющие большое значение для дальнейшего развития техники авиационной и других отраслей промышленности.

г) *Исследование природных соляных озер и месторождений каменной соли, калийно-магниевых солей, брома, бора, природной соды и сульфата натрия и физико-химическое обоснование методов технологической переработки природных минеральных солей и продуктов*

Школа академика Н. С. Курнакова провела большую работу по выявлению, исследованию и использованию соляных богатств и минеральных ресурсов нашей страны.

Начиная с 1918 г. особенно широко были проведены экспериментальные исследования и дано научное обоснование методов промышленной эксплуатации крупных месторождений минеральных солей:

1) Исследование залива Кара-Богаз-Гол и научное обоснование способов добычи сульфата натрия и других солей.

2) Изучение многочисленных соляных озер Крыма, Нижнего Поволжья, Западной Сибири, Казахстана, Кавказа и других районов страны и обоснование методов добычи сульфата натрия, хлористого магния, брома, соды и поваренной соли.

3) Исследование соляных рассолов Соликамского района и выявление калийных залежей. Обоснование методов их промышленной эксплуатации. Непосредственное участие в разработке технологических схем переработки калийных солей на Соликамском химическом комбинате.

4) Н. С. Курнаковым было высказано предположение о продолжении залежей калийных солей от Соликамска до Каспийского моря. В результате многочисленных экспедиционных исследований рассолов и соляных отложений, проведенных под руководством Курнакова, на обширной территории Западного Казахстана, Башкирской АССР, Саратовской и Волгоградской областей выявлен ряд новых калийных месторождений <...>

5) Систематические работы по изучению соляных ресурсов Средней Азии, Южного Казахстана, Кавказа, проводившиеся школой Н. С. Курнакова, раскрыли исключительно богатые и разнообразные соляные ресурсы <...>

Кроме большого числа соляных озер, вполне обеспечивающих по своим запасам указанные республики поваренной солью, сульфатом натрия, солями магния (хлористым и сульфатом), бромом, установлены новые районы повышенной калиеносности и бороносности. Из них особенно нужно отметить район восточнее Коканда, где обнаружены небольшие соляные озера с чрезвычайно высоким содержанием калия <...>

д) *Химия расплавленных солей и многокомпонентных систем*

...Благодаря разработке теории многокомпонентных систем, быстрых и точных методов экспериментальной работы раскрыт путь к исследованию ряда областей петрографии, химии и технологии, которые до настоящего времени не могли рационально разрабатываться вследствие отсутствия методов изображения сложных систем, а также отсутствия теории многокомпонентных равновесий. На основании этих работ получены и внедрены безлитиевые (во много раз более дешевые) флюсы для сварки алюминиевых сплавов. Разработаны недефицитные заменители селитр и регенерации селитр для термической обработки металлов. Разработаны новые составы теплоносителей с лучшими физическими свойствами и пониженным коррозионным действием на металлы. Проведены обширные исследования по сложным концентрированным удобрениям — нитрофоскам и др.

е) *Технология органических веществ (взрывчатые вещества и жиры)*

В этом направлении проведена большая работа по применению методов физико-химического анализа к исследованию органических соединений (жирных кислот, глицеридов), имеющих большое значение в пищевой промышленности.

В области изучения строения органических соединений установлены новые, весьма ценные в теоретическом и практическом отношении, превращения в кристаллах, не связанные с перестройкой кристаллической решетки («гомеоморфные превращения»). Открытие этих гомеоморфных превращений расширяет наши представления о многообразии кристаллического вещества в твердом состоянии.

Тензиметрические исследования гидратных соединений выявили широкое распространение твердых растворов воды среди кристаллических веществ. Исключительные свойства показали гидратные соединения бикомплексных солей, содержащие переменное количество воды, большая часть ко-

торой удаляется самопроизвольно, для сильно гидратированных кристаллических бикомплексов, полученных при низкой температуре, установлено явление синерезиса, до сих пор констатированное только у коллоидов <...>

Школа Н. С. Курнакова принимала большое участие в создании и развитии высшей школы, подготовке большого числа кадров исследователей и практических работников промышленности, а также работников высшей школы.

Прочно вошли в программы высшей школы оригинальные курсы: физико-химический анализ, металлография, галургия (соляное дело), химия силикатов <...>

Школа Н. С. Курнакова много сделала для создания и развития советских научных учреждений <...>

Активное участие школа Н. С. Курнакова приняла в создании: Государственного института прикладной химии (ГИПХ); Всесоюзного алюминиево-магниевого института <sup>10</sup> (ВАМИ) (ранее НИИСАлюминий); Института металлургии им. А. А. Байкова АН СССР; ряда филиалов Академии наук СССР.

Школа Н. С. Курнакова принимала участие в работе: Государственного института цветных металлов (Гинцветмет);

Государственного института редких металлов <sup>11</sup> (Гиредмет);

Научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам (НИУИФ, ранее НИУ).

Деятельное участие принимала школа Н. С. Курнакова в работе научных обществ и научных съездов и конференций, в работе государственных учреждений: наркоматов, Госплана, комиссий и т. п.

Особенно следует подчеркнуть участие в работе Русского физико-химического общества (ныне Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева), Русского металлургического общества, Русского минералогического общества, в работе Менделеевских и металлургических съездов.

Обзор деятельности и результатов работ школы Н. С. Курнакова показывает, что она является крупной научной ценностью и, несомненно, составляет предмет национальной гордости.

---

<sup>10</sup> В настоящее время Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт алюминиевой, магниевой и электродной промышленности.

<sup>11</sup> В настоящее время Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности.

Школа академика Н. С. Курнакова настолько увеличилась по числу ее членов, по исключительно широкому охвату разнообразных вопросов теории химии и ее многочисленных разделов и связанных с ними прикладных задач химии, металлургии, металлографии, галургии, геологии, петрографии, что из нее возник ряд новых школ и групп, объединенных теорией и методами физико-химического анализа».

25 декабря 1940 г. советская научная общественность торжественно отмечала 80-летие со дня рождения и 60-летие научной деятельности одного из крупнейших современных ученых Николая Семеновича Курнакова, действительного члена Академии наук СССР и вице-президента Всесоюзного химического общества имени Д. И. Менделеева. Чествование было организовано Академией наук СССР и Всесоюзным химическим обществом.

Большой зал Московского Дома ученых АН СССР едва смог вместить всех желающих приветствовать главу крупнейшей советской школы химиков-неоргаников. Среди присутствующих академики, профессора, многочисленные ученики юбиляра, представители высших учебных заведений, исследовательских институтов, промышленных наркоматов и заводов.

Открывая торжественное собрание, президент Академии наук СССР академик В. Л. Комаров сказал:

«Мы собрались сегодня здесь, чтобы отметить юбилей крупнейшего научного деятеля нашей страны Н. С. Курнакова... И страна в целом, и правительство высоко ценят работы Н. С. Курнакова, доказательством чего является то, что Н. С. Курнакову за выдающиеся заслуги в области химии присвоено звание Заслуженного деятеля науки РСФСР» [17]. Это сообщение зал приветствовал овацией.

Затем слово взял председатель Оргкомитета по чествованию Н. С. Курнакова академик А. Н. Бах. Вспомнив о своем первом личном знакомстве с юбиляром после своего возвращения на родину в 1917 г., А. Н. Бах сказал: «Во всех вопросах, при всех обстоятельствах, где были разные стороны, Вас я всегда встречал на хорошей стороне... Благодаря своим знаниям и крупным творческим способностям Вы создали школу, которая действительно известна всему миру... Ваше дело останется навсегда. Ваша работа дала такие результаты, которых страна наша никогда не забудет».

Затем ученики юбиляра — профессор Н. Н. Ефремов, член-корреспондент АН СССР Г. Г. Уразов и профессор С. З. Макаров сделали доклады о жизни и творчестве Н. С. Курнакова.

В своем ответе на приветствия юбиляр сказал: «Я больше всего обязан своим ученикам, с которыми в течение многих лет работаю. Они меня воодушевляли и будут воодушевлять в будущем на работу, все увеличивающуюся и все возрастающую <...>

Работы, которые мы сейчас ведем в Академии наук, получают непосредственное одобрение самой жизнью... При посредстве моих дорогих учеников, сотрудников и друзей мы будем продолжать и развивать дальше эту работу.

Я вижу в своих учениках продолжение моей собственной деятельности; вряд ли исследователь может иметь большее удовлетворение. Позвольте еще раз поблагодарить моих учеников и всех тех, кто меня сегодня поздравлял».



### Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников

В этой главе мы приведем некоторые воспоминания современников и учеников Н. С. Курнакова, ярко характеризующие личность крупного ученого, его метод и стиль работы, взаимоотношения с сотрудниками. Мы надеемся, что эти воспоминания дополнят нашу характеристику деятельности Курнакова как ученого, педагога и организатора науки.

Профессор С. А. Погодин<sup>1</sup> оставил нам теплые слова о своем учителе, его лекциях в Политехническом институте, рассказ о методе и стиле его научного руководства<sup>2</sup>.

«Как сейчас помню первую лекцию Н. С. Курнакова в начале сентября 1912 г. Большая химическая аудитория (на 360 мест) переполнена, студенты сидят и стоят даже на ступеньках двух лестниц, спускающихся от входа к кафедре. На ней в образцовом порядке расставлены приборы для опытов, все огромных размеров. Открывается дверь сбоку кафедры и из нее выходит Н. С. Курнаков. На нем форменная одежда горного инженера: черный сюртук с золотыми пуговицами, черным бархатным воротником с синим кантом и петлицами, на которых горная эмблема (скрещенные молот и кирка) и два шитых серебряными нитями пятиугольника, присвоенных чину действительного статского советника<sup>3</sup>. На правом боку сюртука — знак об окончании Горного института (золотой государственный герб с горной эмблемой, окруженной лавровым венком) и второй, знакомый мне знак — темно-синий крест в золотом ромбе, увенчанном государственным гербом<sup>4</sup>. Знаменитого профессора

<sup>1</sup> Сергей Александрович Погодин (1894—1984), окончил Петроградский политехнический институт (1921), ученик и сотрудник Н. С. Курнакова. Доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Специалист в области физико-химического анализа систем, включающих цветные, легкие и редкие металлы, по технологии сплавов для электротехники. Автор многочисленных работ по истории химии.

<sup>2</sup> См.: Погодин С. А. Из воспоминаний об академике Н. С. Курнакове.— *Вопр. истории естествознания и техники*, 1981, № 1, с. 121—129.

<sup>3</sup> Гражданский чин, равный чину генерал-майора.— *Примеч. С. А. Погодина*.

<sup>4</sup> Позже узнал, что это знак ученой степени доктора наук. Московский университет 25 апреля 1909 г. присвоил Н. С. Курнакову степень почетного доктора наук.— *Примеч. С. А. Погодина*.



**Сергей Александрович  
Погодин**

встречает буря аплодисментов. Но вот они стихают, и Н. С. Курнаков начинает лекцию словами, которые он впоследствии много раз повторил и устно, и в печати. Смысл их сводится к тому, что наша страна вступает в эпоху широкого изучения своих минеральных богатств с целью поставить их на службу народу. Это изучение производится различными научными методами и среди них важнейшее место принадлежит химии, которая занимается исследованием состава и свойств веществ, как природных, так и полученных искусственно. Далее следовало пояснение различий между физическими и

химическими явлениями. Первые сопровождаются лишь небольшими изменениями теплового состояния тел. Тут же Г. Г. Уразов показал кристаллизацию пересыщенного раствора глауберовой соли, в который был погружен резервуар воздушного термометра; подкрашенная вода в его трубке как бы нехотя поднялась на несколько делений. А при химических явлениях выделение тепла нередко бывает значительным. Г. Г. Уразов поджег пятилитровый шар из коллодия, наполненный смесью 2 объемов водорода и 1 объема кислорода. Раздался взрыв вроде пушечного выстрела, зазвенело в ушах... И на всю жизнь мы запомнили, что химические явления отличаются от физических.

Рассказывая о реакциях замещения, при одновременном показе опыта вытеснения железом меди из раствора медного купороса, Н. С. Курнаков заметил, что алхимики называли железо Марсом, а медь — Венерой, описывали эту реакцию так: „Вооруженный Марс бросается в объятия растаявшей в слезах Венеры и краснеет“. Нечего и говорить, как такие приемы оживляли лекции и способствовали усвоению предмета.

Н. С. Курнаков читал лекции по общей химии по четвергам и субботам от 12 до 15 час., с часовым перерывом. Но уже в 11 час. у подъезда Химического павильона оста-

навливалась карета, в которой Н. С. Курнаков приезжал из Горного института в Политехнический. Он шел в свой кабинет, затем в Большую химическую аудиторию. Студенты, которые забегали туда, чтобы занять место получше, могли видеть, как их профессор, стоя на легкой деревянной стремянке, мелом на доске пишет таблицы свойств элементов или изображает схемы заводских устройств к предстоящей лекции. Много позже, когда я был лекционным ассистентом Н. С. Курнакова, я сказал ему, что мог бы делать это за него. Но Н. С. Курнаков ответил: „Спасибо, батенька мой, но я привык сам“ <...>

Студентов привлекала в лабораторию Н. С. Курнакова не только новизна и научный интерес тематики ее работ, но и мечта стать учеником знаменитого ученого, творца крупного оригинального направления в химической науке. Далеко не последнее значение имели и его личные качества. На вид как будто строгий и суровый, он в действительности был сердечным и доброжелательным. Он приветливо встречал каждого, кто хотел у него работать, будь то студент или уже сложившийся исследователь. Дав начинающему тему, Н. С. Курнаков поручал его ближайшему попечению одного из своих помощников, но все время внимательно следил за ходом работы, помогая и полезным советом, и добрым словом. Его терпение и доброта были безграничны. Не раз приходилось быть свидетелем того, как дипломанты и даже аспиранты обращались к нему с мелкими, иногда наивными вопросами. Н. С. Курнаков внимательно слушал, а затем давал подробное разъяснение, указывал литературу, не подавая и вида, что такими вопросами можно было его не беспокоить.

У Н. С. Курнакова был обычай следить за ходом работ своих сотрудников и учеников на их рабочих местах. Этот обычай он сохранил до последних лет жизни. Даже будучи директором большого Института общей и неорганической химии и уже в весьма пожилых годах, он неизменно бывал во всех лабораториях, беседовал с сотрудниками, рассматривал препараты, шлифы, диаграммы, приборы и всегда высказывал ценные мысли.

Недавно, просматривая „Лекции об углероде“ Ле Шателье, я нашел его слова о Муассане: „Неутомимое постоянство в исследованиях, негибкая мощь в борьбе с препятствиями, встречающимися на пути, и непритворная приветливость в отношениях с сотрудниками были главными элементами успеха Муассана. По банальному, но правдивому образному выражению, это была железная рука в бар-

хатной перчатке. В науке, как и во всех жизненных обстоятельствах, успех обеспечен тем людям, которые, владея собой, умеют соединять волю к действию с приятностью обращения, столь полезной для преодоления препятствий... Такие люди редки<sup>5</sup>. Именно к этим редким людям принадлежал Н. С. Курнаков. Всегда спокойный и уравновешенный он никогда не позволял себе при неудовольствии или раздражении повышать голос. В таких случаях, оставаясь внешне невозмутимым, он начинал либо шаркать ногами, либо снимать и надевать очки. Он обладал исключительным умением поддерживать и словом, и личным примером бодрость духа в своих учениках. В годы интервенции, блокады и гражданской войны он, когда не было трамвайного сообщения, проходил пешком около 15 км с 21-й линии Васильевского острова в Политехнический институт, чтобы провести и подбодрить своих ассистентов и дипломантов. Никогда, даже в самые тяжелые времена, не приходилось замечать у него и признаков уныния. Именно в это трудное время мне пришлось делать в лаборатории Н. С. Курнакова дипломную работу. Не буду говорить здесь о бытовых невзгодах, но не могу не вспомнить условий, в которых тогда велись экспериментальные исследования. Политехнический институт, расположенный в Лесном, который тогда был вне черты города, имел собственные электрическую и водопроводную станции, установку центрального отопления, и небольшой газовый завод, которые служили и для хозяйственных, и для учебных целей. Но вследствие острейшего топливного кризиса электричество и вода подавались крайне ограниченно и нерегулярно, а производство газа совсем прекратилось, равно как и отопление<sup>6</sup>.

Н. С. Курнаков с горькой иронией говорил: „Работаем при нормальных условиях — температуре 0° и давлении 760 миллиметров“. Вместо газа для нагревания пользовались всем, что было под рукой, — примусами, керосинками и самодельными бензиновыми горелками («чижиками») и

---

<sup>5</sup> *Le Chatelier A. Lecons sur la carbone, la combustion, les lois chimiques Nouvelle édition. Paris, 1926, p. VIII.— Примеч. С. А. Погодина.*

<sup>6</sup> Только к осени 1924 г. был произведен капитальный ремонт отопительной и водопроводной сети химических лабораторий Политехнического института, благодаря чему стала возможной нормальная учебная и научная работа в холодное время года.— *Примеч. С. А. Погодина.*

Более подробно см.: *Погодин С. А. Из ранней истории Института физико-химического анализа Академии наук СССР.— В кн.: Исследования по теоретической и прикладной неорганической химии. М.: Наука, 1971, с. 29—42.*

даже как-то оказавшейся в лаборатории старинной спиртовой лампой Берцелиуса. Ощущался острейший недостаток химической посуды, реактивов, фотоматериалов, короче говоря, всего необходимого для экспериментальной работы. В одном из помещений лаборатории (пирохимической комнате) стараниями С. Ф. Жемчужного была поставлена кухонная плита с отводом дыма в вентиляционный канал вытяжного шкафа. Плита служила для согревания помещения, варки пищи и сушки мокрых полусгнивших досок, реек и тому подобного топлива, которое удавалось добывать посредством самоснабжения. Таковы были условия экспериментальной работы в те годы. И все же в лаборатории общей химии Политехнического института, которая послужила своего рода базой для Института физико-химического анализа, основанного в 1918 г. Н. С. Курнаковым, научная работа продолжалась»<sup>7</sup>.

Одной из важнейших проблем, которые привлекали в то время внимание Н. С. Курнакова, была проблема аффинажа платиновых металлов с целью организации выпуска всех металлов платиновой группы в чистом виде. Профессор О. Е. Звягинцев<sup>8</sup> по этому поводу вспоминал<sup>9</sup>:

«Для связи между институтами и аффинажным заводом я, совсем молодой человек, работавший тогда инженером „Уралплатины“, был послан в Ленинград в Платиновый институт. Первая встреча моя с академиком Н. С. Курнаковым состоялась в ноябре 1922 г. в химической лаборатории Ленинградского горного института. Я вошел со двора по черной лестнице (парадный вход с улицы был тогда закрыт) и поднялся на второй этаж. Здесь в полутемном коридоре я встретил пожилого усатого человека в теплой куртке и барашковой шапке и спросил его: „Где бы мне найти академика Курнакова?“ Вместо ответа мой встречный ткнул

---

<sup>7</sup> *Погодин С. А.* Указ. соч., с. 121—122, 124—125.

<sup>8</sup> Орест Евгеньевич Звягинцев (1894—1967), доктор химических наук, профессор. Автор работ по химии, анализу и аффинажу благородных металлов, обобщенных в монографии «Аффинаж золота, серебра и металлов платиновой группы» (М.: Изд-во АН СССР, 1945). Его перу принадлежит серия статей и книг по истории химии, посвященных развитию химии комплексных соединений, жизни и деятельности К. К. Клауса, Л. А. Чугаева, Н. С. Курнакова и других видных деятелей отечественной науки и техники.

<sup>9</sup> См.: *Звягинцев О. Е.* Воспоминания о совместной работе с Н. С. Курнаковым.— В кн.: Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 35—44.

себя указательным пальцем в грудь. Я назвал себя и объяснил цель моего приезда. Николай Семенович встретил меня весьма приветливо, пригласил в свой кабинет-лабораторию, расспросил меня, кто я и что делал раньше, затем повел в другой кабинет-лабораторию и познакомил со своим помощником и заместителем по Платиновому институту Николаем Ивановичем Подкопаевым. Там совместно были обсуждены и намечены организационные мероприятия по этим работам.

Через два дня я уже работал в лаборатории Горного института. Мне было поручено произвести полный анализ плиховой платины <...>

Н. С. Курнаков три-четыре раза в неделю заходил в лабораторию и обходил всех работающих на втором этаже. В одних комнатах работали сотрудники-исследователи, в других — студенты, проходившие химический количественный анализ. Николай Семенович задавал им вопросы и давал указания. Руководили студентами ассистенты, но Николай Семенович считал своим долгом время от времени обходить их и проверять. У сотрудников, ведущих научную работу, он задерживался дольше, подробно знакомился с результатами и дальнейшими планами; давал задания. Работая в лаборатории под внимательным присмотром Николая Семеновича, я чувствовал себя легко и работал с большим подъемом. Н. И. Подкопаев, добрый и внимательный человек, хотевший казаться суровым, помогал Курнакову растить учеников <...>

... благодаря организаторскому таланту и умелому руководству Н. С. Курнакова Платиновый институт охватил все стороны платиново-аффинажного дела в СССР и создал основание для развития аффинажа платиновых металлов и их применения. Эти результаты были зафиксированы Н. С. Курнаковым в обзорных докладах и резолюциях научных съездов по химии и по металлургии, происходящих с 1922 по 1930 г. <...>

В 1922—1930 гг. методы получения чистых металлов платиновой группы, разработанные в Платиновом институте под руководством Н. С. Курнакова, позволили организовать на Уральском аффинажном заводе производство всех шести металлов этой группы, а впоследствии заменить некоторые технологические схемы их получения новыми, более совершенными <...>

В 1927 г. происходило празднование 150-летия Ленинградского горного института. В связи с этой датой отмечалось также и 100-летие русской платины, которая была от-

крыта русскими горными инженерами, и аффинажа платины, который был разработан П. Соболевским и В. Любарским в стенах Горного института. В этом году по инициативе Н. С. Курнакова был издан выпуск 5 «Известий Платинового института», посвященный 100-летию русской платины. Николай Семенович поручил мне и Э. Х. Фрицману составить исторические очерки по платиновому делу в России. Он очень тщательно проверял рукописи и их исправлял. Так, в одной из статей он сделал дополнение об образовании в 1910 г. под его председательством при Горном департаменте Министерства торговли и промышленности комиссии по аффинажу. Эта комиссия начала разрабатывать мероприятия по аффинажу уральской платины в России. Тогда платина в России почти не аффинировалась, а вывозилась в сыром виде, и все выгоды от ее переработки получали иностранные аффинеры. Комиссия просуществовала недолго: по настоянию германского посла она была распущена, так как предполагавшиеся ею мероприятия не соответствовали русско-германскому торговому договору 1905 г.

В другой статье Николай Семенович заменил одностороннюю характеристику деятельности К. К. Клауса, данную Марковниковым, на характеристику Бутлерова, более соответствовавшую действительности <...>

В моем очерке по истории русской платины была помещена фотография шестерни, отлитой Сен-Клер-Девилем из русской платины. Модель этой шестерни из папье-маше находилась в Платиновом институте. Николай Семенович, улыбаясь, рассказал, как платину, из которой состояла эта шестерня, пришлось употребить для исследовательских работ по аффинажу в 1914—1915 гг. Другой платины Горному институту, где производились эти работы, получить не удалось. Шестерня, таким образом, второй раз послужила для исследований. На основе этих работ, производившихся Н. И. Подкопаевым и Н. Н. Барабошкиным, был спроекти-



**Орест Евгеньевич  
Звягинцев**

рован и частично построен в 1916 г. Аффинажный завод в Екатеринбурге. После Великой Октябрьской революции этот завод был восстановлен и в 1920 г. пущен Н. Н. Барабоскиным»<sup>10</sup>.

В своих воспоминаниях О. Е. Звягинцев описывает некоторые встречи с Николаем Семеновичем в обстановке отдыха или путешествия.

«В 1928 г. состоялся V Менделеевский съезд по химии в Казани. Многие ленинградские химики поехали в Казань через Рыбинск (ныне г. Андроппов) и от Рыбинска до Казани пароходом. В числе ехавших были Н. С. Курнаков, А. Е. Фаворский, Ю. С. Залькинд, Б. К. Климов, А. Е. Тищенко, К. П. Мищенко, И. И. Черняев, Т. А. Фаворская, Е. Д. Волова, Э. Х. Фрицман, Н. А. Колосовский, Б. В. Бызов и многие другие. Компания была веселая, говорливая, но неорганизованная. Н. С. Курнаков решил организовать вечеринку с вином и фруктами. Для этого он вместе с Е. Д. Воловой, сидя на палубе, предлагал некоторым ехавшим химикам держать пари на бутылку вина и фрукты. Державший пари должен был ответить на вопрос, вроде такого: как проехать водным путем из Каспийского в Черное море по советской территории? Все вступавшие в спор проигрывали, так как не знали детального ответа на такие вопросы. В числе проигравших были Б. К. Климов и я. Кто еще проиграл — не помню. Мы должны были в назначенный Николаем Семеновичем час угощать всю честную компанию вином и фруктами. Шуткам и веселым рассказам не было конца. Центром общества был Николай Семенович»<sup>11</sup>.

В начале 1930-х годов Н. С. Курнаков уделял много внимания изучению крымских соляных озер. Его интересовала проблема метастабильных природных равновесий при испарении морской воды.

«Насколько живо он интересовался природой и природными явлениями, — вспоминал М. Г. Валяшко<sup>12</sup>, — может служить следующий пример. В июле 1930 г. на озере Старом мною была обнаружена обильная садка бишофита. Нам до этого времени удавалось наблюдать кристаллизацию

<sup>10</sup> Звягинцев О. Е. Указ. соч., с. 36, 37, 39—41.

<sup>11</sup> Там же, с. 42—43.

<sup>12</sup> Михаил Георгиевич Валяшко (1908—1984), доктор химических наук, профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. См.: К шестидесятилетию со дня рождения профессора М. Г. Валяшко. — Вестн. МГУ. Геология, 1967, № 4, с. 109—110.



бишофита — минерала весьма гигроскопического — только в течение нескольких часов в ограниченном количестве в Сакских бассейнах. Осенью 1929 г., правда, мне удалось собрать на том же озере Старом немного кристаллов бишофита, но в стадии растворения. Летом же 1930 г. кристаллизация достигла таких размеров, что позволила организовать промышленную вывoločку. Николай Семенович весьма заинтересовался этим как с точки зрения самого явления, так и с точки зрения возможности его практического использования.

Он решил сам поехать и ознакомиться с этой грандиозной садкой бишофита. Дул суховей. Температура рапы достигла почти  $40^{\circ}$  при концентрации  $90^{\circ}$  Вé. Рапа представляла маслянистую густую жидкость, покрывающую озеро слоем 25—40 см. На дне, на пласте поваренной соли, — щетка игольчатых кристаллов бишофита.

Николай Семенович, приехав, сразу же пожелал пойти на озеро. Босиком, в обжигающей ноги рапе, по колючим иголкам бишофита в течение нескольких часов он внимательно с лупой исследовал кристаллы бишофита в местах их наибольшего скопления. Кожа на ногах его в той части, что была погружена в рапу, сделалась ярко-красной, губы трескались от жары и иссушающего ветра, но Николай Семенович, как увлекшийся юноша, не хотел уходить с озера, пока полностью не ознакомился с явлением»<sup>13</sup>.

Одной из привлекательных черт Н. С. Курнакова было его отношение к работам своих предшественников. В выступлениях, лекциях, статьях он непременно упоминал о трудах русских и иностранных ученых, положивших начало учению о растворах и сплавах, методике и теории гетерогенных равновесий. Николай Семенович проявлял глубокий интерес к истории химии. Он читал в оригинале многие работы ученых прошлых поколений; хорошо знал труды К. Л. Бертолле, П. Лапласа и Г. Монжа, но особенно он чтит труды Д. И. Менделеева.

Академик С. И. Вольфкович<sup>14</sup> в своих воспоминаниях писал:

<sup>13</sup> *Валашко М. Г.* Н. С. Курнаков и соляное дело.— В кн.: Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников, с. 71.

<sup>14</sup> Семен Исаакович Вольфкович (1896—1980), известный советский химик-неорганик, автор многих работ по технологии азотных, фосфорных и сложных удобрений. Предложил первую технологическую схему химической переработки силвина для получения калийных солей. Изучал процесс переработки мирабилита на соду и сульфат аммония, а также многие другие процес-

«Меня всегда восхищала в нем спокойная мудрость, исключительная широта и толерантность его взглядов на науку и жизнь, его глубочайшее знание истории науки — не только химии и физики, но и математики. Он поражал своих собеседников детальным знанием биографий и работ Лагранжа и Карно, Ломоносова и Лавуазье, Севергина и Ловица, Пру, Бертолле и Гесса. Он постоянно интересовался историей отечественной металлургии, соляного дела и ряда отраслей химической промышленности. Вспоминается его образная историческая характеристика Соликамска в выступлении перед работниками Горно-химического комбината в 1932 г.: „Соликамск родился вторично,— сказал Н. С. Курнаков,— в первый раз более пяти столетий тому назад как мощный источник поваренной соли; второй раз — после Октябрьской революции как богатейший источник калиевых и магниевых солей“.

В личном общении он был поразительно приветлив, внимателен и добр. Будучи уже маститым ученым с мировым именем, Николай Семенович был тем не менее исключительно прост, доступен для всех, к нему обращались и студенты, и молодые научные сотрудники, и убежденные седины ученые, и деятели промышленности. Это огромное личное благородство и научный авторитет придавали его облику величие и красоту»<sup>15</sup>.

Воспоминания ближайшего ученика Н. С. Курнакова профессора Н. Н. Ефремова<sup>16</sup> воссоздают перед нами образ ученого, рассказывают о последних днях жизни Николая Семеновича Курнакова.

«Чрезвычайно простой, деликатный и доступный, он в личной жизни отличался удивительной скромностью. Еще в дореволюционное время ему неоднократно предлагались высокие посты, например директора Горного департамента. Все такого рода предложения Николай Семенович с твердостью отклонял, предпочитая оставаться скромным ученым.

Всю свою жизнь Николай Семенович отдавал себя науке, делу исследования, развитию промышленности, подготовке кадров, помогая социалистическому строительству ... поражая всех не только широким размахом своей работы, но и своей неутомимостью и бесконечной преданностью науке.

---

сы, имеющие важное значение для развития химической промышленности. С 1946 г.— действительный член Академии наук СССР.

<sup>15</sup> *Вольфович С. И.* Встречи с академиком Н. С. Курнаковым.— В кн.: Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников, с. 58—59.

<sup>16</sup> О Н. Н. Ефреме см. в главе восьмой.

Он не только учил других, но и сам учился. Он с большим интересом изучал философию и проективную геометрию и ряд других научных дисциплин.

Николай Семенович опубликовал свыше 300 научных работ, а если учесть работы его учеников и сотрудников, то число таковых значительно превышает тысячу.

Блестящие, классические исследования Николая Семеновича в большой мере продвинули вперед мировую химическую науку как в области теории, так и по целому ряду технологических и производственных проблем. Работы эти являются ценнейшим, достойнейшим памятником своему творцу, одному из величайших ученых нашего времени.

Богатство идей, новизна и смелость мыслей, которыми отличаются работы Николая Семеновича, никогда не утрачат своего значения, и они долгие годы будут служить образцом для молодых ученых, источником их вдохновения...

Ближайшим другом и помощником Николая Семеновича была его жена — Анна Михайловна, которая в течение более полувека неустанно охраняла его покой, всюду сопутствовала ему, оказывала поддержку и помощь во всех его трудах и начинаниях. Последний труд «Введение в физико-химический анализ» он посвятил светлой памяти этой энергичной, преданной и любящей подруге. Смерть жены и друга тяжело отразилась на здоровье Николая Семеновича, и силы его заметно убывали.

Даже в таком состоянии Николай Семенович не прекращал работы, посещал институт, давал консультации, руководил Советом института и живо интересовался работами сотрудников своих и приехавших со всех концов нашей великой Родины.

На свои недомоганья он никогда не жаловался. Никто не мог подумать, что скоро его не станет.

В начале марта Николай Семенович поехал отдохнуть в санаторий «Барвиха» с тем, чтобы потом со свежими силами вновь приняться за работу. Но там он слег в постель и уже больше не встал...»<sup>17</sup>.

Николай Семенович Курнаков скончался 19 марта 1941 г. Он был похоронен в Ленинграде на Смоленском кладбище, а впоследствии его прах был перенесен на Волково кладбище и захоронен поблизости от могилы Дмитрия Ивановича Менделеева.

<sup>17</sup> Ефремов Н. Н. Светлой памяти Николая Семеновича Курнакова. — Изв. АН СССР. ОХН, 1941, № 3, с. 455—456.

## Цитируемая литература

### Глава первая

1. Страницы автобиографии В. И. Вернадского. М.: Наука, 1981. 349 с.
2. Курнаков Николай Семенович.— В кн.: Императорская Академия наук. 1889—1914: Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук. Пг., 1915, ч. 1, с. 374—381.
3. Штежардт Ю. А. Учебник химии, или первоначальное изучение химии при помощи самых простых опытов, без пособия наставника. 2-е изд./Пер. и под ред. А. И. Ходнева. СПб.: изд. «Т-ва Общ. Польза», 1862. 476 с.
4. Кропоткин П. А. Записки революционера. М.: Мысль, 1966. 504 с.
5. Оствальд В. Школа химии: Общая часть: Пер. с нем. СПб., 1904. 259 с.
6. Лоранский А. Исторический очерк Горного института. СПб., 1873. 166 с.
7. Павлов М. А. Воспоминания металлурга. М.: Наука, 1984. 423 с.
8. [Ячевский Л. Я. Памяти П. В. Еремеева].— Зап. СПб. минерал. о-ва, 1899, ч. 37, вып. 1, с. 16. Протоколы.
9. Еремеев Павел Владимирович.— В кн.: Императорская Академия наук. 1889—1914: Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук. Пг., 1915, ч. 1, с. 277—289.
10. Курнаков Н. С. [О кристаллических формах квасцов].— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1881, ч. 16, с. 310. Протоколы.
11. Мюнстер А. Э. Пятидесятилетний юбилей академика Николая Ивановича Кокшарова и краткая биография юбиляра. СПб., 1887. 147 с.
12. Шафрановский И. И. Николай Иванович Кокшаров. М.; Л.: Наука, 1964. 216 с. (Серия НБЛ).
13. Курнаков Н. С. Выдающийся представитель мировой науки.— Вестн. АН СССР, 1936, № 7, с. 40—41; Романовский С. И. Александр Петрович Карпинский. 1847—1936. Л.: Наука, 1981. 484 с. (Серия НБЛ).
14. Курнаков Н. С. Очерк работ К. И. Лисенко в области химии.— Зап. Рус. техн. о-ва, 1907, № 2, с. 2—9 (Прилож.: Чествование памяти Конона Ивановича Лисенко).
15. [Версилов Н.] Конон Иванович Лисенко.— Горн. журн., 1903, т. 4, с. 114—121.
16. Соловьев Ю. И. Герман Иванович Гесс. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 104 с. (Серия НБЛ).
17. Степанов Н. И. Очерк истории и современного состояния химии в Горном институте.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1927, т. 3, вып. 2, с. 510—524.
18. Алексеев В. Из химической лаборатории Горного института.— Горн. журн., 1897, т. 2, с. 92—130.

### Глава вторая

1. Архив АН СССР (Л.), ф. 701, оп. 2, № 16.
2. Курнаков Н. С. Испарительные системы соляных варниц.— В кн.:

Курнаков Н. С. Собрание избранных работ. [В 2-х т.] Л.; М.: ГОНТИ—Ред. хим. лит., 1939, т. 2, с. 399—478 (Диссертация, представленная в совет Горного ин-та для получения звания адъюнкта по кафедре металлургии и галургии).

3. Архив АН СССР (Л.), ф. 701, оп. 2, № 2.
4. Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.

#### Глава третья

1. *Курнаков Н. С.* О сложных металлических основаниях. Ст. 1 и 2.— В кн.: Курнаков Н. С. Собрание избранных работ. [В 2-х т.] Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 7—106.
2. *Вернадский В. И.* О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах. М., 1891. 100 с.
3. *Solovèv Yu. I. D. I. Mendeleev's conceptions concerning the structure of complex compounds.*— J. Chem. Educ., 1978, vol. 55, N 8, p. 494—496.
4. *Менделеев Д. И.* Основы химии. СПб., 1871. Ч. 2. 932 с.
5. *Курнаков Н. С.* О сложных металлических основаниях.— В кн.: Курнаков Н. С. Собр. избр. работ, т. 1, с. 7—106.
6. *Курнаков Н. С.* [Продукты сочетания тиомочевины с платиновыми солями].— ЖРФХО. Ч. хим., 1889, т. 21, отд. I, вып. 4, с. 230—231. Протоколы.
7. *Менделеев Д. И.* Основы химии. 5-е изд. СПб., 1889. 781 с.
8. *Werner A.* Beitrag zur Konstitution der anorganischen Verbindungen.— Ztschr. anorg. Chem., 1893, Bd. 3, S. 267—330; цит. по: Classics in coordination chemistry. N. Y., 1968, pt 1: The selected papers of Alfred Werner, p. 62.
9. *Д. И. Менделеев в воспоминаниях современников.* 2-е изд., перераб. и доп./Сост. А. А. Макареня, И. Н. Филимонова, Н. Г. Карпило. М.: Атомиздат, 1973. 271 с.
10. *Старосельский П. И., Соловьев Ю. И.* Альфред Вернер и развитие координационной химии. М.: Наука, 1974. 312 с. (Серия НБЛ).
11. [*Курнаков Н.*] Рец.: «О теории растворов» А. Горстмана.— Горн. журн., 1893, т. 2, с. 162—163.
12. *Кукушкин Ю. Н., Бобоходжаев Р. И.* Закономерность трансвлияния И. И. Черняева. М.: Наука, 1977. 183 с. (Проблемы координационной химии).
13. *Курнаков Н. С.* О соотношении между цветом и строением галоидных солей.— В кн.: Курнаков Н. С. Собр. избр. тр., т. 1, с. 119.
14. *Черняев И. И.* О работах Н. С. Курнакова по комплексным соединениям.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, с. 141—144.
15. *Федоренко Н. В.* К вопросу об открытии характерных атомных группировок.— Вопр. истории естествознания и техники, 1982, вып. 1, с. 89—91.
16. *Чугаев Л. А.* Органические соединения в приложении к минеральному анализу.— В кн.: Чугаев Л. А. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1954, т. 3, с. 344—349.
17. *Курнаков Н. С.* Труды по химии комплексных соединений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 154 с.

#### Глава четвертая

1. *Алексеев В.* О растворах.— Горн. журн., 1885, т. 2, с. 385—434.
2. *Курнаков Н. С., Погодин С. А.* Из истории исследования твердых растворов.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1943, т. 16, вып. 1, с. 7—12.

3. *Тыркель Е.* История развития диаграммы железо — углерод. М.: Машиностроение, 1968. 280 с.
4. *Курнаков Н. С.* Об учреждении металлографической комиссии для исследования сплавов при имп. Русском техническом обществе.— Зап. Рус. техн. о-ва (СПб.), 1900, т. 34, № 1, с. 1—4 (отд. паг.).
5. *Курнаков Н. С.* О взаимных соединениях металлов.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. 2, с. 3—18.
6. *Менделеев Д. И.* Сочинения. [В 25-ти т.] Л.: ОНТИ—Химтеорет. Т. 4. Растворы. 1937. 561 с.
7. *Петренко-Критченко П. И.* О тетрагидропиронных соединениях. Одесса, 1899. 65 с.
8. *Курнаков Н. С., Пушкин Н. А.* О сплавах таллия.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 336—353.
9. *Курнаков Н. С.* Нахождение состава определенных соединений в сплавах по методу плавкости.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 19—34.
10. Императорская Академия наук. 1889—1914: Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук. Пг., 1915. Ч. 1. 440 с.
11. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 80.
12. *Нессельштраус Г. З.* Жизнь и деятельность Д. К. Чернова, основателя металлографии.— В кн.: Д. К. Чернов и наука о металлах. М.: Metallurgizdat, 1950, с. 87—105.
13. *Курнаков Н. С.* Введение в физико-химический анализ. 4-е изд. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 561 с.
14. *Курнаков Н. С.* Новая форма регистрирующего пирометра.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 201—212. См. также: *Берг Л. Г., Цуринов Г. Г.* Пирометр Н. С. Курнакова. Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1942. 64 с.
15. *Байков А. А.* Собрание трудов. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т. 2. 1948. 590 с.
16. *Курнаков Н. С.* Определение твердых растворов посредством регистрирующего прибора.— ЖРФХО, 1905, т. 37, отд. 1, вып. 5, с. 578—579. Протоколы.
17. *Курнаков Н. С.* Памяти С. Ф. Жемчужного.— Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1931, т. 5, с. 1—2.
18. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* О сплавах меди с никелем и золотом: электропроводность твердых металлических растворов.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 139—152.
19. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Давление истечения и твердость пластических тел.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 217—269.
20. *Погодин С. А.* Работы Н. С. Курнакова по металлическим сплавам.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, с. 47—61.
21. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Твердость металлических твердых растворов и определенных химических соединений.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 36—58.
22. *Погодин С. А.* Работы С. Ф. Жемчужного по металлическим сплавам.— Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1931, т. 5, с. 21—27.
23. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Электропроводность и давление истечения изоморфных смесей свинца с ипдием и таллием.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 476—498.
24. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Внутреннее трение двойных

- систем: Характеристика определенного соединения.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 367—385.
25. *Меншуткин Б. Н.* Материалы для истории термического анализа.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1935, т. 8, с. 373—407.
  26. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 74.
  27. Архив АН СССР (Л.), ф. 321, оп. 1, № 62.
  28. *Степанов Н. И.* Физико-химический анализ. М.: Работник просвещения, 1928. 36 с. (Наука и техника СССР).
  29. Архив АН СССР (Л.), ф. 453, оп. 3, № 27.
  30. Архив АН СССР (Л.), ф. 453, оп. 3, № 29.
  31. Архив АН СССР (М.), ф. 518, оп. 3, № 911.
  32. Архив АН СССР (Л.), ф. 453, оп. 3, № 29.
  33. Архив АН СССР (Л.), ф. 453, оп. 3, № 30.

#### Глава пятая

1. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Давление истечения и твердость пластических тел.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 217—269.
2. *Соловьев Ю. И.* Очерки истории физико-химического анализа. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 222 с.
3. *Менделеев Д. И.* Сочинения. [В 25-ти т.] М.; Л.: ОНТИ—Химтеорет. Т. 4. Растворы. 1937. 561 с.
4. *Погодин С. А.* Значение исследований Д. И. Менделеева в области растворов для развития физико-химического анализа.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1949, т. 18, с. 247—258.
5. *Менделеев Д.* Исследование водных растворов по удельному весу. СПб., 1887; цит. по: Менделеев Д. И. Избранные сочинения. Л.: Госхимтехиздат. Т. 3. 1934. 467 с.
6. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Внутреннее трение двойных систем: Характеристика определенного соединения.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 367—385.
7. *Курнаков Н. С.* Особые точки Д. И. Менделеева в учении о растворах.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 169—178.
8. *Байков А. А.* Периодический закон и его основатель.— Вестн. АН СССР, 1944, № 9, с. 3—14; цит. по: Байков А. А. Собрание трудов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948, т. 2, с. 504.
9. *Менделеев Д. И.* Основы химии. [В 2-х т.] 9-е изд. М.; Л.: Госиздат. 1927. Т. 1. 524 с.
10. *Курнаков Н. С.* О значении работ И. Ф. Шредера в области физико-химического анализа. По поводу десятилетия со дня смерти.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 195—196.
11. *Курнаков Н. С.* Памяти профессора В. Ф. Алексеева.— Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1922, т. 2, вып. 1, с. 1—4.
12. *Шредер И. Ф.* О зависимости между температурой плавления твердых тел и их растворимостью в жидкостях.— Горн. журн., 1890, т. 4, с. 272—327.
13. *Коновалов Д. П.* Основы химии и их автор.— В кн.: Менделеев Д. И. Основы химии. 9-е изд. М.; Л.: Госиздат, 1927, т. 1, с. XXVII—XL.
14. *Коновалов Д.* Об упругости пара растворов. 3-е изд. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. 67 с.
15. *Коновалов Д. П.* О химическом сродстве.— ЖРФХО, 1898, т. 30, отд. II, вып. 7, с. 225—232.
16. *Курнаков Н. С.* Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., доп. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 561 с.
17. *Капустинский А. Ф.* Жозеф Луи Пруст и открытие закона посто-

- яинства состава.—Тр. Ин-та истории естествознания и техники, 1955, т. 6, с. 43—67.
18. Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф., Тарарин В. П. Соединения переменного состава в сплавах таллия с висмутом.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. 2, с. 393—415.
  19. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 73.
  20. Курнаков Н. С., Жуковский Г. Ю. Меркуриды цезия и рубидия.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 91—100.
  21. Курнаков Н. С., Пушкин Н. А. О сплавах свинца с таллием и индием.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 354—368.
  22. Курнаков Н. С., Смирнов В. И. Определенные соединения с переменным составом твердой фазы: Электропроводность и твердость системы магний—серебро.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 119—136.
  23. Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф., Тарарин В. П. Соединения переменного состава в сплавах таллия с висмутом.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 393—415.
  24. Курнаков Н. С., Глазунов А. И. Сплавы кадмия с серебром и медью.— В кн.: Курнаков Н. С., Избр. тр., т. 2, с. 137.
  25. Курнаков Н. С., Уразов Г. Г. Ядовитые свойства продажных сортов ферросилиция.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 549—580.
  26. Соединения переменного состава. Л.: Химия, 1969. 519 с.
  27. Курнаков Н. С. Соединение и химический индивид: Доклад в секции химии I Всерос. съезда преподавателей физики, химии и космографии 2 янв. 1914 г.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 13—24.
  28. Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф., Заседателев М. М. Превращение в сплавах золота и меди.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 176—195.
  29. Курнаков Н. С. Сингулярные точки химических диаграмм. (Памяти Клод-Луи Бертолле. 1748—1822).— В кн.: Курнаков Н. С. Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., доп. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 37—59.
  30. Шептунова З. И. Химическое соединение и химический индивид: Очерк развития представлений. М.: Наука, 1972. 215 с.
  31. Wald F. Was ist das chemische Individuum? — Ztschr. physik., 1899, Bd. 13, S. 13.
  32. Кипнис А. Я. Развитие химической термодинамики в России. М.; Л.: Наука, 1964. 347 с.
  33. Курнаков Н. С. Непрерывность химических превращений вещества.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 25—39.
  34. Агеев Н. В. Химия металлических сплавов. М.: Изд-во АН СССР, 1941. 120 с. Агеев Н. В. Природа химической связи в металлических сплавах. М.: Изд-во АН СССР, 1947. 120 с.
  35. Лужная Н. П. Развитие физико-химического анализа.— Вестн. АН СССР, 1960, № 12, с. 14—19; см. также: Божий Г. Б. Развитие идей Н. С. Курнакова в современной кристаллохимии.— Журн. неорган. химии, 1963, т. 8, с. 1033—1040.
  36. Ормонт Б. Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: Высш. шк., 1968. 487 с.
  37. Нестехиометрические соединения / Пер. с англ. под ред. проф. К. В. Астахова. М.: Химия, 1971. 607 с.
  38. Соединения переменного состава / Под ред. Б. Ф. Ормонта. Л.: Химия, 1969. 519 с.



39. Хенней Н. Химия твердого тела / Пер. с англ. под ред. В. В. Болдырева. М.: Мир, 1974. 223 с.
40. Химия твердого состояния / Пер. с англ. под ред. С. З. Рогинского. М.: Изд-во иностр. лит., 1961. 543 с.
41. Кузнецов В. И. Эволюция представлений об основных законах химии. М.: Наука, 1967. 310 с.
42. Кузнецов В. И. Диалектика развития химии. М.: Наука, 1973. 327 с.
43. Аносов В. Я., Озерова М. И., Фиалков Ю. Я. Основы физико-химического анализа. М.: Наука, 1976. 503 с.
44. Курнаков Н. С. Развитие учения о равновесной химической диаграмме (Тезисы).— В кн.: Доклады, представленные к торжественной Юбилейной сессии Академии наук СССР, посвященной 15-летию Октябрьской революции. Л.: Изд-во АН СССР, 1932, с. 18—22.
45. Гинзберг А. С. Значение работ академика Н. С. Курнакова и его школы для минералогии и петрографии.— Вестн. ЛГУ. Биология. География. Геология, вып. 2, 1953, № 4, с. 165—176.
46. Елисеев Э. Н. Вариационный физико-химический анализ процессов кристаллизации многокомпонентных систем. Л.: Наука, 1971. 128 с.
47. Горощенко Я. Г. Физико-химический анализ гомогенных и гетерогенных систем. Киев: Наук. думка, 1978. 490 с.; см. также: Горощенко Я. Г. Основные принципы анализа физико-химических систем и трансляция геометрических образов на физико-химических диаграммах.— В кн.: Методология исследования развития сложных систем (естественнонаучный подход). Л.: Наука, 1979, с. 230—235.

#### Глава шестая

1. Курнаков Н. С. О нахождении калиевого минерала — хлористого калия, или сильвина, — в России.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1963, т. 3, с. 111—112.
2. Курнаков Н. С. Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. Пг., 1916, с. 52—66 (Материалы КЕПС; 7); 2-е изд. Пг., 1922, с. 76—86 (Материалы КЕПС; 42); Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 149—158.
3. Курнаков Н. С., Белоглазов К. Ф., Шматъко М. К. Месторождения хлористого калия соликамской соленосной толщи.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 132—138.
4. Курнаков Н. С. О калиевых солях в рассолах Соликамского края.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 139—148.
5. Организация исследований природных ресурсов страны.— В кн.: Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968, с. 173—199.
6. Рукописный фонд Государственной публичной библиотеки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина: Архив Н. С. Курнакова, шифр IV, 47-48.1.
7. Отчет о деятельности Российской Академии наук за 1924 год. Л.: Изд-во Рос. АН, 1925. 287 с.
8. Преображенский П. И. Предварительный отчет по работе Соликамской разведочной партии за период с 1 октября 1925 г. по 1 октября 1926 г.— В кн.: Материалы по общей и прикладной геологии. Л.: Геологич. комитет, 1927, вып. 104, с. 3—92.

9. Курнаков Н. С. О месторождении калиевых солей в Соликамске.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 161—162.
10. Вольфович С. И. Из истории советской калийной промышленности.— В кн.: Материалы по истории отечественной химии: Сб. докл. на Первом Всесоюз. совещ. по истории отеч. химии. 12—15 мая 1948 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 135—153.
11. Ленин и Академия наук: Сборник документов / Под ред. академика П. Н. Поспелова. М.: Наука, 1969. 342 с.
12. [Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф. Об условиях превращения деэтиводной глауберовой соли в тенардит в соляных озерах].— Зап. СПб. минерал. о-ва, 1899, ч. 37, вып. 2, с. 49—52 (Протокол, 26 янв. 1899 г.).
13. [Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф. Об условиях выделения глауберовой соли в Карабугазе].— Зап. СПб. минерал. о-ва, 1900, ч. 38, вып. 1, с. 26—27 (Протокол, 8 февр. 1900 г.).
14. Лебединцев А. Новые источники богатства. Залежи глауберовой соли в Карабугазском заливе.— Технолог, 1898, № 1, с. 3.
15. Менделеев Д. Химическая и нефтяная промышленность.— В кн.: Россия в конце XIX века. СПб., 1900, с. 309—348.
16. [Лебединцев А. А.] Физико-химические исследования: Труды Карабугазской экспедиции. СПб., 1902. Ч. 2. 177 с. (Отчет Министерству земледелия и государственных имуществ).
17. Звягинцев О. Е. Памяти Н. И. Подкопаева.— Изв. Ин-та по изучению платины и других благородных металлов, 1932, вып. 9, с. 7—12 [Приведен список трудов Н. И. Подкопаева].
18. Подкопаев Н. И. Из отчета по поездке на Карабугаз в 1909 году.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение / Н. И. Андрусов, Н. С. Курнаков, А. А. Лебединцев, Н. И. Подкопаев, И. Б. Шпиндлер. Пг., 1916, с. 21—35 (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 7).
19. Вернадский В. И. Об изучении естественных производительных сил России.— Изв. АН. Сер. 6, 1915, № 8, с. 679—700.
20. Курнаков Н. С. Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение / Н. И. Андрусов, Н. С. Курнаков, А. А. Лебединцев, Н. И. Подкопаев, И. Б. Шпиндлер. Пг., 1916, с. 53—66 (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 7); цит. по: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 149—158.
21. Лебединцев А. А. Карабугазский залив и значение его для русской и мировой химической промышленности.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. 2-е, доп. изд. / Н. И. Андрусов, Н. С. Курнаков, М. В. Никитин, А. А. Лебединцев, Н. И. Подкопаев, В. Е. Тищенко, П. П. Федотьев, И. Б. Шпиндлер, А. А. Яковкин. Пг., 1922, с. 59—63. (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 42).
22. Курнаков Н. С. Задачи химического исследования русских соляных озер.— В кн.: Отчеты о деятельности Комиссии по изучению естественных производительных сил России, состоящей при Академии наук. Пг., 1917, № 7, с. 136—139.
23. Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф. Равновесие взаимной системы хлористый натрий — серномагневая соль в применении к природным рассолам.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 311—354.
24. Бергман А. Г. Об исследованиях С. Ф. Жемчужного в области соляных равновесий.— Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1931, т. 5, с. 9—17.

25. *Волков В. А.* В. И. Ленин и развитие химической промышленности СССР. М.: Наука, 1975. 285 с.
26. *Подкопаев Н. И.* Научная экспедиция 1921—1926 гг.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. 3-е изд., доп./Под ред. Н. С. Курнакова, Н. И. Подкопаева и Б. Л. Ронкина. Л.: Изд-во АН СССР, 1930, с. 107—138. (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 73).
27. Рукописный фонд Государственной публичной библиотеки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина: Архив Н. С. Курнакова, № 16.
28. Архив АН СССР (Л.), ф. 701, № 49.
29. Карабугаз и его промышленное значение. 2-е, доп. изд./Н. И. Андрусов, Н. С. Курнаков, М. Н. Никитин, А. А. Лебединцев, Н. И. Подкопаев, В. Е. Тищенко, П. П. Федотьев, И. Б. Шпиндлер, А. А. Яковкин. Пг., 1922. 171 с. (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 42).
- 29а. Производительные силы, искусство, промышленность и торговля СССР. Л.: Изд-во Академии художеств, 1927. Ч. 1.
30. *Курнаков Н. С.* Предисловие к третьему изданию.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. 3-е изд., доп./Под ред. Н. С. Курнакова, Н. И. Подкопаева и Б. Л. Ронкина. Л.: Изд-во АН СССР, 1930, с. 1—2. (Материалы для изучения естественных производительных сил России; 73).
31. *Лаустовский К.* Кара-Бугаз: Повесть.— Собр. соч. В 8-ми т. М.: Худож. лит., 1967, т. 1. Романы и повести, с. 401—518.
32. Залив Кара-Богаз-Гол. Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 161 с.
33. *Чарыев Б. Ч.* Кара-Богаз-Гол: история исследования и промышленного освоения. Ашхабад: Изд-во Туркм. фил. АН СССР, 1950. 64 с.
34. *Лепешков И. Н., Буйневич Д. В., Буйневич Н. А., Седельников Г. С.* Перспективы использования солевых богатств Кара-Богаз-Гола. М.: Наука, 1981. 272 с.
35. *Мушкетов И. В.* Заметка о крымских соляных озерах.— Горн. журн., 1895, т. 2, № 6, с. 344—392.
36. Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.
37. *Каблуков И. А., Каблуков А. С.* Крымские соленые озера: О добычании из них натриевых и калийных солей. М., 1915. 103 с.
38. Архив АН СССР (Л.), ф. 474, оп. 3, № 436, л. 13—14.
39. *Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф.* Магниево озеро переконской группы.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 113—131.
40. Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1928, т. 4, вып. 2, с. 1—4 (Введение).
41. *Ферсман А. Е.* Экспедиционная деятельность Академии наук СССР и ее задачи. Л.: Изд-во АН СССР, 1929.
42. *Курнаков Н. С., Николаев В. И.* Солнечное испарение морской воды и озерных рассолов.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 235—263.
43. *Федотьев П. П.* Химико-технологические очерки: Из практики последнего десятилетия. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во Всехимпрома СССР, 1930. 122 с.
44. Архив АН СССР (Л.), ф. 701, оп. 2, № 13/5.
45. *Курнаков Н. С., Лепешков И. Н.* Индерское озеро как представитель нового типа хлорокалиевых соляных озер.— В кн.: Бор и калий в Западном Казахстане. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935, с. 40—61. (Тр. Казах. базы АН СССР; Вып. 8).
46. *Курнаков Н. С., Кузнецов Д. И.* Минеральные соли Урало-Эмбин-

ского района г озера Индер.— Вестн. АН СССР, 1936, № 1, с. 22—30.

47. Курнаков Н. С. Новый центр калийных солей и задачи советской химии.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 225—228.

#### Глава седьмая

1. Вернадский В. И. О ближайших задачах Комиссии по изучению производительных сил России. Пг., 1915. 15 с.
2. Вернадский В. И. Об использовании химических элементов в России.— Русская мысль, 1916, кн. 1, с. 73—88.
3. Вальден П. И. Основные задачи прикладного естествознания в деле развития производительных сил России.— В кн.: Вальден П. И. Наука и жизнь. 2-е изд. Пг., 1922, ч. 1, с. 100—106.
4. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 2, № 108.
5. Архив АН СССР (Л.), ф. 321, оп. 3, № 63, л. 19—20.
6. Отчет о деятельности Военно-химического комитета при Отделении химии Русского физико-химического общества с 2 октября 1915 г. по 1 января 1917 г.— Тр. Военно-хим. комитета, 1917, вып. 1, с. 25—36.
7. Протокол Общего собрания Военно-химического комитета 8 января 1917 г.— Тр. Военно-хим. комитета, 1917, вып. 1, с. 4—10.
8. Ленин и Академия наук: Сборник документов / Под ред. академика П. Н. Поспелова. М.: Наука, 1969. 342 с.
9. Архив АН СССР (Л.), ф. 132, оп. 1, № 181.
10. Вдовенко В. М. Радиохимия.— В кн.: Развитие общей, неорганической и аналитической химии в СССР. М.: Наука, 1967, с. 196—213.
11. Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. М.: Политиздат, 1959. Т. 1. 783 с.
12. Кольцов А. В. Ленин и становление Академии наук как центра советской науки. Л.: Наука, 1969. 280 с.
- 12а. Бюллетень Всероссийской конференции по изучению естественных производительных сил страны. М.: Госплан СССР, 1923, № 3, с. 12.
13. Курнаков Н. С. Исследовательский институт физико-химического анализа.— В кн.: Отчеты о деятельности Комиссии по изучению естественных производительных сил России, состоящей при Академии наук. Пг., № 8, с. 162—166 (К вопросу об организации в России исследовательских институтов).
14. Вернадский В. И. О государственной сети научно-исследовательских институтов.— В кн.: Очерки и речи. Пг., 1922, ч. 1, с. 3—25.
15. Курнаков Н. С. Задачи Института физико-химического анализа.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 185—189.
16. [Курнаков Н. С.] Объяснительная записка КЕПС к временному уставу Института физико-химического анализа.— В кн.: Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968, с. 129—132.
17. Вернадский В. И. О задачах и организации прикладной научной работы Академии наук СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. 43 с.
18. Звягинцев О. Е. Изучение металлов платиновой группы в нашей стране.— В кн.: Магериалы по истории отечественной химии: Сб. докл. на Первом Всесоюз. совещ. по истории отеч. химии, 12—15 мая 1948 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, с. 122—134.
19. Курнаков Н. С. К вопросу о русской платине.— В кн.: Отчеты КЕПС. Пг., 1916, № 6, с. 97—98.

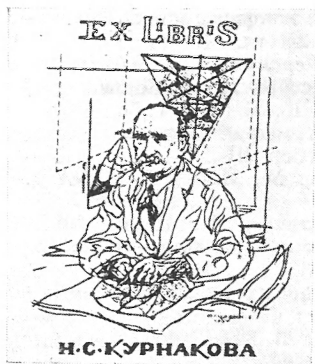
20. [Курнаков Н. С., Ферсман А. Е.] Объяснительная записка к законопроекту об учреждении Института для изучения платины и других благородных металлов.— В кн.: Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968, с. 136—139.
21. Чугаев Л. А. О назначении и задачах Института по изучению платины и других благородных металлов.— Изв. Ин-та платины и других благородных металлов, 1920, т. 1, вып. 1, с. 1—11.
22. [Курнаков Н. С., Ферсман А. Е.]. Из устава Института для изучения платины и других благородных металлов.— В кн.: Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968, с. 139—140.
23. Федоренко Н. В. Развитие исследований платиновых металлов в России. М.: Наука, 1985. 264 с.
24. Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968. 407 с.
25. Климов В. К. История опытного завода и главнейшие этапы его развития.— В кн.: Опытный завод Государственного института прикладной химии: Работы опытного завода 1916—1926. Л.: Науч. техн. упр. ВСНХ, 1927. 80 с.
26. Центральный гос. архив нар. хоз-ва СССР (ЦГАНХ), ф. 3429, оп. 60, ед. хр. 782, л. 49.
27. Курнаков Н. С., Заславский А. И., Васильев Б. Б. Физико-химический анализ в изучавшихся в ГИПХе проблемах технологии минеральных солей.— В кн.: Сборник статей к двадцатилетию Государственного института прикладной химии: 1919—1939. Л.: Госхимиздат, 1939, с. 29—41.
28. История металлургии легких сплавов в СССР: 1917—1945. М.: Наука, 1983. 390 с.
29. Курнаков Н. С., Уразов Г. Г. Термический анализ глин и бокситов.— В кн.: Труды III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923, с. 37—38. (Сообщ. о научно-техн. работах в Республике; Вып. 2).
30. Курнаков Н. С., Уразов Г. Г. Химический и термический анализ тихвинских бокситовых пород.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1963, т. 3, с. 13—36.
31. Прения по докладу инж. В. П. Данилова.— В кн.: Труды Первого Всесоюз. совещ. по цветным металлам, 30 марта—6 апреля 1925 г.: Доклады, прения, резолюции. М.: Центр. упр. печати ВСНХ СССР, 1925, с. 388—394.
32. Курнаков Н. С., Ильинский В. П., Брицке Э. В., Шейнин С. Д. Об использовании тихвинских бокситов для получения алюминия.— В кн.: Тр. Первого Всесоюз. совещ. по цветным металлам. М.: Центр. упр. печати ВСНХ СССР, 1925, с. 447—468.
33. Заключительное слово акад. [Н. С. Курнакова].— В кн.: Труды Первого Всесоюз. совещ. по цветным металлам... М.: Центр. упр. печати ВСНХ СССР, 1925, с. 483—484.
34. [Н. Курнаков, Д. Коновалов, В. Ипатьев]. Записка об ученых трудах профессора А. А. Яковкина.— Изв. АН СССР. Сер. 6. 1925, т. 19, № 18, с. 871—873.
35. Беляев А. И., Павлова О. И. Павел Павлович Федотьев. М.: Металлургия, 1965. 94 с.
36. Дурунча Ч. В. Н. С. Курнаков и алюминиевая промышленность.— В кн.: Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 49—50.
37. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 50.

38. *Курнаков Н. С.* Институт общей и неорганической химии Академии наук СССР.— В кн.: Институт общей и неорганической химии Академии наук СССР: Обзор работ и деятельности Института. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 3—17; см. также: Успехи химии, 1936, т. 5, вып. 7/8, с. 957—971; *Курнаков Н. С.* Институт общей и неорганической химии.— Вестн. АН СССР, 1937, № 10/11, с. 64—81.
39. *Звягинцев О. Е.* Труды академика Н. С. Курнакова и его школы по изучению химии металлов платиновой группы: К 90-летию со дня рождения Н. С. Курнакова.— В кн.: Материалы по истории отечественной химии: Сб. докл. на Втором Всесоюз. совещ. по истории отечеств. химии, 24—26 апреля 1951 г. М.: Изд-во АН СССР, 1953, с. 142—158.
40. Записка о значении химии в хозяйственном и культурном развитии СССР.— Правда, 1928, 18 марта.
41. Постановление Совета Народных Комиссаров СССР от 28 апреля 1928 г. «О мероприятиях по химизации народного хозяйства Союза ССР».— Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. М.: Изд-во полит. лит-ры, 1967, т. 1, с. 720—724.
42. *Ронкин Б.* В Комитете по химизации: Из работ сырьевой секции.— Химия и хоз-во, 1930, № 4, с. 156—159; см. также: *Бах А. Н.* Что такое химизация народного хозяйства. Л.: Изд-во АН СССР, 1931. 12 с.
43. *Курнаков Н. С.* Новый центр калийных солей и задачи советской химии.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 3, с. 225—228.
44. *Курнаков Н. С.* [Продукты сочетания тиомочевины с платиновыми солями].— ЖРФХО, 1889, т. 24, отд. I, вып. 4, с. 230—231 (Протоколы).
45. *Курнаков Н. С., Поспелова Н. А.* Изотермы упругости пара при высушивании торфа.— ЖРФХО. Ч. хим., 1930, т. 62, вып. 10, с. 2357—2358.
46. *Мусабекоев Ю. С.* Марселен Берглю. 1827—1907. М.: Наука, 1965. 231 с. (Сер. НБЛ).
47. Труды III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923. 235 с. (Сообщ. о научно-техн. работах в Республике; Вып. 2).
48. *Курнаков Н. С.* Сингулярные точки химических диаграмм (Памяти Клод-Луи Бертолле. 1748—1922).— В кн.: Курнаков Н. С. Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., доп. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 37—59.
49. Архив АН СССР (Л.), ф. 704, оп. 2, № 12.
50. *Курнаков Н. С.* Соединение и пространство. (Докл. в Общем собрании IV Менделеевского съезда по [чистой и прикладной] химии в Москве 20 сентября 1925 г.).— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 61—75.
51. *Курнаков Н. С.* Памяти проф. К. К. Клауса.— Архив ИОНХ им. Н. С. Курнакова АН СССР.
52. Архив ИОНХ им. Н. С. Курнакова АН СССР.
53. Особые точки Д. И. Менделеева в учении о растворах.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 169—178.
54. *Козлов В. В.* Всесоюзное химическое общество имени Д. И. Менделеева: 1868—1968. М.: Наука, 1971. 563 с.
55. *Усанович М. И.* Н. С. Курнаков и его внимание к советским химикам.— В кн.: Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 92—96.

56. Курнаков Н. С. Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу.— Известия, 1933, 24 окт.
57. Курнаков Н. С., Лазарев П. П., Ферсман А. Е., Ипатьев В. Н. Записка об учебных трудах профессора Д. П. Коновалова.— Изв. Рос. Академии наук. Сер. 6, 1921, т. 15, № 1—18, с. 56—58.
58. Соловьев Ю. И., Кипнис А. Я. Дмитрий Петрович Коновалов. 1856—1929. М.: Наука, 1964. 192 с. (Сер. НБЛ).
59. Кривомазов А. Н. Фредерик Содди. М.: Наука, 1978. 207 с. (Сер. НБЛ).
60. Павлов М. А. Воспоминания металлурга. М.: Наука, 1984. 423 с.
61. Курнаков Н. С. [К выборам новых академиков].— Известия, 1928, 26 мая.
62. Курнаков Н. С. [После выборов новых академиков].— Известия, 1929, 30 янв.

#### Глава восьмая

1. С.-Петербургский политехнический институт: Металлургическое отделение. СПб., 1914. 244 с.
2. Архив АН СССР (Л.), ф. 704, оп. 1, № 44, л. 6 об.
3. Дипломные работы студентов Политехнического института, выполненные под руководством акад. Н. С. Курнакова за время с 1907 г. по 1929 г.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, с. 32—35.
4. Курнаков Н. С. Памяти С. Ф. Жемчужного.— Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, 1931, т. 5, с. 1—2.
5. Григорьев А. Т. Николай Иванович Степанов: Биографический очерк.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1940, т. 13, с. 7—12. [Приведен список трудов Н. И. Степанова].
6. Архив АН СССР (Л.), ф. 321, оп. 3, № 63.
7. Курнаков Н. С., Уразов Г. Г., Григорьев А. Т. Сплавы железа с алюминием.— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды. [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. 2, с. 531—548.
8. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 2, л. 17.
9. Пушкин Н., Гребенщиков И. О применении пирометрического метода для изучения равновесий при больших давлениях.— ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 43, отд. I, вып. 1, с. 112—125.
10. Пушкин Н. А., Гребенщиков И. В. О влиянии давления на равновесие в бинарных системах.— ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 1, с. 244—263.
11. Илья Васильевич Гребенщиков. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 40 с. (Материалы по биобиблиографии ученых СССР. Сер. хим. наук; Вып. 7).
12. Ефремов Н. Н. Светлой памяти Николая Семеновича Курнакова.— Изв. АН СССР. ОХН, 1941, № 3, с. 449—456.
13. Погодин С. А. Николай Николаевич Ефремов: Биографический очерк.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1956, т. 27, с. 7—14 [Приведен список трудов Н. Н. Ефремова].
14. Погодин С. А., Лепешков И. Н. Академик Георгий Григорьевич Уразов.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1954, т. 25, с. 7—16 [Приведен список трудов Г. Г. Уразова].
15. Курнаков Н. С., Уразов Г. Г. Ядовитые свойства продажных сортов ферросилиция.— В кн.: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 2, с. 549—580.
16. Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 1, № 79.
17. Архив ИОНХ им. Н. С. Курнакова АН СССР.



Библиография  
трудов  
академика  
Н. С. Курнакова

*1. Комплексные соединения*

1. [О кристаллических формах квасцов].— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1881, ч. 16, с. 310 (Протоколы).
2. [О кристаллических формах соли Шлиппе ( $\text{Na}_3\text{SbS}_4 + 9\text{H}_2\text{O}$ )...].— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1881, ч. 16, с. 331.
3. [Продукты сочетания тиомочевины с платиновыми солями].— ЖРФХО. Ч. хим., 1889, т. 24, отд. I, вып. 4, с. 230—231 (Протоколы).
4. [О кобальто-молибденовых соединениях].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1890, т. 22, отд. I, вып. 2, с. 79 (Протоколы); Курнаков Н. С. Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 107; Курнаков Н. С. Труды по химии комплексных соединений. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 118.
5. О серебряном соединении тиомочевины.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1891, т. 23, отд. I, вып. 8, с. 559—565; Ver., 1891, Jg. 24, S. 3956—3962; Собр. избр. работ, т. 1, с. 1—6; Труды по химии комплексных соединений, с. 9—13.
6. О сложных металлических основаниях: Рассуждение, представленное в совет Горного ин-та для получения звания профессора по кафедре химии. СПб., 1893. 99 с.; Ст. 1 и 2.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1893, т. 25, отд. I, вып. 8, с. 565—618, вып. 9, с. 693—746; Горн. журн., 1893, т. 4, с. 406—503; Собр. избр. работ, т. 1, с. 7—106; Труды по химии комплексных соединений, с. 14—89.
7. О сложных металлических соединениях тиоамидов.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1893, т. 25, отд. I, вып. 7, с. 435—438 (Протоколы).
8. [О соотношении между цветом и строением двойных галоидных солей].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1894, т. 26, отд. II, вып. 1, с. 10—11 (Протоколы).
9. Metallverbindungen des Thiocarbamids.— J. prakt. Chem., 1894, Bd. 50, S. 481—507.
10. Constitution der Metallsalze der Thiamide.— J. prakt. Chem., 1895, Bd. 51, S. 234—256.

Примечание. Работы Н. С. Курнакова, приведенные в данной библиографии, составляли основную часть научной библиотеки ученого. На книгах библиотеки Н. С. Курнакова имеется экслибрис, который мы здесь приводим. Нарисованный художником Г. Гидони (1926 г.), экслибрис отражает основной раздел физико-химического анализа: учение о диаграммах («состав — свойство»).



11. Anschauungen über die Natur der zusammengesetzten Salze.— J. prakt. Chem., 1895, Bd. 52, S. 177—192.
12. Über die zusammengesetzten Metallbasen. Abh. 2.— J. prakt. Chem., 1895, Bd. 52, S. 490—528.
13. [О строении высших форм химических соединений].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1896, т. 28, отд. I, вып. 2, с. 213—218 (Протоколы).
14. О соотношении между цветом и строением двойных галоидных солей.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1897, т. 29, отд. I, вып. 9, с. 706—733; Ztschr. anorg. Chem., 1898, Bd. 17, S. 207—235; Собр. избр. работ, т. 1, с. 119—143; Труды по химии комплексных соединений, с. 99—117.
15. О соотношении между цветом и строением двойных галоидных солей. СПб., 1898. 28 с.
16. О водном бромокуприте лития. (Совм. с А. А. Семенченко). СПб., 1898. 4 с.; то же.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1898, т. 30, отд. I, вып. 6, с. 701—104; Ztschr. anorg. Chem., 1899, Bd. 19, S. 335—338; Собр. избр. работ, т. 1, с. 144—146; Труды по химии комплексных соединений, с. 120—122.
17. [О шестиводном гидрате бромомеркурита лития. (Совм. с В. Я. Бурдаковым)].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1898, т. 30, отд. I, вып. 4, с. 324—325; Собр. избр. работ, т. 1, с. 147; Труды по химии комплексных соединений, с. 119.
18. [Об этилендиаминовых соединениях никеля].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1898, т. 30, отд. I, вып. 8, с. 872—873 (Протоколы).
19. Об этилендиаминовых соединениях никеля и палладия. (Совм. с Н. И. Гвоздаревым). СПб., 1899. 7 с.; то же. 1. Отношение хлористого никеля к этилендиамину.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1899, т. 31, отд. I, вып. 7, с. 688—691; Ztschr. anorg. Chem., 1900, Bd. 22, S. 384—387; Собр. избр. работ, т. 1, с. 148—151; Труды по химии комплексных соединений, с. 123—125; то же. 2. Об этилендиаминовых соединениях палладия.— Там же, с. 691—694; Собр. избр. работ, т. 1, с. 152—154; Труды по химии комплексных соединений, с. 126—128.
20. [Замечание на сообщении Д. П. Коновалова о свойствах водных аммиачно-соляных растворов].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1899, т. 31, отд. I, вып. 1, с. 5—6 (Протоколы).
21. [Гидрат роданистого кобальта  $\text{Co}(\text{CNS})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1900, т. 32, отд. I, вып. 5, с. 354—355 (Протоколы); Собр. избр. работ, т. 1, с. 155; Труды по химии комплексных соединений, с. 129.
22. Über die Äthylenverbindungen des Nickels.— Ztschr. anorg. Chem., 1900, Bd. 22, S. 463—470.
23. [Замечание на сообщении Г. И. Петренко о надборноокислом амонии].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, отд. I, вып. 1, с. 9 (Протоколы).
24. О зеленых гидратных формах роданистого марганца. (Совм. с П. П. Веймарном).— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, с. 518—520; Собр. избр. работ, т. 1, с. 156—157; Труды по химии комплексных соединений, с. 130—131.
25. О производных хлористой платотетрамминовой соли. (Совм. с И. А. Андреевским).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1929, вып. 7, с. 161—169; Ztschr. anorg. Chem., 1930, Bd. 189, S. 137—144; Труды по химии комплексных соединений, с. 132—137.
26. О гидратах хлористых солей палладия и платотетрамина. (Совм. с И. А. Андреевским).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1932, вып. 9, с. 163 (Протоколы).

27. Сингулярная складка в тройной системе хлористый натрий—хлорная платина—вода. (Совм. с *М. И. Равичем*).—Изв. ИФХА, 1935, т. 7, с. 225—233; Собр. избр. работ, т. 1, с. 505—513; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 334—340.
28. Исследование в области комплексных соединений и физико-химического анализа. (Совм. с *И. И. Черняевым* и *И. И. Корниловым*).—В кн.: Математика и естествознание в СССР: Очерки развития математических и естественных наук за 20 лет. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938, с. 331—363.
29. Равновесие в системе  $\text{Na}_2\text{Cl}_2\text{—PtCl}_4\text{—H}_2\text{O}$  (Совм. с *Е. А. Никитиной*).—Журн. общ. химии, 1940, т. 10, вып. 7, с. 577—588; Труды по химии комплексных соединений, с. 142—153.

## II. Металлические сплавы

30. О взаимных соединениях металлов.—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1899, т. 31, отд. I, вып. 8, с. 927—948; Ztschr. anorg. Chem., 1900, Bd. 23, S. 439—462; Bull. Soc. Encour. Ind. nat., 1901, t. 4, p. 343; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.; М.: ГОНТИ—Ред. хим. лит., 1939, т. 2, с. 5—23; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. 2, с. 3—18.
31. О взаимных соединениях металлов. СПб., 1900. 22 с.
32. [О сплавах таллия с натрием и калием. (Совм. с *Н. А. Пушкиным*)].—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1900, т. 32, отд. I, вып. 7, с. 633—634 (Протоколы).
33. [О температурах плавления сплавов калия с натрием. (Совм. с *Н. А. Пушкиным*)].—Там же, с. 634—635 (Протоколы).
34. [О сплавах таллия с кадмием и свинцом. (Совм. с *Н. А. Пушкиным*)].—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1900, т. 32, отд. I, вып. 9, с. 830—831 (Протоколы).
35. О сплавах таллия. (Совм. с *Н. А. Пушкиным*).—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1901, т. 33, отд. I, вып. 7, с. 565—588; Изв. СПб. электротехн. ин-та, 1903, вып. 1, с. 95—119; Ztschr. anorg. Chem., 1902, Bd. 30, S. 86—108; Избр. тр., т. 2, с. 336—353.
36. О температурах плавления сплавов натрия с калием. (Совм. с *Н. А. Пушкиным*).—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1901, т. 33, отд. I, вып. 7, с. 588—592; Ztschr. anorg. Chem., 1902, Bd. 30, S. 109—112; Изв. СПб. электротехн. ин-та, 1903, вып. 1, с. 120—123; Избр. тр., т. 2, с. 88—90.
37. Нахождение состава определенных соединений в сплавах по методу плавкости.—Горн. журн., 1901, т. 1, с. 204—225; Зап. Рус. техн. о-ва, 1901, т. 35, с. 7—30; Избр. тр., т. 2, с. 19—34.
38. [Сплавы магния с оловом и свинцом. (Совм. с *Н. И. Степановым*)].—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, отд. I, вып. 5, с. 520—521.
39. Предисловие к серии статей «Материалы для изучения металлографии».—Зап. Рус. техн. о-ва, 1902, т. 36, с. 37.
40. [О новой форме термоэлектрического регистрирующего пирометра].—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1903, т. 35, отд. I, вып. 5, с. 558—559 (Протоколы).
41. Новая форма регистрирующего пирометра.—ЖРФХО, [Ч. хим.], 1904, т. 36, отд. I, вып. 6, с. 841—856; Изв. СПб. политехн. ин-та, 1904, т. 1, с. 183—202; Зап. Рус. техн. о-ва, 1904, т. 38, с. 729—746; Ztschr. anorg. Chem., 1904, Bd. 42, S. 184—202; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1,

- с. 171—185; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 201—212.
42. Определение твердых растворов посредством регистрирующего прибора.— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1905, т. 37, отд. I, вып. 5, с. 578—579 (Протоколы).
  43. О сплавах кадмия с сурьмой. (Совм. с *Н. С. Константиновым*).— Там же, с. 580 (Протоколы).
  44. О сплавах магния с оловом и свинцом. (Совм. с *Н. И. Степановым*).— Там же, с. 668—682; *Ztschr. anorg. Chem.*, 1905, Bd. 46, S. 177—192; *Собр. избр. работ*, т. 2, с. 24—34; *Избр. тр.*, т. 2, с. 322—334.
  45. О меркуридах цезия и рубидия. (Совм. с *Г. Ю. Жуковским*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1905, т. 37, отд. I, вып. 7, с. 947—948 (Протоколы).
  46. Антимониды никеля. (Совм. с *Н. И. Подкопаевым*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1905, т. 37, отд. I, вып. 9, с. 1280—1281 (Протоколы); *Избр. тр.*, т. 2, с. 530.
  47. О кадмидах натрия. (Совм. с *А. Н. Кузнецовым*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1906, т. 38, отд. I, вып. 2, с. 247—248 (Протоколы); вып. 5, с. 809—820; *Собр. избр. работ*, т. 2, с. 35—44; *Избр. тр.*, т. 2, с. 108—118.
  48. О соединениях железа с сурьмой. (Совм. с *Н. С. Константиновым*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1906, т. 38, отд. I, вып. 3, с. 461—462 (Протоколы).
  49. О сплавах меди с никелем. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1906, т. 38, отд. I, вып. 6, с. 894—896 (Протоколы).
  50. О твердых растворах свинца с таллием и индием. (Совм. с *Н. А. Пушиным*).— Там же, с. 896—898.
  51. Неопределенные соединения таллия с висмутом. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— Там же, с. 898—900; *Избр. тр.*, т. 2, с. 391—392.
  52. Изоморфные смешения меди с золотом. Электропроводность твердых металлических растворов. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1906, т. 38, отд. I, вып. 7, с. 1048—1050.
  53. О сплавах свинца с таллием и индием. (Совм. с *Н. А. Пушиным*).— Там же, с. 1146—1167; *Изв. СПб. политехн. ин-та. Техн. отд.*, 1906, т. 6, с. 535—558; *Избр. тр.*, т. 2, с. 354—368.
  54. Меркуриды цезия и рубидия. (Совм. с *Г. Ю. Жуковским*).— *ЖРФХО*. [Ч. хим.], 1906, т. 38, отд. I, вып. 8, с. 1216—1229; *Изв. СПб. политехн. ин-та. Техн. отд.*, 1906, т. 6, с. 221—236; *Ztschr. anorg. Chem.*, 1907, Bd. 52, S. 416—429; *Избр. тр.*, т. 2, с. 91—100.
  55. О сплавах меди с никелем и золотом. Электропроводность твердых металлических растворов. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— *ЖРФХО*. Ч. хим., 1907, т. 39, с. 211—229; *Изв. СПб. политехн. ин-та. Техн. отд.*, 1906, т. 6, с. 559—584; *Ztschr. anorg. Chem.*, 1907, Bd. 54, S. 149—169; *Собр. избр. работ*, т. 2, с. 45—59; *Избр. тр.*, т. 2, с. 139—152.
  56. О сплавах свинца с таллием и индием. (Совм. с *Н. А. Пушиным*). *СПб.*, 1907, 24 с.; то же.— *Изв. Электротехн. ин-та*, 1907, вып. 3, с. 250—273; *Ztschr. anorg. Chem.*, 1907, Bd. 52, S. 430—451.
  57. Об электропроводности сплавов таллия со свинцом.— *ЖРФХО*. Ч. хим., 1907, т. 39, отд. I, вып. 4, с. 657—658 (Протоколы); *Избр. тр.*, т. 2, с. 369—370.
  58. Электропроводность простых тел.— *ЖРФХО*. Ч. хим., 1907, т. 39, отд. I, вып. 4, с. 659—660; *Избр. тр.*, т. 2, с. 35.

59. О твердости металлических твердых растворов и определенных химических соединений. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1907, т. 39, отд. I, вып. 7, с. 1148—1150 (Протоколы).
60. Антимониды железа и кадмия. (Совм. с *Н. С. Константиновым*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1907, т. 8, с. 139—165; ЖРФХО. Ч. хим., 1908, т. 40, отд. I, вып. 2, с. 227—249; Ztschr. anorg. Chem., 1908, Bd. 58, S. 1—22.
61. Cadmide des Natriums. (In Gemeinschaft mit *A. N. Kuznetzow*).— Ztschr. anorg. Chem., 1907, Bd. 52, S. 173—185. (Кадмиды натрия).
62. Об электропроводности и текучести изоморфных смесей свинца с индием и таллием. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1908, т. 40, отд. I, вып. 4, с. 722—724.
63. Электропроводность сплавов серебра с магнием. (Совм. с *В. И. Смирновым*).— Там же, с. 726.
64. Твердость металлических твердых растворов и определенных химических соединений. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1908, т. 40, отд. I, вып. 6, с. 1067—1104; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1908, т. 9, с. 393—433; Ztschr. anorg. Chem., 1908, Bd. 60, S. 1—37; Собр. избр. работ, т. 2, с. 79—105; Избр. тр., т. 2, с. 36—58.
65. Stand der Forschung über die elektrische Leitfähigkeit der kristallisierten Metalllegierungen. (In Gemeinschaft mit *S. F. Gzemchugzny*).— Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik, 1908, Bd. 5, S. 374—377.
66. Твердость сплавов магния с серебром. (Совм. с *В. И. Смирновым*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1909, т. 41, отд. I, вып. 1, с. 108 (Протоколы).
67. Электропроводность и давление истечения изоморфных смесей свинца с индием и таллием. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1909, т. 41, отд. I, вып. 8, с. 1182—1219; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1909, т. 11, с. 367—409; Ztschr. anorg. Chem., 1909, Bd. 64, S. 149—183; Собр. избр. работ, т. 2, с. 106—133; Избр. тр., т. 2, с. 476—498.
68. [Простейший случай диаграммы твердости. (Совм. с *И. Б. Вржесневским*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1909, т. 41, отд. I, вып. 8, с. 1382 (Протоколы); 1911, т. 43, отд. I, вып. 8, с. 1392—1397; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1911, т. 15, с. 412—420; Ztschr. anorg. Chem., 1912, Bd. 74, S. 89—94.
69. Электропроводность и температурный коэффициент сопротивления трехмагниевого куприда. (Совм. с *В. И. Смирновым*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1909, т. 41, отд. I, вып. 8, с. 1382—1383.
70. Электропроводность и твердость сплавов серебра с медью. (Совм. с *Н. А. Пушиным* и *М. Сенковским*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1910, т. 42, отд. I, вып. 5, с. 733—751; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1910, т. 13, с. 347—366; Ztschr. anorg. Chem., 1910, Bd. 68, S. 123—140; Собр. избр. работ, т. 2, с. 134—148; Избр. тр., т. 2, с. 153—165.
71. Определенные соединения с переменным составом твердой фазы.
  1. Электропроводность и твердость системы магний—серебро. (Совм. с *В. И. Смирновым*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1910, т. 14, с. 623—635; ЖРФХО. Ч. хим., 1911, т. 43, с. 725—752; Ztschr. anorg. Chem., 1911, Bd. 72, S. 31—54; Собр. избр. работ, т. 2, с. 149—169; Избр. тр., т. 2, с. 119—136.
72. [Иррациональные дистектики системы таллий—висмут. (Совм.

- с *С. Ф. Жемчужным* и *В. П. Тарариным*].— ЖРФХО. Ч. хим., 1911, т. 43, отд. I, вып. 3, с. 504—505 (Протоколы).
73. [Электропроводность сплавов калия с рубидием. (Совм. с *А. И. Никитинским*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1911, т. 43, отд. I, вып. 4, с. 680—682 (Протоколы).
  74. [Сплавы кадмия с серебром и медью. (Совм. с *А. И. Глазуновым*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 4, с. 1005—1006 (Протоколы); Собр. избр. работ, т. 2, с. 170—171; Избр. тр., т. 2, с. 137.
  75. Соединения переменного состава в сплавах таллия с висмутом. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным* и *В. П. Тарариным*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1912, т. 18, с. 433—465; Ztschr. anorg. Chem., 1913, Bd. 83, S. 200—227.
  76. Твердость и модуль упругости изоморфных смесей меди с никелем. (Совм. с *Я. Ранке*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 1, с. 156—157 (Протоколы); Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1913, т. 20, с. 387—403; ЖРФХО. Ч. хим., 1914, т. 46, отд. I, вып. 2, с. 380—394; Ztschr. anorg. Chem., 1914, Bd. 87, S. 269—282; Собр. избр. работ, т. 2, с. 242—253; Избр. тр., т. 2, с. 166—175.
  77. [Ядовитые свойства продажных сортов ферросилиция. (Совм. с *Г. Г. Уразовым* и *Г. С. Елиным*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 3, с. 676 (Протоколы).
  78. [Электропроводность системы серебро—кадмий. (Совм. с *А. И. Глазуновым*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 9, с. 2086 (Протоколы).
  79. Электропроводность и давление истечения сплавов калия с рубидием. (Совм. с *А. И. Никитинским*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1913, т. 20, с. 529—540; ЖРФХО, 1914, т. 46, с. 360—371; Ztschr. anorg. Chem., 1914, Bd. 88, S. 151—160; Собр. избр. работ, т. 2, с. 234—241; Избр. тр., т. 2, с. 101—107.
  80. Ядовитые свойства продажных сортов ферросилиция. (Совм. с *Г. Г. Уразовым*). Пг., 1914. 40 с.; то же.— Горн. журн., 1914, т. 3, с. 167—204; Propriétés toxiques du ferrosilicium du commerce. 1915. 39 с.; Собр. избр. работ, т. 2, с. 198—233; Избр. тр., т. 2, с. 549—580.
  81. Превращения в сплавах золота и меди. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным* и *М. М. Заседателевым*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1914, т. 22, с. 485—514; ЖРФХО. Ч. хим., 1915, т. 47, отд. I, вып. 4, с. 871—897; J. Inst. Metals, 1916, vol. 15, p. 305—331; Собр. избр. работ, т. 2, с. 254—275; Избр. тр., т. 2, с. 176—195.
  82. [Физико-химический анализ системы медь—сурьма. (Совм. с *К. Ф. Белоглазовым*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1916, т. 48, отд. I, вып. 3, с. 700—701 (Протоколы).
  83. [Электропроводность и твердость медно-сурьмяных сплавов. (Совм. с *П. Набережновым* и *В. Ивановым*)].— Там же, с. 701 (Протоколы).
  84. [О диаграмме плавкости недиссоциированного двойного соединения. (Совм. с *Б. И. Соловьевым*)].— ЖРФХО. Ч. хим., 1916, т. 48, отд. I, вып. 5, с. 1333—1334 (Протоколы).
  85. Сплавы железа с алюминием. (Совм. с *Г. Г. Уразовым* и *А. Т. Григорьевым*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1918, т. 50, с. 270—293; Изв. ИФХА, 1919, т. 1, с. 9—32; Собр. избр. работ, т. 2, с. 276—293; Избр. тр., т. 2, с. 531—548.

86. Сплавы железа с алюминием. (Совм. с Г. Г. Уразовым и А. Т. Григорьевым).— В кн.: Сообщения о научно-технических работах в Республике.— М.: НТО ВСНХ, 1920, вып. 2, с. 97—98; Ztschr. anorg. Chem., 1922, Bd. 125, S. 207—227.
87. О соединениях меди с сурьмой. (Совм. с К. Ф. Белоглазовым).— Докл. Рос. АН, 1922, янв.—дек., с. 19—20; Избр. тр., т. 2, с. 508—509.
88. Toxische Eigenschaften des Ferrosiliciums des Handels. (In Gemeinschaft mit G. G. Urazow).— Ztschr. anorg. Chem., 1922, Bd. 123, S. 89—131. (Ядовитые свойства продажного ферросилиция.)
89. Über den Einfluss der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Härte und Mikrostruktur der eutektischen Gemische. (In Gemeinschaft mit A. N. Ahnazarow).— Ztschr. anorg. Chem., 1922, Bd. 125, S. 185—206 (О влиянии скорости охлаждения на твердость и микроструктуру эвтектических смесей.)
90. О сплавах серебра с платиной. (Совм. с В. А. Немилковым).— Изв. ИФХА, 1926, т. 3, с. 481.
91. Твердость, микроструктура и электропроводность сплавов платины с серебром. (Совм. с В. А. Немилковым).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1926, вып. 4, с. 306—316; Ztschr. anorg. Chem., 1928, Bd. 168, S. 339—348; Собр. избр. работ, т. 2, с. 294—301; Избр. тр., т. 2, с. 581—589.
92. Аномальные свойства эвтектик высокой дисперсности. (Совм. с Н. В. Агеевым и С. А. Погодиным).— Изв. ИФХА, 1928, т. 4, вып. 1, с. 23—33; Избр. тр., т. 2, с. 77—87.
93. О сплавах платины с медью. (Совм. с В. А. Немилковым).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1930, вып. 8, с. 5—16; Ztschr. anorg. allgem. Chem., 1933, Bd. 210, S. 1—12; Собр. избр. работ, т. 2, с. 302—311; Избр. тр., т. 2, с. 590—600.
94. О сплавах платины с никелем. (Совм. с В. А. Немилковым).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1930, вып. 8, с. 17—24; Собр. избр. работ, т. 2, с. 312—318; Избр. тр., т. 2, с. 601—608.
95. Physico-chemical study of the gold-copper solid solutions. (In coll. with N. V. Ageev).— J. Inst. Metals, 1931, vol. 46, p. 481—501. (Физико-химическое исследование твердых растворов золота с медью); Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 25—46; Собр. избр. работ, т. 2, с. 319—337; Избр. тр., т. 2, с. 196—212.
96. Микроструктура, твердость и температурный коэффициент электропроводности сплавов меди с иридием. (Совм. с Н. С. Домбровской и В. А. Немилковым).— В кн.: Реф. докладов к VI Менделеевскому съезду по общ. и прикл. химии. Л.: ГХТИ, 1932, с. 52—53. (Сообщ. о научно-технических работах в Республике; Вып. 31.)
97. Тройная система платина—медь—железо. (Совм. с Н. С. Домбровской и В. А. Немилковым).— Там же, с. 54.
98. Физико-химическое исследование твердых растворов в сплавах золота с медью. (Совм. с Н. В. Агеевым).— Там же, с. 172.
99. Physico-chemical study of the gold-copper solid solutions: Author's reply to discussion. (In coll. with N. V. Ageev).— J. Inst. Metals, 1932, vol. 48, p. 312—313. (Физико-химическое исследование твердых растворов золота с медью.)
100. Физико-химическое исследование тройной системы Pt—Bi—Pb. (Совм. с В. А. Агеевой).— В кн.: Первая Всесоюз. конференция по физико-химическому анализу (Ленинград, 24—29 октября

- 1933 г.): Программа занятий и тезисы к докладам. Л.: ГХТИ, 1933, с. 86—87.
101. Физико-химическое исследование тройной системы Cd—Ti—Bi. (Совм. с В. А. Агеевой).— Там же, с. 87.
  102. Физико-химическое исследование диаграммы состояния Mg—Al. (Совм. с В. И. Михеевой).— Там же, с. 87—88.
  103. Тройные сплавы таллия со свинцом, кадмием и оловом. (Совм. с Н. И. Кореньевым).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 47—68; Собр. избр. работ, т. 2, с. 338—361; Избр. тр., т. 2, с. 371—390.
  104. Исследование  $\alpha$ -фазы системы свинец—магний. (Совм. с С. А. Погодиным и Т. А. Видусовой).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 266—267.
  105. Исследование фаз  $\alpha$  и  $\beta$  в системе свинец—натрий. (Совм. с С. А. Погодиным).— Там же, с. 275.
  106. Физико-химическое исследование твердых растворов в сплавах золота с медью. (Совм. с Н. В. Агеевым).— Там же, с. 293.
  107. Физико-химическое исследование  $\gamma$ -фазы сплавов таллия с висмутом. (Совм. с В. А. Агеевой и Н. В. Агеевым).— Там же, с. 49—58; Собр. избр. работ, т. 2, с. 362—368; Избр. тр., т. 2, с. 416—423.
  108. Физико-химическое исследование сплавов таллия с висмутом и свинцом. (Совм. с В. А. Агеевой).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 99—121; Собр. избр. работ, т. 2, с. 369—387; Избр. тр., т. 2, с. 424—442.
  109. Физико-химическое исследование сплавов таллия с висмутом и кадмием. (Совм. с В. А. Агеевой).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 123—133; Собр. избр. работ, т. 2, с. 388—396; Избр. тр., т. 2, с. 443—452.
  110. Физико-химическое исследование сплавов свинца с висмутом. (Совм. с В. А. Агеевой).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 4, с. 735—742; Избр. тр., т. 2, с. 499—507.
  111. Физико-химическое исследование системы алюминий—магний. Ч. 1. (Совм. с В. И. Михеевой).— Изв. СФХА, 1938, т. 10, с. 5—35; Избр. тр., т. 2, с. 213—237.
  112. То же. Ч. 2; Диаграмма плавкости системы алюминий—магний. (Совм. с В. И. Михеевой).— Изв. СФХА, 1938, т. 10, с. 37—66; Избр. тр., т. 2, с. 238—259.
  113. Магний и его сплавы. (Совм. с Г. Г. Уразовым и С. А. Погодиным).— Машиностроение, 1938, 22 мая, № 115.
  114. О свойствах твердых растворов магния и алюминия в системе Al—Mg. (Совм. с В. И. Михеевой).— Изв. СФХА, 1940, т. 13, с. 201—208; Избр. тр., т. 2, с. 260—273.
  115. О превращениях в средней части системы Al—Mg. (Совм. с В. И. Михеевой).— Изв. СФХА, 1940, т. 13, с. 209—224; Избр. тр., т. 2, с. 274—297.
  116. О фазах переменного состава системы Pb—Na. (Совм. с С. А. Погодиным, Е. С. Шпичинецким и В. С. Зориным).— Изв. СФХА, 1940, т. 13, с. 233—250; Избр. тр., т. 2, с. 453—475.
  117. О твердых растворах магния в свинце. (Совм. с С. А. Погодиным и Т. А. Видусовой).— Изв. СФХА, 1947, т. 15, с. 74—79.

### III. Органические системы

118. Текучесть изоморфных смесений: а) *p*-хлорбромбензола с *p*-дихлор- и дибромбензолом и б) *p*-бромидбензола с *p*-дихлор- и ди-подбензолом. (Совм. с Н. Н. Нагорновым и С. Ф. Жемчужным).— ЖРФХО, Ч. хим., 1908, т. 40, отд. I, вып. 4, с. 724—725.

119. О давлении истечения пластических тел.—ЖРФХО. Ч. хим., 1910, т. 42, отд. I, вып. 3, с. 76—77 (Протоколы).
120. Давление истечения изоморфных смесей парадигалойдных производных бензола. (Совм. с *Н. Н. Ногорновым* и *С. Ф. Жемчужным*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1910, т. 42, отд. I, вып. 7, с. 1168—1179; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1910, т. 13, с. 439—451; *Ztschr. phys. Chem.*, 1911, Bd. 76, S. 241—250; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 199—208; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 351—358.
121. [Внутреннее трение двойных систем: Амины и горчичные масла. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*)].—ЖРФХО. Ч. хим., 1910, т. 42, отд. I, вып. 7, с. 1331—1332 (Протоколы).
122. [Лекционные опыты образования жидких двойных эвтектик. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*)].—Там же, с. 1332.
123. Внутреннее трение двойных жидких систем. (Совм. с *М. М. Гольцманом*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1911, т. 43, отд. I, вып. 8, с. 1505—1506 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 359.
124. Внутреннее трение системы анилин—аллиловое горчичное масло. (Совм. с *И. Квятом*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 2, с. 479—480 (Протоколы); Изв. СПб. политехн. ин-та, 1913, т. 20, с. 661—678; ЖРФХО. Ч. хим., 1914, т. 46, отд. I, вып. 7, с. 1372—1388; *Ztschr. phys. Chem.*, 1914, Bd. 88, S. 401—413; Собр. избр. работ, т. 1, с. 256—268; Избр. тр., т. 1, с. 402—411.
125. [Внутреннее трение водных растворов в хлорале. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*)].—ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 2, с. 480—481 (Протоколы).
126. [Внутреннее трение системы бром—этиловый эфир. (Совм. с *П. А. Анисимовым*)].—ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 4, с. 1055—1066.
127. Внутреннее трение двойных систем. Характеристика определенного соединения. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 9, с. 1964—1991; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1912, т. 18, с. 115—146; *Ztschr. phys. Chem.*, 1913, Bd. 83, S. 481—506; Собр. избр. работ, т. 1, с. 214—237; Избр. тр., т. 1, с. 367—385.
128. Лекционные опыты образования двойных жидких эвтектик. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 9, с. 1992—2000; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1912, т. 18, с. 105—113; Избр. тр., т. 1, с. 360—366.
129. Внутреннее трение систем хлораль—вода и хлораль—этиловый спирт. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*).—Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1912, т. 18, с. 369—390; ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 2, с. 329—348; *Ztschr. phys. Chem.*, 1913, Bd. 85, S. 401—418; Собр. избр. работ, т. 1, с. 238—254; Избр. тр., т. 1, с. 388—401.
130. [Выступление по докладу Б. П. Вейнберга о внутреннем трении двойных систем].—ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 3, с. 649—650 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 414.
131. Давление истечения и твердость пластических тел. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 5, с. 1004—1076; Изв. СПб. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1913, т. 19, с. 323—403; Журн. Рус. минерал. о-ва, 1913, ч. 1, № 3, с. 256—310; *J. Radioakt.*, 1914, Bd. 11, S. 1—66; Собр. избр. работ, т. 1, с. 324—385; Избр. тр., т. 1, с. 217—269.
132. Изоморфные смеси камфероксима. Термические и микрографи-



- ческие наблюдения. (Совм. с *А. А. Вигдеровичем*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 9, с. 2068—2069; Собр. избр. работ, т. 1, с. 255; Избр. тр., т. 1, с. 415.
133. Внутреннее трение системы вода—бромаль. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 9, с. 2069—2070 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 412.
134. Внутреннее трение системы хлораль—аллиловый спирт. (Совм. с *Н. Н. Ефремовым*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 9, с. 2070 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 413.
135. О соотношениях между диаграммами плавкости и внутреннего трения двойных систем. (Совм. с *Д. Кротковым* и *М. Оксманом*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1915, т. 47, отд. I, вып. 3, с. 558—588; Изв. АН, 1915, т. 9, с. 45—71; Собр. избр. работ, т. 1; с. 269—293; Избр. тр., т. 1, с. 440—457.
136. Внутреннее трение системы хлорное олово—пропионовэтиловый эфир. (Совм. с *Н. Н. Бекетовым*).—Изв. АН, 1915, т. 9, с. 1381—1388; ЖРФХО. Ч. хим., 1915, т. 47, отд. I, вып. 3, с. 778—779; 1916, т. 48, с. 1694—1704; Избр. тр., т. 1, с. 458—462.
137. Внутреннее трение двойных систем, содержащих хлорное олово и сложные эфиры одноосновных кислот. (Совм. с *С. И. Перельмутером*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1915, т. 47, отд. I, вып. 3, с. 492—493 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 439.
138. Внутреннее трение системы бромное олово—уксусноэтиловый эфир. (Совм. с *М. А. Жернаковым*).—ЖРФХО. Ч. хим., 1915, т. 47, отд. I, вып. 3, с. 493 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 438.
139. Внутреннее трение двойных систем, содержащих галоидные соли олова и сурьмы. (Совм. с *С. И. Перельмутером* и *Ф. П. Кановым*).—Изв. Пг. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1915, т. 24, с. 399—436; ЖРФХО. Ч. хим., 1916, т. 48, отд. I, вып. 6/7, с. 1658—1693; Собр. избр. работ, т. 1, с. 294—323; Избр. тр., т. 1, с. 416—437.
140. Über die innere Reibung und Schmelzbarkeit binärer Systeme.—Ztschr. anorg. Chem., 1924, Bd. 135, S. 81—117. (О внутреннем трении и плавкости двойных систем.)
141. О твердых растворах холестерина. (Совм. с *Р. А. Манделем*).—Изв. ИФХА, 1926, т. 3, с. 464; Избр. тр., т. 1, с. 465.
142. Равновесие тройной системы бензол—анилин—аллиловое горчичное масло. (Совм. с *Е. Ф. Плаксиной-Шишкиной*).—Изв. ИФХА, 1928, т. 4, с. 317—318.
143. Тройная система анилин—аллиловое горчичное масло—бензол. (Совм. с *Е. Ф. Плаксиной-Шишкиной*).—Изв. ИФХА, 1931, т. 5, с. 29—46.
144. Калориметрия двойных жидких систем. (Совм. с *Н. К. Воскресенской*).—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1936, № 3, с. 439—466; Избр. тр., т. 1, с. 275—298.
145. Исследование методами физико-химического анализа двойных жидких систем состава: бромное олово—сложные эфиры. (Совм. с *Э. Б. Штерншней*).—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1936, № 3, с. 467—498; Избр. тр., т. 1, с. 482—505.
146. Взаимодействие хлорного и бромного олова со сложными эфирами двуосновных кислот и другими органическими веществами по данным физико-химического анализа соответствующих систем. (Совм. с *Н. К. Воскресенской*).—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 4, с. 797—822; Избр. тр., т. 1, с. 506—529.
147. Вискозиметрия двойных жидких систем, содержащих бром или воду и органические вещества. (Совм. с *Н. К. Воскресенской*,

- М. Гольцманом и М. Шуваловым*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1938, № 2, с. 379—390; Избр. тр., т. 1, с. 530—541.
148. Внутреннее трение и плавкость двойных систем, содержащих трехбромистую сурьму и анилин (или его производные). (Совм. с *Н. К. Воскресенской и Г. Д. Гуровичем*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1938, № 2, с. 391—401; Избр. тр., т. 1, с. 542—551.
149. Давление истечения и твердость пластических тел. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— Изв. СФХА, 1938, т. 11, с. 101—134; Собр. избр. работ, т. 1, с. 324—385; Избр. тр., т. 1, с. 217—269.
150. Исследование методами физико-химического анализа тройной системы *m*-фенилендиамин—бензойная кислота—салициловая кислота. (Совм. с *Э. Б. Штерншней*).— Изв. СФХА, 1940, т. 13, с. 135—163; Избр. тр., т. 1, с. 552—588.

#### IV. Солевые равновесия

151. Испарительные системы соляных варниц.— Горн. журн., 1885, т. 4, с. 1—78; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.; М.: ОНТИ—Ред. хим. лит., 1939, т. 2, с. 399—478. (Диссертация, представленная в Совет Горного ин-та для получения звания адъюнкта по кафедре металлургии и галургии).
152. О метаморфизации рассолов крымских соляных озер.— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1896, ч. 34, вып. 2, с. 67—68 (Протоколы); Собр. избр. работ, т. 2, с. 479; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1963, т. 3, с. 110.
153. О химическом составе рассолов Куяльницкого и Хаджибейского лиманов.— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1897, ч. 35, вып. 1, с. 35—36 (Протоколы); Собр. избр. работ, т. 2, с. 480—481; Избр. тр., т. 3, с. 281.
154. [Об условиях превращения десятиводной глауберовой соли в тенардит в соляных озерах. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*)].— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1899, ч. 37, вып. 1/2, с. 49—52 (Протоколы).
155. О химическом составе рассолов Генического и Перекопских соляных озер в Крыму.— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1900, ч. 38, вып. 1/2, с. 24—26 (Протоколы).
156. Об условиях выделения глауберовой соли в Карабугазе.— Там же, с. 26—27 (Протоколы).
157. Твердые растворы галоидных солей калия и натрия. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*)—ЖРФХО. [Ч. хим.], 1905, т. 37, отд. I, вып. 3, с. 352—353 (Протоколы).
158. Промежуточные продукты реакции двойного обмена между бариевыми и сернокислыми солями. (Совм. с *П. П. Веймарном*).— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1905, т. 37, отд. I, вып. 7, с. 949—950.
159. Изоморфизм соединений калия и натрия. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— Изв. СПб. политехн. ин-та. Техн. отд., 1905, т. 4, вып. 1/2, вып. 1, с. 49—63; Ztschr. anorg. Chem., 1907, Bd. 52, S. 186—204; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 186—198; Избр. тр., т. 3, с. 3—12.
160. О месторождении глауберовой соли в Карабугазе. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— Тр. Бакинского отд. РГО, 1905, № 6/7, с. 83—87.
161. Изоморфные смеси солей калия и натрия. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1907, т. 39, отд. I, вып. 1, с. 122—123 (Протоколы).
162. Об условиях образования глауберовой соли в Карабугазе.— В кн.:

- Карабугаз и его промышленное значение. Пг., 1916, с. 53—66 (Материалы КЕПС; № 7); Карабугаз и его промышленное значение. Пг.: Госиздат, 1922, с. 76—86 (Материалы КЕПС; № 42); Собр. избр. работ, т. 2, с. 567—577; Избр. тр.; т. 3, с. 149—158.
163. О нахождении калиевого минерала (хлористого калия, или сильвина) в России.— Изв. АН, 1916, т. 10, с. 1411—1412; Собр. избр. работ, т. 2, с. 482—483; Избр. тр., т. 3, с. 111—112.
164. Магниеые озера Перекопской группы. (Совм. с С. Ф. Жемчужным).— Изв. АН, 1917, т. 11, с. 137—162; Собр. избр. работ, т. 2, с. 484—505; Избр. тр., т. 3, с. 113—131.
165. Месторождения хлористого калия соликамской соленосной толщи. (Совм. с К. Ф. Белоглазовым и М. К. Шматко).— Изв. АН, 1917, т. 11, с. 467—474; ЖРФХО. Ч. хим., 1918, т. 50, отд. I, вып. 1, с. 122—130; Собр. избр. работ, т. 2, с. 506—513; Избр. тр., т. 3, с. 132—138.
166. Равновесие взаимной системы хлористый натрий—серномагневая соль в применении к природным рассолам. (Совм. с С. Ф. Жемчужным).— ЖРФХО. Ч. хим., 1917, т. 49, отд. I, вып. 7/9, с. 634—635 (Протоколы); Изв. ИФХА, 1919, т. 1, с. 185—243; ЖРФХО. Ч. хим., 1919, т. 51, отд. I, вып. 1/2, с. 1—59; В кн.: Сообщения о научно-технических работах в Республике. М.: НТО ВСНХ, 1920, вып. 2, с. 98—99; Ztschr. anorg. Chem., 1924, Bd. 140, S. 149—182; Собр. избр. работ, т. 2, с. 514—566; Избр. тр., т. 3, с. 311—354.
167. Пути кристаллизации химических диаграмм. (Совм. с С. Ф. Жемчужным).— Изв. АН, 1918, т. 12, с. 1855—1858; Сообщ. о научно-техн. работах в Республике, вып. 2, с. 95—97; Журналов Н. С. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 272—274.
168. Поля и древа кристаллизации равновесных систем. (Совм. с С. Ф. Жемчужным).— ЖРФХО. Ч. хим., 1918, т. 50, отд. I, вып. 7/9, с. 620—621 (Протоколы).
169. О добычании калиевых и магниевых солей из маточных рассолов Сакского озера. (Совм. с В. П. Ильинским).— Отчеты КЕПС, 1918, № 12, с. 41—43.
170. О калиевых солях в рассолах Соликамского края.— Изв. Рос. Ин-та прикл. химии, 1922, вып. 1, с. 40—50; Собр. избр. работ, т. 2, с. 578—589; Избр. тр., т. 3, с. 139—148.
171. Сингулярные складки при образовании солей: 1. Хлористый натрий. (Совм. с Т. А. Генке).— Докл. Рос. АН, 1924, окт.—дек., с. 166—169; Избр. тр., т. 1, с. 299—302.
172. То же: 2. Азотнатриевая соль. (Совм. с В. И. Николаевым).— Докл. Рос. АН, 1924, июль—сент., с. 145—147; ЖРФХО. Ч. хим., 1926, т. 58, вып. 3/4, с. 548—552; Избр. тр., т. 1, с. 303—306.
173. Годичный цикл перекопских соляных озер.— ЖРФХО. Ч. хим., 1926, т. 32, с. 7—9; Собр. избр. работ, т. 2, с. 590—591; Избр. тр., т. 3, с. 159—160.
174. О месторождении калиевых солей в Соликамске.— Докл. АН СССР, 1926, № 2, с. 21—23; Избр. тр., т. 3, с. 161—162.
175. Сингулярные складки при образовании солей. 3. Хлористый калий. (Совм. с Б. А. Муромцевым).— Докл. АН СССР, 1927, № 17, с. 262—266; Избр. тр., т. 1, с. 307—311.
176. К познанию равновесий в растворах содовых озер: Тройная система  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{—Na}_2\text{CO}_3\text{—H}_2\text{O}$  (Совм. с С. З. Макаровым).— В кн.: Тр. V Межделевского съезда по чистой и прикладной химии... Казань, 1928, с. 3—4 (Дополн. сб. рефератов); Изв. ИФХА, 1930, т. 4, с. 307—363; Избр. тр., т. 3, с. 357—399.

177. Об изменении состава соляной массы рассолов Сакского озера в различное время.— Изв. ИФХА, 1928, т. 4, с. 315.
178. Поле кристаллизации хлористого калия и льда в тройной системе  $K_2O-HCl-H_2O$ . (Совм. с *Б. А. Муромцевым*).— Там же, с. 316.
179. Тройная система сернонатриевая и угленатриевая соли и вода. (Совм. с *Б. А. Муромцевым*).— Там же, с. 337—340.
180. К вопросу об использовании соленых озер и их отложений: Процессы содообразования и сульфатизации. (Совм. с *С. А. Шукаревым*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1929, т. 61, вып. 3, с. 470—471 (Протоколы).
181. Равновесие взаимной системы хлористый натрий—серномагневая соль в применении к природным рассолам: Условия образования глауберовой соли в Карабугазе. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным*).— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. Л.: Изд-во АН СССР, 1930, с. 339—409. (Материалы КЕПС; № 73).
182. О явлениях растворимости в системе хлористый натрий—серномагневая соль. (Совм. с *М. А. Опыткиной*).— Изв. ИФХА, 1930, т. 4, с. 307—363.
183. Соляные равновесия при испарении морской воды. (Совм. с *В. И. Николаевым*).— Там же, с. 389—390 (Протоколы); Избр. тр., т. 3, с. 355—356.
184. Изучение совместной растворимости в системе  $NaCl-KCl-MgCl_2-H_2O$  при температуре 10—110°.— В кн.: Тр. Всесоюз. съезда по основной химической промышленности: Доклады. Л.: ГХТИ, 1932, т. 1, с. 1—2.
185. Изучение совместной растворимости в системе  $NaCl-KCl-MgCl_2-H_2O$  при температуре 10—110°. (Совм. с *Н. А. Осокоревой*).— В кн.: Реф. докладов к VI Менделеевскому съезду по общей и прикладной химии. Л.: ГХТИ, 1932, ч. 1, с. 55—56.
186. Растворимость карналлитовой системы. (Совм. с *Д. П. Маноевым* и *Н. А. Осокоревой*).— Калий, 1932, № 2, с. 25—30.
187. Физико-химический годичный цикл соляных озер. (Совм. с *М. Г. Валяшко*).— В кн.: Первая Всесоюз. конф. по физико-химическому анализу: Программа занятий и тезисы к докладам. Л.: ГХТИ, 1933, с. 53—54.
188. Испарение морской воды и химическая аппаратура природы. (Совм. с *В. И. Николаевым* и *В. Г. Кузнецовым*).— Там же, с. 54—56.
189. Современное положение вопроса о физико-химическом изучении соленосных районов Волго-Каспия.— В кн.: Дополнительные тезисы к докладам, представленным к Ноябрьской сессии АН СССР, посвященной проблемам Волго-Каспия. Л.: АН СССР, [1933], с. 38.
190. Тройная система аммиак—азотный ангидрид—вода. (Совм. с *М. И. Равичем*).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 169—184; Избр. тр., т. 1, с. 319—333.
191. Астраханская экспедиция 1930 г. (Совм. с *Б. Л. Ронкиным*).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 291—293; Избр. тр., т. 3, с. 179—180.
192. Озеро Елтон. (Совместно с *Б. Л. Ронкиным*).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 185—203; Избр. тр., т. 3, с. 163—178.
193. Индерское озеро как представитель нового типа хлоркалийевых соляных озер. (Совм. с *И. Н. Лепишковым*).— В кн.: Бор и калий в Западном Казахстане. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935, с. 40—61. (Тр. Казах. базы АН СССР; Вып. 8); Избр. тр., т. 3, с. 181—194.

194. Метастабильные гидраты сернокислого магния в тройной системе хлористый магний—сернокислый магний—вода. (Совм. с *В. Г. Кузнецовым*).—Тр. VI Всесоюз. Менделеевского съезда по теорет. и прикл. химии. Харьков; Киев: ГНТИ Укр., 1935, т. 2, с. 619; Изв. ИФХА, 1935, т. 7, с. 181—210; Собр. избр. работ, т. 2, с. 592—617; Избр. тр., т. 3, с. 416—438.
195. Равновесия водных растворов хлористых солей калия, натрия и магния при температурах 10—110°. (Совм. с *Н. А. Осокоревой*).—В кн.: Соликамские карналлиты: Сб. ст. М.; Л.: ОНТИ—Гл. ред. горно-топл. лит., 1935, с. 49—65.
196. Тройная система аммиак—хлористый водород—вода. (Совм. с *Д. Н. Шойхетом*).—Изв. ИФХА, 1935, т. 7, с. 245—254; Избр. тр., т. 1, с. 312—318.
197. Калиеносность Урало-Эмбинского района. (Совм. с *Н. И. Буяловым*, *Д. И. Кузнецовым* и *И. Н. Лепешковым*).—Калий, 1935, № 4, с. 11—26.
198. Геологические условия и физико-химическая характеристика соляных озер Крыма. (Совм. с *В. Г. Кузнецовым* и *А. И. Дзенс-Литовским*).—В кн.: Соляные озера Крыма. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 9—195.
199. Минеральные соли Урало-Эмбинского района и озера Индер. (Совм. с *Д. И. Кузнецовым*).—Вестн. АН СССР, 1936, № 1, с. 22—30.
200. Соли калия и магния в Озинках. (Совм. с *Н. И. Буяловым* и *И. Н. Лепешковым*).—Калий, 1936, № 9, с. 1—15; Избр. тр., т. 3, с. 195—207.
201. Калийные соли Урало-Эмбинского района и озера Индер. (Совм. с *И. Н. Лепешковым*).—СОРЕНА, 1936, вып. 7, с. 50—56. (Соц. реконструкция науки.)
202. Минеральные соли и соляные озера Урало-Эмбинской области. (Совм. с *И. Н. Лепешковым* и *Д. И. Кузнецовым*).—В кн.: Большая Эмба: Нефть, бор и другие ископаемые ресурсы Урало-Эмбинской нефтеносной области. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937, т. 1, с. 103—114; Избр. тр., т. 3, с. 208—224.
203. Некоторые результаты работ по естественным боратам. (Совм. с *А. В. Николаевым* и *В. И. Николаевым*).—В кн.: Большая Эмба: Нефть, бор и другие ископаемые ресурсы Урало-Эмбинской нефтеносной области. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937, т. 1, с. 609—630.
204. Природа и строение микродисперсных смешанных кристаллов в системе  $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{CoCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ . (Совм. с *Н. П. Лужной* и *В. Г. Кузнецовым*).—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 3, с. 577—606; Избр. тр., т. 3, с. 446—469.
205. Аномальные твердые растворы в системе  $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{MnCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ . (Совм. с *Н. К. Воскресенской*).—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 3, с. 607—630.
206. Каинит и долигалит в соляных месторождениях Советского Союза. (Совм. с *Г. В. Бокием* и *И. Н. Лепешковым*).—Докл. АН СССР, 1937, т. 15, с. 333—338; С. г. Acad. Sci. URSS, 1937, vol. 15, p. 331—336; Избр. тр., т. 3, с. 229—234.
207. Кривые нагревания боратов. (Совм. с *А. В. Николаевым* и *А. Г. Челищевой*).—Докл. АН СССР, 1937, т. 16, с. 82—92; С. г. Acad. sci. URSS, 1937, vol. 16, p. 87—90.
208. Удельный вес и твердость природных боратов и продуктов их нагрева. (Совм. с *А. В. Николаевым* и *А. Г. Челищевой*).—Докл.

- АН СССР, 1937, т. 16, с. 92—94; С. г. Acad. Sci. URSS, 1937, vol. 16, p. 90—92.
209. Тепло гидратации и экзотермической боратовой перегруппировки для иньюита. (Совм. с *А. В. Николаевым* и *А. Г. Челищевой*).— Докл. АН СССР, 1937, т. 16, с. 95—96; С. г. Acad. sci. URSS, 1937, vol. 16, p. 92—94.
  210. Циклохронограммы соляных озер. Озеро Эльтон. 1932—1936. (Совм. с *И. Б. Фейгельсоном* и *А. Г. Бергманом*).— Докл. АН СССР, 1937, т. 17, с. 407—410; С. г. Acad. sci. URSS, 1937, vol. 17, p. 411—414.
  211. Калийные соли в районе Индерского озера. (Совм. с *Н. И. Буяловым*, *И. Н. Лепешковым* и *Д. И. Рябчиковым*).— Калий, 1937, № 5/6, с. 5—18.
  212. Калийные месторождения южного бассейна Пермского моря и соляные озера Западного Казахстана. (Совм. с *И. Н. Лепешковым*, *Д. И. Рябчиковым* и *Н. И. Буяловым*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1938, № 1, с. 13—22.
  213. Получение сульфата калия калий-магнезиальным методом. (Совм. с *Е. И. Лукьяновой*).— Там же, с. 39—46; Избр. тр., т. 3, с. 439—445.
  214. Изотерма 25° С четверной системы  $\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  и перекосные хлоркальциевые озера. (Совм. с *А. В. Николаевым*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1938, № 2, с. 403—414.
  215. Равновесия во взаимной системе хлористый калий—серномагнезиевая соль при 25°. (Совм. с *Д. Н. Шойхетом*).— Изв. СФХА, 1938, т. 10, с. 305—316; Избр. тр., т. 3, с. 470—479.
  216. Солнечное испарение морской воды и озерных рассолов. (Совм. с *В. И. Николаевым*).— Изв. СФХА, 1938, т. 10, с. 333—366; Избр. тр., т. 3, с. 235—263. (Доложено Всеукр. соляной конф. в Одессе 20—22 апр. 1930 г.: Тр. конференции, Одесса, 1932, с. 7—11).
  217. Физико-химический анализ годичных циклов соляных озер: Озеро Эльтон. 1932—1938 гг. (Совм. с *И. Б. Фейгельсоном* и *А. Г. Бергманом*).— В кн.: Проблемы озера Эльтон. Л.: Госхимиздат, 1939, ч. 2, с. 51—72.
  218. Применение метода кривых нагревания к исследованию характера природных солей и их смесей. (Совм. с *Л. Г. Бергом* и *И. Н. Лепешковым*).— Журн. прикл. химии, 1939, т. 12, вып. 4, с. 525—535; Избр. тр., т. 3, с. 282—294.
  219. Проблема Кара-Богаз-Гола. (Совм. с *В. И. Николаевым*, *В. С. Егоровым* и *Я. Б. Блюмбергом*).— Успехи химии, 1939, т. 8, с. 241—242.
  220. Годичные циклы Карабогазского залива. (Совм. с *В. И. Николаевым*, *Я. Б. Блюмбергом*, *В. С. Егоровым* и др.).— В кн.: Залив Кара-Богаз-Гол: Состояние залива и его промышленное значение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 14—21.
  221. Опыт применения метода кривых нагрева к исследованию характера природных солей и их смесей. (Совм. с *Л. Г. Бергом* и *И. Н. Лепешковым*).— Тр. Третьего Совещания по экспериментальной минералогии и петрографии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 103—113.
  222. Физико-химический анализ годичных циклов соляных озер: Озеро Эльтон в 1932—1937 гг. (Совм. с *И. Б. Фейгельсоном* и *А. Г. Бергманом*).— Изв. СФХА, 1940, т. 12, с. 189—212.
  223. Калийные соли Волго-Эмбы и Прикарпатья и их эффективность как удобрений. (Совм. с *И. Н. Лепешковым* и *В. Ф. Кандауровой*).— Изв. СФХА, 1948, т. 16, с. 108—126; Избр. тр., т. 3, с. 295—308.

*V. Приложение методов физико-химического анализа  
к изучению минеральных веществ*

224. Химическая природа естественных гидратных форм окиси железа.— ЖРФХО. Ч. хим., 1924, т. 55, с. 29—31 (Протоколы).
225. Химическая природа естественных гидратных форм окиси железа. (Совм. с *Е. Я. Роде*).— В кн.: II Съезд научных деятелей по металлургии им. Д. К. Чернова. Л.: НХТИ НТО ВСНХ, 1924, с. 25—27 (Сообщ. о научно-техн. работах в Республике; вып. 15); Изв. ИФХА, 1926, т. 3, с. 305—332; Металлург, 1926, май, с. 11—24; Ztschr. anorg. Chem., 1928, Bd. 169, S. 57—80.
226. Физико-химический анализ тихвинских бокситов и глин. (Совм. с *Г. Г. Уразовым*).— В кн.: II Съезд научных деятелей по металлургии им. Д. К. Чернова. Л.: НХТИ НТО ВСНХ, 1924, с. 56—57 (Сообщ. о научно-техн. работах в Республике; вып. 15).
227. О применении физико-химических методов к изучению и использованию недр.— Изв. ИФХА, 1924, т. 2, с. 473—478.
228. О твердых растворах воды и кислорода в фосфорнокислых солях вивианитовой группы. (Совм. с *И. А. Андреевским*).— Там же, с. 485—487.
229. Кривые нагревания тихвинских бокситов. (Совм. с *Г. Г. Уразовым*).— Там же, с. 495—496.
230. Термический анализ глин и бокситов. (Совм. с *Г. Г. Уразовым*).— Там же, с. 496—498.
231. Химический и термический анализ тихвинских бокситовых пород. (Совм. с *Г. Г. Уразовым*).— Журн. прикл. химии, 1924, т. 1, с. 13—41; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 386—416; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1963, т. 3, с. 3—12.
232. Исследование боратов железа. (Совм. с *Д. С. Белянкиным* и *Ф. А. Котоминым-Будариным*).— В кн.: Протоколы заседаний отделения химии Русского физико-химического общества / Под ред. В. Е. Тищенко. Л., 1926, т. 32, с. 5—6; Избр. тр., т. 3, с. 400—415.
233. [Переменный химический состав и окраска железных боратов под влиянием степеней окисления. (Совм. с *Ф. А. Котоминым-Будариным*).— В кн.: Протоколы заседаний отделения химии Русского физико-химического общества / Под ред. В. Е. Тищенко. Л., 1926, т. 32, с. 6—7.
234. Синтез ульманита. (Совм. с *Я. Пастернак*).— Изв. ИФХА, 1926, т. 3, с. 484.
235. Физико-химическое исследование брусита и змеевиков. (Совм. с *В. В. Черных*).— Там же, с. 485—486.
236. О борножелезных солях. (Совм. с *Ф. А. Котоминым-Будариным*).— Там же, с. 488—489.
237. Физико-химическое исследование гидроталькита и пироаурита. (Совм. с *В. В. Черных*).— Зап. Рос. минерал. о-ва. Сер. 2, 1926, ч. 55, вып. 1, с. 118—128.
238. Физико-химическое исследование змеевиков и хлоритов. (Совм. с *В. В. Черных*).— Там же, с. 183—194.
239. Результаты физико-химического исследования змеевиков, хлоритов и некоторых слюд. (Совм. с *В. В. Черных*).— Там же, с. 206—209.
240. Физико-химическое исследование брусита и немалита. (Совм. с *В. В. Черных*).— Мин. сырье и его переработка, 1926, № 5, с. 367—374; Собр. избр. работ, т. 1, с. 441—451; Избр. тр., т. 3, с. 55—63.

241. Физико-химическое исследование некоторых водных силикатов, окиси железа и глинозема... (Совм. с *В. В. Черных*).— Зап. Рос. минерал. о-ва. Сер. 2, 1928, ч. 57, вып. 1, с. 61—74; Собр. избр. работ, т. 1, с. 455—464; Избр. тр., т. 3, с. 66—74.
242. О кривых нагревания манганита. (Совм. с *В. В. Черных*).— Зап. Рос. минерал. о-ва. Сер. 2, 1928, ч. 57, вып. 1, с. 101—104; Собр. избр. работ, т. 1, с. 452—454; Избр. тр., т. 3, с. 64—65.
243. Некоторые результаты физико-химического исследования пирофиллита и талька. (Совм. с *В. В. Черных*).— Зап. Рос. минерал. о-ва. Сер. 2, 1928, ч. 57, вып. 1, с. 125—139; Собр. избр. работ, т. 1, с. 465—474; Избр. тр., т. 3, с. 75—82.
244. Физико-химическое исследование магнезиальных цементов. (Совм. с *С. Ф. Жемчужным* и *В. Г. Агеевой*).— Журн. прикл. химии, 1929, т. 2, с. 651—661; Избр. тр., т. 3, с. 83—92.
245. Изотермы уругости пара при высушивании торфа. (Совм. с *Н. А. Поспеловой*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1930, т. 62, вып. 10, с. 2357—2358 (Протоколы).
246. Тензиметрический анализ торфа различного происхождения. (Совм. с *Н. А. Поспеловой*).— Журн. прикл. химии, 1931, т. 4, вып. 7/8, с. 969—982.
247. Тензиметрические диаграммы при обезвоживании торфов. (Совм. с *Н. А. Поспеловой*).— В кн.: Тр. Научно-исслед. торф. ин-та. Л.: М.; Новосибирск: Гос. научно-техн. горн. изд-во, 1932, вып. 11, с. 3—23.
248. Термическое исследование реакций между компонентами: бокситом, каолином,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . (Совм. с *Д. Авдалиан*).— Реф. докладов к VI Менделеевскому съезду по общей и прикладной химии. Л.: ГХТИ, 1932, ч. 1, с. 52—53. (Сообщ. о научно-техн. работах в Республике; Вып. 31.)
249. Исследование боратов железа. (Совм. с *Д. С. Белянкиным* и *Ф. А. Котоминым-Будариным*).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 141.
250. Пермутит и его свойства. (Совм. с *Л. Г. Бергом* и *В. Н. Свешниковой*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 6, с. 1384—1396.
251. Ледяное поле в системе  $\text{FeCl}_2\text{—HCl—H}_2\text{O}$ . (Совм. с *Е. А. Никитиной*).— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1938, № 2, с. 433—436; в кн.: *Курнаков Н. С.* Труды по химии комплексных соединений. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 138—141.
252. Ледяные поля в системах основание—кислота—вода. (Совм. с *М. И. Равичем* и *Н. В. Троцкой*).— Изв. СФХА, 1938, т. 10, с. 275—304; Избр. тр., т. 3, с. 480—504.
253. О микродисперсном типе твердых растворов в системе  $\text{NiCl}_2\text{—NH}_4\text{Cl—H}_2\text{O}$ . (Совм. с *В. С. Егоровым*).— Изв. СФХА, 1938, т. 11, с. 101—134; Избр. тр., т. 3, с. 505—533.
254. О методике кривых нагревания. (Совм. с *Л. Г. Бергом*, *А. В. Николеевым* и *Е. Я. Роде*).— В кн.: Тр. Третьего совещания по экспериментальной минералогии и петрографии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 95—101.

#### VI. Обобщающие работы по физико-химическому анализу

255. Соединение и химический индивид.— Изв. АН, 1914, т. 8, № 5, с. 321—338; ЖРФХО. Ч. хим., 1914, т. 46, отд. II, вып. 3, с. 77—92; Ztschr. anorg. Chem., 1914, Bd. 88, S. 109—127; В кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 7—19; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 13—24.



256. О влиянии скорости охлаждения на твердость и микроструктуру эвтектических смесей. (Совм. с *А. Н. Ахназаровым*).— В кн.: Сборник научных работ, посвященных профессору Францу Юльевичу Левинсон-Лессингу в честь исполнившегося тридцатилетия его научно-педагогической деятельности. Пг., 1915, с. 1—30; Изв. Пг. политехн. ин-та. Отд. техн., естеств. и матем., 1915, т. 24, с. 129—158.
257. Металлография и физико-химический анализ.— В кн.: Сообщения о научно-технических работах в Республике. М.: Гостехиздат, 1921, вып. 5: Краткий обзор трудов Всероссийского съезда научных деятелей по металлургии, с. 47—48; Научно-техн. вестник, 1921, № 3, с. 4—6.
258. Непрерывность химических превращений вещества: [Речь на Годичном собрании Российской Академии наук 29 дек. 1922 г.]. Пг., 1923, 23 с.; Успехи физ. наук, 1924, т. 4, вып. 6, с. 339—356; в кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., с. 20—36; Избр. тр., т. 1, с. 25—39.
259. О законе кратных отношений: Памяти Клода Луи Бертолле. 1822—1922.— В кн.: Тр. III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923, с. 10.
260. Сингулярные точки химических диаграмм. (Памяти Клод-Луи Бертолле).— Изв. ИФХА, 1924, т. 2, вып. 2, с. 219—254; Ztschr. anorg. Chem., 1925, Bd. 146, S. 69—102; в кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., с. 37—59; Избр. тр., т. 1, с. 40—60.
261. Общие свойства химической диаграммы.— Изв. ИФХА, 1924, т. 2, с. 488—490 (Протоколы); Избр. тр., т. 1, с. 190—191.
262. Введение в физико-химический анализ: Три речи. Л.: НХТИ ВСНХ, 1925. 88 с.; то же. 2-е изд., доп. Л.: НХТИ, 1928. 114 с.
263. Соединение и пространство.— Техн.-экон. вестн., 1926, т. 6, № 1, с. 4—11; Изв. ИФХА, 1927, т. 3, с. 525—552; Ztschr. anorg. Chem., 1928, Bd. 169, S. 113—139; в кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., с. 60—76; Избр. тр., т. 1, с. 61—75.
264. Растворы и сплавы.— В кн.: Менделеев Д. И. Основы химии. 9-е изд. М.; Л.: Госиздат, 1928, т. 2, с. 503—556; Менделеев Д. И. Основы химии. 10-е изд. М.; Л.: ГНТИ, 1931, с. 469—524; в кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., с. 77—142; Избр. тр., т. 1, с. 76—128.
265. Развитие учения о равновесной химической диаграмме.— В кн.: Доклады, представленные к торжественной Юбилейной сессии Академии наук СССР, посвященной XV-летию Октябрьской революции. Л.: Изд-во АН СССР, 1932, с. 18—22; Избр. тр., т. 1, с. 192—194.
266. Топология равновесной химической диаграммы.— В кн.: Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу (Ленинград, 24—29 октября 1933 г.). Программа занятий и тезисы к докладам. Л.: ГХТИ, 1933, с. 30—31; Изв. СФХА, 1936, т. 8, с. 15—55; Успехи химии, 1936, т. 5, вып. 2, с. 161—201; *Курнаков Н. С.* Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 514—557; Избр. тр., т. 1, с. 135—168.
267. Сингулярные элементы химических диаграмм. (Совм. с *М. И. Равичем*).— В кн.: Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу, с. 31—33; Изв. ИФХА, 1935, т. 7, с. 211—223; Собр. избр. работ, т. 1, с. 493—504; Избр. тр., т. 1, с. 344—350.
268. Сингулярная точка при образовании хлористого аммония. (Совм. с *Д. Н. Шойхетом*).— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 289.

269. Особые точки учения о растворах Д. И. Менделеева и топология химической диаграммы.— В кн.: Юбилейный Менделеевский съезд в ознаменование 100-летней годовщины со дня рождения Д. И. Менделеева (Ленинград, 10—13 сент. 1934 г.): Программа заседаний. Тезисы докл. Л.: ГХТИ, 1934, с. 51—52.
270. Введение в физико-химический анализ. 3-е изд. Л.: Химтеорет, 1936. 193 с.
271. Особые точки Д. И. Менделеева в учении о растворах и топология химической диаграммы.— В кн.: Труды Юбилейного Менделеевского съезда. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, т. 1, с. 535—555, 557—577.
272. Некоторые вопросы теории физико-химического анализа.— Докл. АН СССР, 1939, т. 25, № 5, с. 384—387; в кн.: Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., с. 189—193; Избр. тр., т. 1, с. 179—182.
273. Применение метода кривых нагревания к исследованию характера природных солей и их смесей (Совм. с Л. Г. Бергом и И. Н. Лепешковым).— Журн. прикл. химии, 1939, т. 12, вып. 4, с. 525—535.
274. Введение в физико-химический анализ. 4-е изд., доп. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 563 с.

*VII. Физико-химические, прикладные  
и научно-организационные работы*

275. Заметка о теплоемкостях углекислоты при высоких температурах.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1890, т. 22, отд. I, вып. 8, с. 493—495 (Протоколы).
276. [Влияние гидратации на растворимость].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1892, т. 24, отд. I, вып. 8, с. 629—632 (Протоколы).
277. О вычислении температур горения.— Горн. журн., 1892, т. 4, № 11, с. 291—316.
278. Несколько замечаний по поводу статьи Е. Бласса «О вычислении температур пламени».— Горн. журн., 1892, т. 4, № 12, с. 484—491; Зап. РГО, 1893, т. 27, № 5, с. 1—9.
279. О составе воздуха и гремучих газов из каменноугольных копей Донецкого бассейна.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1893, т. 25, отд. I, вып. 2, с. 53—55 (Протоколы); Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1893, ч. 30, с. 441—443.
280. О влиянии гидратации на растворимость. СПб., 1894. 15 с.; ЖРФХО. [Ч. хим.], 1894, т. 26, отд. I, вып. 7, с. 363—375; Ztschr. anorg. Chem., 1895, Bd. 8, S. 103—114; Курнаков Н. С. Собрание избранных работ. Л.: ОНТИ—Химтеорет, 1938, т. 1, с. 108—118; Курнаков Н. С. Труды по химии комплексных соединений. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 90—98.
281. [О растворимости аммиака в растворах азотнокислого серебра при 60°: По поводу сообщения Д. П. Коновалова].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1898, т. 30, отд. I, вып. 2, с. 125.
282. [О температурах плавления некоторых изоморфных смесей]. (Совм. с П. П. Эйлером).— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1899, т. 31, отд. I, вып. 9, с. 974—977.
283. Замечание на сообщение А. И. Горбова от имени А. П. Лидова о составе рудничного газа.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1901, т. 33, отд. I, вып. 4, с. 273 (Протоколы).
284. [Замечание на сообщение В. Р. Тизенгольца о составе белильной извести].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1901, т. 33, отд. I, вып. 5, с. 352 (Протоколы).

285. [О химическом составе асболита (кобальтовой руды) из Новой Каледонии и Нижнего Тагила. Совм. с *Н. И. Подкопаевым*].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, отд. I, вып. 5, с. 517—518 (Протоколы); Горн. журн., 1903, т. 3, № 9, с. 359—367.
286. Состав гремучего газа из донецких каменноугольных копей.— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, отд. I, вып. 7, с. 654—659.
287. [Замечание на сообщение Д. П. Коновалова «О чувствительности метода наблюдения над появлением мути в растворах жидкостей»].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1902, т. 34, отд. I, вып. 8, с. 734—735 (Протоколы).
288. [О химическом составе кобальтовых руд из Новой Каледонии].— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1902, ч. 39, вып. 1, с. 15—17.
289. Способы химического исследования гремучего газа каменноугольных копей. СПб., 1903. 83 с.; Горн. журн., 1903, т. 2, № 4, с. 87—105; № 5, с. 210—265.
290. [Замечание по поводу сообщения А. А. Байкова «О контактных явлениях внутри пламени под влиянием твердых тел»].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1904, т. 36, отд. I, вып. 8, с. 1115 (Протоколы).
291. По поводу заметки проф. О. Руффа.— Изв. СПб. политехн. ин-та. Техн. отд., 1906, т. 5, вып. 1/2, с. 233.
292. Твердые растворы воды и кислорода.— В кн.: Сообщения о научно-технических работах в Республике. М.: НТО ВСНХ, 1920, вып. 2, с. 99—100.
293. [Замечания по докладам: А. В. Думанского «О синтезе гидрозоля гидроокиси железа», М. С. Вревского...].— В кн.: Тр. III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923, с. 36, 56, 90, 91, 153, 156.
294. Изотермы растворимости системы: окись натрия—азотный ангидрид—вода. (Совм. с *В. И. Николаевым*).— Изв. ИФХА, 1926, т. 3, вып. 1, с. 305—332.
295. Изотермы растворимости системы: окись натрия—хлористый водород—вода. (Совм. с *Т. А. Генке*).— Там же, с. 463.
296. [Дополнение к главе 12-й «Натрий»].— В кн.: Менделеев Д. И. Основы химии. 9-е изд. М.; Л.: Госиздат, 1928, т. 2, с. 230—232.
297. О дисперсном типе твердых растворов в системе  $\text{NiCl}_2\text{—NH}_4\text{Cl—H}_2\text{O}$ . (Совм. с *В. С. Егоровым*).— Изв. АН СССР. ОМОН. Сер. хим., 1936, № 3, с. 507—514.
298. [Первый русский завод для приготовления жидкой углекислоты...].— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1892, т. 24, отд. I, вып. 1, с. 50—51 (Протоколы).
299. К истории введения мартеповского производства в России: Речь.— В кн.: Двадцатипятилетие введения мартеповского производства в России. 1870—1895. СПб., 1898, с. 6—13.
300. Проект устава Русского физико-химического общества при имп. С.-Петербургском университете. (Совм. с *А. И. Горбовым* и *В. Е. Тищенко*).— ЖРФХО. [Ч. хим.], 1899, т. 31, отд. I, вып. 5, с. 509—511.
301. Проект устава Отделения химии Русского физико-химического общества. (Совм. с *А. И. Горбовым* и *В. Е. Тищенко*).— Там же, с. 511—515.
302. Проект правил Отделения химии Русского физико-химического общества. (Совм. с *В. Е. Тищенко* и *А. И. Горбовым*).— Там же, с. 515—516.
303. Об учреждении Металлографической комиссии для исследования сплавов при имп. Русском техническом обществе.— Горн. журн., 1900, т. 2, № 4, с. 107—110; Зап. РГО, 1900, т. 34, № 1, с. 1—4.

304. [О работах Международной ассоциации химических обществ].— ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 1, с. 147—150 (Протоколы).
305. Международная ассоциация химических обществ. Тр. Русской комиссии по номенклатуре неорганических соединений. (Совм. с *А. И. Горбовым* и *Л. А. Чугаевым*).— ЖРФХО. Ч. хим., 1914, т. 46, отд. II, вып. 4, с. 93—94.
306. К вопросу о русской платине.— Отчеты КЕПС, 1916, № 5, с. 97—98.
307. Задачи химического исследования русских соляных озер.— Отчеты КЕПС, 1917, № 7, с. 136—139.
308. Исследовательский институт физико-химического анализа.— Отчеты КЕПС, 1917, № 8, с. 162—166. (К вопросу об организации в России исследовательских институтов).
309. Задачи Института физико-химического анализа.— ЖРФХО. Ч. хим., 1918, т. 50, отд. I, вып. 3/4, с. 264—270; Изв. ИФХА, 1919, т. 1, вып. 1, с. 1—7; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 185—189.
310. Задачи Гидрологического института в области гидрохимии.— Отчеты КЕПС, 1919, № 17, с. 159.
311. Научная и промышленно-техническая экспедиция в Карабугазский залив Каспийского моря.— Научно-техн. вестн., 1920, № 1, с. 21—25.
312. О результатах работ Карабугазской экспедиции 1921—1922 гг.— В кн.: Карабугаз и его промышленное значение. 2-е изд. Пг.: Госиздат, 1922, с. 34—36 (Материалы КЕПС; 42).
313. Калий. (Совм. с *А. Е. Ферсманом*).— В кн.: Химико-технический справочник: 1. Ископаемое сырье. 2-е изд. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923, с. 70—72.
314. [Вступительное слово при открытии III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии 25 мая 1922 г.].— В кн.: Тр. III Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии. Пг.: НХТИ НТО ВСНХ, 1923, с. 10.
315. О работах Платинового института, произведенных, по предложению Уралплатины, над аффинажем платины и ее спутников. (Совм. с *Н. И. Подкопаевым*).— В кн.: II Съезд научных деятелей по металлургии им. Д. К. Чернова в Ленинграде (25 мая — 3 июня 1924 г.). Л.: НХТИ НТО ВСНХ, 1924, с. 153—155.
316. Об использовании тихвинских бокситов для получения алюминия. (Совм. с *В. П. Ильинским*, *Э. В. Брицке* и *С. Д. Шейным*).— В кн.: Тр. Первого Всесоюз. совещ. по цветным металлам (30 марта — 6 апреля 1925 г.): Докл., прения, резолюции. М.: Центр. упр. печати ВСНХ СССР, 1925, с. 447—468.
317. Заключительное слово.— Там же, с. 483—484.
318. [Речь на заседании Отделения химии Русского физико-химического общества 1 окт. 1925 г., посвященном открытию памятника Д. И. Менделееву].— В кн.: Протоколы заседаний Отделения химии Русского физико-химического общества. Л.: Прибой, 1925, т. 31, с. 1—2.
319. Тихвинские бокситы и их использование для получения алюминия.— Техн.-эконом. вестн., 1925, т. 5, № 8/9, с. 580—586.
320. Работа научно-технических учреждений ВСНХ и их связь с государственной промышленностью.— Торг.-пром. газ., 1926, 27 нояб.
321. О работах Института физико-химического анализа при Академии наук СССР.— В кн.: Тр. Второго Всесоюз. совещ. по цвет-

- ным металлам. М.: НТС цветн. метал. НТУ ВСНХ и Госпромцветмет, 1927, т. 3, с. 187—189.
322. К столетию русской платины.— Изв. Ин-та по изучению платины, 1927, вып. 5, с. 362—363.
  323. Предисловие.— В кн.: Опытный завод Гос. ин-та прикладной химии. 1916—1926. Л.: НТУ ВСНХ, 1927, с. 5—7.
  324. Государственный институт прикладной химии.— Торг-пром. газ., 1927, 6—7 нояб.
  325. Новые международные ассоциации химиков.— Журн. прикл. химии, 1928, т. 1, вып. 1, с. 59.
  326. О работах Платинового института по изучению металлов платиновой группы. (Совм. с *Н. И. Подкопаевым*).— Изв. Ин-та по изучению платины, 1929, вып. 7, с. 328—331.
  327. Отчет Лаборатории общей химии (ЛАОХ).— В кн.: Расписание занятий Декабрьской сессии Академии наук СССР 28—31 декабря 1930 г. Л.: Изд-во АН СССР, 1930, с. 10—11.
  328. [Краткое вступительное слово и участие в прениях на Советании по изучению соляных озер и отложений, 26—30 апреля 1928 года].— Изв. ИФХА, 1930, т. 4, вып. 2, с. 387—388.
  329. О поездке на IX Съезд прикладной химии и выставку в Барселоне.— Журн. прикл. химии, 1930, т. 3, вып. 2, с. 291—295.
  330. Соляная проблема и химическая промышленность. М.; Л.: ГНТИ, 1934. 15 с.
  331. Предварительные итоги работ ИОНХ по изучению природных боратов. (Совм. с *В. И. Николаевым* и *А. В. Николаевым*).— В кн.: Тезисы к докладам, представленным на Ноябрьскую сессию Академии наук 1935 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935, с. 32.
  332. [О проблеме удобрений: По поводу доклада С. И. Вольфовича «Научно-исследовательские проблемы технологии минеральных удобрений»].— В кн.: Тр. VI Всесоюз. Менделеевского съезда по теоретической и прикладной химии. Харьков; Киев: ГНТИ Укр., 1935, т. 2, вып. 1, с. 537—538.
  333. Физико-химический анализ в Государственном институте прикладной химии. (Совм. с *А. Г. Бергманом* и *Б. Б. Васильевым*).— В кн.: Физико-химический анализ в технологии минеральных солей. Л.: Химтеорет, 1935, с. 5—7.
  334. Институт общей и неорганической химии Академии наук СССР.— В кн.: Институт общей и неорганической химии АН СССР: Обзор работ и деятельности Института. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 3—17; Успехи химии, 1936, т. 5, вып. 7/8, с. 957—971.
  335. Вступительное слово при открытии Менделеевских чтений 29 сент. 1936 г.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1936, № 4, с. 611—612.
  336. Новый центр калийных солей и задачи советской химии.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1937, № 5, с. 973—977; *Курнаков Н. С.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1963, т. 3, с. 225—228.
  337. Институт общей и неорганической химии.— Вестн. АН СССР, 1937, № 10/11, с. 64—81.
  338. Западный Казахстан — новая калийно-магниевая база Союза. (Совм. с *Н. И. Буяловым*).— В кн.: Международный геологический конгресс: XVII сессия: Тезисы докл. М.; Л.: ОНТИ, 1937, с. 237—238.
  339. О работе Института общей и неорганической химии Академии наук СССР.— Вестн. знаний, 1938, № 1, с. 53.
  340. Об организации работ по аналитической химии.— Завод. лабор., 1938, т. 7, № 5, с. 519—520.

341. Физико-химический анализ в изучающихся в ГИИХ проблемах технологии минеральных солей. (Совм. с *А. И. Заславским* и *Б. Б. Васильевым*).— В кн.: Сборник статей к двадцатипятилетию Гос. института прикладной химии. 1919—1939. Л.: ГНТИ хим. лит., 1939, с. 29—41.
342. Западный Казахстан — новая калийно-магниева база СССР. (Совм. с *Н. И. Буяловым*).— В кн.: Тр. XVII сессии. М.: ГНТИ нефт. и горно-топл. лит., 1940, т. 5, с. 337—354.
343. Исторический очерк и современное состояние проблемы Кара-Богаз-Гола. (Совм. с *В. И. Николаевым* и *В. С. Егоровым*).— В кн.: Залив Кара-Богаз-Гол: Состояние залива и его промышленное значение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 9—13.

#### *VIII. Научные и учебные руководства*

344. Пробирное искусство. СПб., 1881. 125 с.
345. Соляное дело. (Галургия): Лекции, читанные на 2-м курсе Горного института. СПб., 1882. 160 с.
346. Технология теплоты и горючих материалов: Лекции, читанные в Горном институте в 1886/87 учебном году. СПб., 1887. 111 с.
347. Соляное дело. (Галургия): Лекции, читанные на 2-м курсе... СПб., 1888. 160 с.
348. Металлургия. Часть специальная: Лекции, читанные на 3-м курсе Горного института в 1889/90 г. СПб., 1890. 432 с.
349. Пробирное искусство. Часть общая: Лекции. СПб., 1891. 122 с.
350. Газовый анализ: По К. Винклеру (*Lehrbuch der technischen Gasanales*). СПб., 1891. 48 с.
351. Лекции по технологии теплоты и горючих материалов, читанные в Горном институте в 1892—1893 гг. СПб., 1893. 189 с.
352. Химия. СПб., 1895. 123 с.
353. Галургия. Соляное дело: Лекции, читанные на 2-м курсе Горного института в 1887/88 ак. г. СПб., 1899. 212 с.

#### *IX. Статьи о научной деятельности ученых.*

##### *Статьи, посвященные памяти ученых*

354. Очерк работ К. И. Лисенки в области химии.— Зап. РГО, 1907, т. 41, № 2, прилож., с. 2—9.
355. [Речь по поводу кончины председателя Отделения химии РФХО Н. Н. Бекетова на заседании 8/XII 1911 г.].— ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 1, с. 264—266.
356. Записка об ученых трудах профессора П. П. Лазарева.— В кн.: Протоколы заседаний Физико-математического отделения Российской Академии наук. Пг., 1917, с. 42—48.
- 357-358. Записка об ученых трудах профессора Д. П. Коновалова. (Совм. с *П. П. Лазаревым* и *А. Е. Ферсманом*).— Изв. Рос. АН. Сер. 6, 1921, т. 15, с. 56—58; Изв. Рос. АН. Сер. 6, 1922, т. 16, с. 97—101.
359. Записка об ученых трудах профессора А. Е. Фаворского.— Изв. Рос. АН. Сер. 6, 1922, т. 16, с. 38—41.
360. Памяти профессора В. Ф. Алексеева.— Изв. ИФХА, 1922, т. 2, вып. 1, с. 1—4; ЖРФХО. Ч. хим., 1923, т. 54, отд. I, вып. 1/3, с. 1—4.
361. Записка об ученых трудах В. Нернста (Совм. с *А. Ф. Иоффе*, *Д. П. Коноваловым* и *В. Л. Омелянским*).— Изв. Рос. АН. Сер. 6, 1923, т. 17, с. 324—325.
362. Записка об ученых трудах Р. Вильштеттера. (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *В. Л. Омелянским*).— Там же, с. 326—327.

363. Записка об ученых трудах Нильса Бора (Niels Bohr). (Совм. с *П. П. Лазаревым*, *А. А. Белополюским*, *В. Н. Ипатьевым* и др.).— Изв. Рос. АН. Сер. 6, 1924, т. 18, с. 458—459.
364. Записка об ученых трудах Ш. Э. Гильома (Ch. Ed. Guillaume). (Совм. с *П. П. Лазаревым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 459.
365. Записка об ученых трудах Л. А. Бауера (L. A. Bauer). (Совм. с *П. П. Лазаревым*, *А. Ф. Иоффе* и *А. А. Белополюским*).— Там же, с. 460.
366. Записка об ученых трудах Макса Борна (Max Born). (Совм. с *А. Ф. Иоффе* и *П. П. Лазаревым*).— Там же, с. 464—465.
367. Записка об ученых трудах В. А. Кистяковского. (Совм. с *П. П. Лазаревым*, *А. Ф. Иоффе* и *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 465—468.
368. Записка об ученых трудах Н. Я. Демьянова. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 468—473.
369. Записка об ученых трудах Н. Д. Зелинского. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 473—477.
370. Записка об ученых трудах Ф. Габера (Fritz Haber). (Совм. с *Д. П. Коноваловым*, *П. П. Лазаревым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 477—478.
371. Записка об ученых трудах Э. Когена (Ernst Cohen). (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 478—479.
372. Записка об ученых трудах Ф. В. Астона (F. W. Aston). (Совм. с *Д. П. Коноваловым*, *П. П. Лазаревым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 480—481.
373. Записка об ученых трудах Ф. Содди (Frederik Soddy). (Совм. с *Д. П. Коноваловым*, *П. П. Лазаревым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 481—482.
374. Записка об ученых трудах К. Фаянса (Kasimir Fajans). (Совм. с *Д. П. Коноваловым*, *В. Н. Ипатьевым*, *П. П. Лазаревым* и др.).— Там же, с. 482—486.
375. Записка об ученых трудах Ж. Перрена (Jean Perrin). (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *А. Ф. Иоффе*).— Там же, с. 486—487.
376. Записка об ученых трудах профессора А. А. Яковкина. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Изв. АН СССР, 1925, т. 19, № 18, с. 871—875.
377. Записка об ученых трудах профессора Н. Каро (N. Caro). (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *В. Л. Омелянским*).— Там же, с. 875—876.
378. Записка об ученых трудах профессора Э. Абдергальдена (E. Abderhalden). (Совм. с *В. Л. Омелянским*, *Д. П. Коноваловым* и *Н. В. Насоновым*).— Там же, с. 876—877.
379. Записка об ученых трудах Ж. Урбэна (G. Urbain). (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *П. П. Лазаревым*).— Там же, с. 878—879.
380. Записка об ученых трудах проф. П. Г. Меликова. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Изв. АН СССР, 1927, т. 21, № 18, с. 1453—1455.
381. Записка об ученых трудах проф. А. Е. Чичибабина. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 1455—1463.
382. Записка об ученых трудах проф. М. А. Павлова. (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *Ф. Ю. Левинсон-Лессингом*).— Там же, с. 1463—1466.
383. Записка об ученых трудах профессора В. Е. Грум-Гржимайло. (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *Ф. Ю. Левинсон-Лессингом*).— Там же, с. 1467—1470.
384. Записка об ученых трудах проф. И. А. Каблукова. (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *П. П. Лазаревым*).— Изв. АН СССР. ОФМН, 1928, № 8/10, с. 626—630.

385. Записка об ученых трудах проф. А. В. Писаржевского. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 630—631.
386. Записка об ученых трудах проф. В. Е. Тищенко. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 631—634.
387. Записка об ученых трудах проф. А. А. Байкова. (Совм. с *Д. П. Коноваловым*).— Там же, с. 634—637.
388. Записка об ученых трудах проф. В. Н. Липина. (Совм. с *Д. П. Коноваловым* и *П. П. Лазаревым*).— Там же, с. 667—669.
389. А. Н. Бах.— Ленингр. правда, 1928, 7 окт.
390. [По поводу кончины *Д. П. Коновалова*].— ЖРФХО. Ч. хим., 1929, т. 61, вып. 1, с. 165—166 (Протоколы).
391. Записка об ученых трудах проф. Н. Я. Демьянова.— В кн.: Записки об ученых трудах действительных членов Академии наук СССР по Отделению физико-математических наук, избранных 12 янв. 1929 г. Л.: Изд-во АН СССР, 1930, с. 61—66.
392. Записка об ученых трудах проф. Н. Д. Зелинского.— Там же, с. 72—87.
393. Записка об ученых трудах проф. В. А. Кистяковского.— Там же, с. 88—92.
394. Записка об ученых трудах проф. А. Е. Фаворского.— Там же, с. 140—145.
395. Записка об ученых трудах проф. Л. В. Писаржевского. (Совм. с *В. А. Кистяковским*).— В кн.: Записки об ученых трудах действительных членов АН СССР, избранных 1 февр. 1930 г. Л.: Изд-во АН СССР, 1931, с. 25—29.
396. Памяти С. Ф. Жемчужного.— Изв. ИФХА, 1934, т. 5, вып. 1, с. 1—2.
397. О научных работах С. Ф. Жемчужного.— Изв. Ин-та по изучению платины, 1932, вып. 9, с. 163.
398. Выдающихся советских металлургов — в Академию наук (*М. А. Павлов* и *А. А. Байков*). (Совм. с *А. Е. Фаворским* и *В. А. Кистяковским*).— Известия, 1932, 22 янв.
399. Записка об ученых трудах А. А. Байкова.— В кн.: Записки об ученых трудах действительных членов Академии наук СССР по Отделению матем. и естеств. наук, избранных в 1931 и 1932 гг. Л.: Изд-во АН СССР, 1933, с. 11—13.
400. Записка об ученых трудах И. В. Гребенщикова.— Там же, с. 50—55.
401. Записка об ученых трудах М. А. Павлова.— Там же, с. 78—81.
402. О значении работ И. Ф. Шредера в области физико-химического анализа: По поводу десятилетия со дня смерти.— Изв. ИФХА, 1933, т. 6, с. 255—257.
403. Памяти Бориса Львовича Ронкина.— Изв. ИФХА, 1935, т. 7, с. 11—12.
404. Выдающийся представитель мировой науки: Памяти Александра Петровича Карпинского.— Вестн. АН СССР, 1936, № 7, с. 40—41.
405. [О роли Вант-Гоффа в изучении кристаллизации солей морской воды].— В кн.: Большая Эмба. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937, т. 1, с. 753.
406. Вант-Гофф и геометрическое изображение химических превращений: Памяти Вант-Гоффа.— Успехи химии, 1937, т. 6, вып. 1, с. 121—123.

#### *Х. Научно-популярные статьи*

407. Химические институты Академии наук и их работа в годы Революции.— Правда, 1925, 13 сент.



408. В. А. Стеклов в деле изучения производительных сил.— Ленингр правда, 1926, 6 июня.
409. Постановка научно-технической работы на Западе.— Торг.-пром. газ., 1927, 22 дек.
410. Электрохимия создаст новые производства.— Торг.-пром. газ., 1928, 23 марта.
411. О выборах новых академиков.— Ленингр. правда, 1928, 18 мая.
412. [К выборам новых академиков].— Известия, 1928, 26 мая.
413. О чем подумать, составляя пятилетку.— Торг.-пром. газ., 1928, 5 июля.
414. Пожелания наших ученых и техников.— Торг.-пром. газ., 1929, 6 янв.
415. Подготовка научной смены и технических кадров.— Экон. жизнь, 1929, 17 янв.
416. [После выборов новых академиков].— Известия, 1929, 30 янв.
417. Через химизацию страны к развитию промышленности.— Известия, 1929, 12 февр.
418. Химизация страны и нужды социалистического хозяйства.— Торг.-пром. газ., 1929, 27 марта.
419. От Академии наук — до избы-читальни.— Известия, 1930, 29 мая.
420. Соляные озера Волго-Каспийского района. (Совм. с *Б. Л. Ронкин*).— Природа, 1931, № 7, с. 619—660.
421. [Выступление на Областной конференции научных работников].— Веч. красная газ. (Л.), 1931, 25 мая.
422. Создадим советскую электрохимию. (Совм. с другими).— Техника, 1931, 4 нояб.
423. [Доклад на слете ударников на Первом калийном руднике 6 июня 1932 г.].— Калий, 1932, № 7, с. 8—11.
424. Солевые ресурсы и принципы их использования.— Химия и соц. хоз-во, 1932, № 5/6, с. 84.
425. Алюминий, магний, платина, калий...— Правда, 1932, 2 февр.
426. Проблема легких металлов.— Правда, 1932, 9 мая.
427. Химия дала СССР свой алюминий, свой магний.— Правда, 1932, 18 нояб.
428. Мы гордимся своей героической Красной Армией.— Веч. красная газ. (Л.), 1933, 23 февр.
429. Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу.— Известия, 1933, 24 окт.
430. Расцвет новой дисциплины [Конференция по физико-химическому анализу].— Веч. красная газ. (Л.), 1933, 25 окт.
431. Ученый и человек [Д. И. Менделеев].— Комс. правда, 1934, 8 февр.
432. Многогранная деятельность [Д. И. Менделеева].— Правда, 1934, 10 сент.
433. Титан науки [Д. И. Менделеев].— Ленингр. правда, 1934, 10 сент.
434. Письма [с Юбилейного Менделеевского съезда в ознаменование 100-летней годовщины со дня рождения Д. И. Менделеева. (Совм. с *М. А. Блох*)].— Известия, 1934, 12 сент.
435. Республика минеральных солей [Казахстан].— Правда, 1935, 23 окт.
436. Создана база теоретической химии.— Техн. кн., 1937, № 11, с. 32—37.
437. Новый район калия [Урало-Эмбинский район].— Известия, 1937, 11 мая.
438. Важнейшие формы библиографической работы.— Техн. кн., 1941, № 1, с. 28.

439. Дерзайте, друзья! — Моск. большевик, 1941, 1 янв.
440. Из истории исследования твердых растворов. (Совм. с С. А. Погониным).— Изв. СФХА, 1943, т. 16, вып. 1, с. 7—12.
- XI. Предисловия. Рецензии. Редакционные работы*
441. Предисловие.— В кн.: Павлович П. И. Дубильные экстракты. Ростов-на-Дону, 1928, с. 3.
442. Предисловие.— В кн.: Николаев В. И. Соляные проблемы в СССР и физико-химический анализ. Л.: Изд-во АН СССР, 1931, с. 5.
443. Предисловие. (Совм. с В. И. Николаевым).— Калий, 1936, № 10, с. 32—33. (К работам Ин-та общ. и неорг. химии АН СССР по изучению фосфорно-аммиачно-калиевых равновесий.)
444. Предисловие.— В кн.: Вант-Гофф Я. Г. Лекции об образовании и разложении двойных солей: Пер. с нем. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937, с. 5—6.
445. Предисловие.— В кн.: Алексеева В. П., Чичаганова О. А., Шафрановский К. И. Химия в изданиях Академии наук СССР. Вып. 1. 1728—1930. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947, с. 5—6.
446. Рец.: Жуков Н. Н. Аллюминий и его металлургия. М., 1893.— Горн. журн., 1893, т. 2, № 4, с. 162.
447. Рец.: Горстман А. О теории растворов: Пер. с нем. СПб., 1893.— Горн. журн., 1893, т. 2, № 4, с. 162—163.
448. Рец.: Совинский С. Производство стали по способу Сименс—Мартена: Практическое руководство для введения мартеновских печей. СПб., 1894.— Изв. О-ва горн. инж., 1894, № 4, с. 79.
449. Рец.: Эттель Ф. Практическое руководство для электрических работ / Пер. с нем. под ред. Д. П. Коновалова. СПб., 1894.— Горн. журн., 1895, т. 2, с. 147.
450. Рец.: Агеев Н. В. Рентгенография металлов и сплавов. Кубуч, 1932.— Металлург, 1933, № 6, с. 87.
451. Ред. (Совм. с С. А. Шукаревым): Новые идеи в химии. Сб. № 8. Учение о катализе. Пг.: Образование. 1923. 142 с.
452. Ред. (Совм. с Н. И. Подкопаевым и Б. Л. Ропкиным): Карабугаз и его промышленное значение. 3-е изд. Л.: Изд-во АН СССР, 1930. 409 с. (Материалы КЕПС; 73).
453. Ред. (Совм. с А. Н. Бахом, Б. Н. Вырпаевым, И. А. Каблукковым и В. Е. Тищенко): Менделеев Д. И. Избр. соч. Л.: ГХТИ, 1934, Т. 2. 513 с. Т. 3. 467 с.
454. Ред. (Совм. с А. А. Байковым): Сборник статей, посвященный 30-летию профессорской деятельности академика А. А. Байкова. Л.; М.; Свердловск: ГНТИ по черн. и цветн. метал., 1934. 68 с.
455. Ред.: Бор и калий в Западном Казахстане. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 154 с.
456. Ред. (Совм. с В. Е. Цифриновичем и С. И. Вольфковичем): Соликамские карналиты. Сб. ст. М.; Л.: ОНТИ, Гл. ред. горно-топл. лит., 1935. 416 с.
457. Ред. (Совм. с А. Г. Бергманом и Б. Б. Васильевым): Физико-химический анализ в технологии минеральных солей. Л.: Химтеорет, 1935. 123 с. (Тр. Гос. ин-та прикл. химии; Вып. 23).
458. Ред.: Соляные озера Крыма. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 278 с.
459. Ред.: Вант-Гофф Я. Г. Лекции об образовании и разложении двойных солей: Пер. с нем. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 120 с.
460. Ред. (Совм. с А. П. Виноградовым): Тезисы докладов на Всесоюзной конференции по аналитической химии... М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 117 с.
461. Ред.: Труды Всесоюзной конференции по аналитической химии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. Т. 1. 403 с.

## Литература о Н. С. Курнакове и его трудах

- Агеев Н. В.* Николай Семенович Курнаков: (к 100-летию со дня рождения).— В кн.: Курнаков Н. С. Избранные труды [В 3-х т.] М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 5—8.
- Аносов В. Я.* Памяти академика Н. С. Курнакова.— Химия в школе, 1941, № 3, с. 46—50.
- Бах А. Н.* Николай Семенович Курнаков (1860—1941). Некролог.— Вестник АН СССР, 1941, № 5—6, с. 87—88.
- Бах А. Н.* [и др.] Светлой памяти академика Н. С. Курнакова.— Бюл. Всес. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1941, № 4, с. 2—4.
- Бергман А. Г.* Работы Н. С. Курнакова и его школы по химии твердых и расплавленных солей.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 95—104.
- Бокий Г. Б.* Развитие идей Н. С. Курнакова в современной кристаллохимии.— Журн. неорган. химии, 1963, т. 8, № 5, с. 1033.
- Вольфкович С. И.* Николай Семенович Курнаков: (к 60-летию научной деятельности).— Журн. хим. пром-сти, 1941, т. 18, № 1, с. 3—7.
- Вольфкович С. И.* Светлой памяти Николая Семеновича Курнакова (1860—1941).— Успехи химии, 1941, т. 10, вып. 7, с. 757—762.
- Воскресенская Н. К.* Памяти академика Николая Семеновича Курнакова.— Журн. прикл. химии, 1941, т. 14, вып. 6, с. 711—715.
- Воскресенская Н. К.* Работы Н. С. Курнакова и его школы в области химии расплавленных солей.— Успехи химии, 1952, т. 21, вып. 9, с. 1019—1033.
- Длугач Л. С.* Академик Николай Семенович Курнаков, его труды и школа.— Завод. лабор., 1941, т. 10, № 1, с. 109—111.
- Ефремов Н. Н.* О работах Н. С. Курнакова и его школы в области физико-химического анализа органических веществ.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 63—94.
- Ефремов Н. Н.* Светлой памяти Н. С. Курнакова.— Изв. АН СССР. ОХН, 1941, № 3, с. 449—456.
- Звягинцев О. Е.* Академик Николай Семенович Курнаков: (к 80-летию со дня рождения).— Вестн. АН СССР, 1940, № 11/12, с. 139—143.
- Звягинцев О. Е.* Николай Семенович Курнаков: (к 80-летию со дня рождения и 60-летию научной и педагогической деятельности).— Бюл. Всес. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1940, № 12, с. 4—6.
- Звягинцев О. Е.* Труды академика Н. С. Курнакова и его школы по изучению химии металлов платиновой группы (к 90-летию со дня рождения Н. С. Курнакова).— В кн.: Материалы по истории отечественной химии: Сб. докл. на Втором Всесоюз. совещ. по истории отечественной химии, 24—26 апреля 1951. М.: Изд-во АН СССР, 1953, с. 142—158.
- Капустинский А. Ф.* Н. С. Курнаков.— Журн. физ. химии, 1941, вып. 4, с. 417—418.
- Комаров В.* [и др.]. Николай Семенович Курнаков.— Вестн. АН СССР, 1941, № 5/6, с. 87—88.
- Крестовников А. Н., Шахов А. С.* Жизнь и деятельность Н. С. Курнакова.— В кн.: Академик Николай Семенович Курнаков: Работы в области цветной металлургии. М.: Гос. науч.-техн. изд-во, 1954, с. 11—35.

- Кузнецов В. И.* Выдающийся советский физико-химик Н. С. Курнаков. М.: Знание, 1982. 64 с.
- Курнаков Николай Семенович.*— Биографический словарь деятелей естествознания и техники. М.: Гос. науч. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1958. т. 1, с. 474—476.
- Курнаков Николай Семенович.*— В кн.: Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И. Химики: Биографический справочник / Под ред. В. И. Кузнецова. Киев: Наук. думка, 1984, с. 274—275.
- Лепешков И. Н.* Исследования Н. С. Курнакова и его школы в области природных солей и водно-солевых равновесий.— Успехи химии, 1952, т. 21, вып. 9, с. 1079—1085.
- Немилов В. А.* Учение академика Н. С. Курнакова об интерметаллических соединениях.— Изв. АН СССР. ОХН, 1941, № 6, с. 645.
- Николай Семенович Курнаков.* М.: Изд-во АН СССР, 1961. 105 с. (Материалы к биобиблиографии ученых СССР. Сер. хим. наук; Вып. 30.)
- Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников.* М.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.
- Погодин С. А.* Работы Н. С. Курнакова по металлическим сплавам.— Изв. СФХА, 1941, т. 14, вып. 3, с. 47—61.
- Погодин С. А.* Николай Семенович Курнаков: (1860—1941).— Сов. наука, 1941, № 4, с. 43—57.
- Погодин С. А.* О приоритете Н. С. Курнакова в создании и разработке основных методов и понятий физико-химического анализа.— Успехи химии, 1952, т. 21, вып. 9, с. 1034—1044.
- Равич М. И.* Работы Н. С. Курнакова в области водных растворов солей.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 113.
- Роде Е. Я.* Работы Н. С. Курнакова и его школы по физико-химическому анализу минералов и руд.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 125—140.
- Семенченко В. К.* Работы Н. С. Курнакова по критическим явлениям в твердом состоянии.— Успехи химии, 1952, т. 21, вып. 9, с. 1068.
- Соловьев Ю. И., Звягинцев О. Е.* Николай Семенович Курнаков. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 206 с.
- Уразов Г., Николаев В.* Академик Николай Семенович Курнаков и его труды по химии.— Успехи химии, 1939, т. 8, вып. 6, с. 785—812.
- Уразов Г. Г.* Академик Н. С. Курнаков — основатель физико-химического анализа и глава научной школы.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 9—35.
- Уразов Г. Г.* [и др.]. Памяти академика Николая Семеновича Курнакова.— Журн. хим. пром-сти, 1941, № 15/16, с. 58—59.
- Уразов Г. Г.* Николай Семенович Курнаков.— В кн.: Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 354—363.
- Уразов Г. Г.* Н. С. Курнаков и его труды в области общей и неорганической химии.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1948, т. 16, вып. 4, с. 5—18.
- Черняев И. И.* О работах Н. С. Курнакова по комплексным соединениям.— Изв. Сектора физ.-хим. анализа, 1941, т. 14, вып. 3, с. 141—144.
- Dlougatch Léon.* Nicolas Siemionovitch Kournakow, sein Leben, sein Werk, seine Schule.— Rev. de Metallurgie, 1925, vol. 22, p. 650—662, 711—732.
- Kauffman G. B., Beck A.* Nicolai Semenovitch Kurnakov.— J. Chem. Educ., 1962, vol. 36, p. 44—49.
- Soloviev Y. I.* Nicolai Semyonovich Kurnakov.— In: Dictionary of Scientific Biography. N. Y., 1973, vol. 7, p. 529—530.

## Основные даты жизни и деятельности академика Н. С. Курнакова

- Николай Семенович Курнаков родился 6 декабря (24 ноября) 1860 года в г. Нолинске б. Вятской губернии (ныне Кировская область); скончался 19 марта 1941 года в Москве.
- 1877, 26 июля. Окончил Нижегородскую Военную гимназию.
1877. Поступил в Петербургский горный институт.
1882. Окончил Горный институт.
- 1883, январь. Оставлен в Горном институте.
- 1883—1884. Командировка в Германию и Австрию.
- 1885, 5 января. Защита диссертации «Испарительные системы соляных варниц» для получения звания адъюнкта по кафедре металлургии и галургии Горного института.
1885. Начал вести практические занятия со студентами по горно-заводскому техническому анализу и пробирному искусству и читать лекции по соляному делу.
- 1887, 12 апреля. Женился на Анне Михайловне Волосатовой.
1889. Родился сын Николай.
- 1891, 18 сентября. Получил в свое ведение пробирную лабораторию Горного института.
- 1893, 19 декабря. Защита диссертации «О сложных металлических основаниях» для получения звания профессора по кафедре неорганической химии Горного института.
- 1894, 5 января. Утвержден профессором химии Горного института по кафедре неорганической химии.
1896. Эксперт на Всероссийской промышленной выставке в Нижнем Новгороде, где «состоял председателем комиссии по меди, серебру и другим металлам».
1897. Родилась дочь Вера.
- 1899, 28 октября. Избран профессором физической химии Петербургского электротехнического института, где начал читать курс физической химии.
- 1899, 17 ноября. На заседании химического отделения Русского технического общества сделал доклад «Об учреждении металлографической комиссии для исследования сплавов при Русском техническом обществе».
- 1900, 1 мая. Командирован в Париж на Международный конгресс по химии и горному делу и Всемирную Парижскую выставку вместе с Д. И. Менделеевым, Н. А. Меншуткиным и П. И. Вальденом.
- 1900, 13 июля. Избран членом Парижского химического общества.
- 1902, 27 июля. Назначен ординарным профессором по кафедре общей химии Петербургского политехнического института.
- 1907, 3 декабря. Присвоено звание заслуженного профессора.
- 1907, 20—30 декабря. Участие в работе Менделеевского съезда в Петербурге.
- 1909, 25 апреля. Постановлением ученого совета Московского университета удостоен звания доктора химии «honoris causa».
- 1909, 13 ноября. Включен в состав Горного ученого комитета.
- 1910, 18 февраля. Избран вице-председателем Русского металлургического общества.

- 1910, 22 ноября. Назначен председателем Комиссии по организации аффинажа уральской платины при Горном департаменте Министерства торговли и промышленности.
- 1912, 11—13 апреля. Делегат от России на Втором съезде Международной ассоциации химических обществ в Берлине.
- 1913, 17—23 апреля. На Втором Всероссийском съезде деятелей по горному делу, металлургии и машиностроению сделал доклад, в котором впервые дал определение *физико-химического анализа*.
- 1913, 7 декабря. Избран ординарным академиком Петербургской Академии наук.
- 1914, 2 января. На Первом Всероссийском съезде преподавателей физики, химии и космографии сделал доклад «Соединение и химический индивид».
1915. Назначен вице-председателем Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС).
- 1915, сентябрь. Организовал Соляной отдел при КЕПС.
- 1917—1921. Исполнял обязанности председателя Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС).
- 1915, октябрь. Избран председателем Военно-химического комитета при Русском физико-химическом обществе.
1917. Президент Русского физико-химического общества.
- 1918—1934. Директор Института физико-химического анализа.
- 1919—1927. Директор Российского (Государственного) института прикладной химии.
- 1919, апрель. Назначен председателем Петроградской научной комиссии, созданной для организации научных исследований.
1919. И. о. директора Химической лаборатории Академии наук (в 1922—1924 гг.— директор).
- 1920, 11 декабря. На Первом Всероссийском съезде научных деятелей по металлургии в Москве сделал доклад «Металлография и физико-химический анализ».
1920. Прочитал первый курс физико-химического анализа для студентов Политехнического и Горного институтов на химическом и металлургическом отделениях.
1921. Избран членом Комитета по созданию алюминиевой промышленности.
- Избран членом Петроградского отделения Научно-технического совета Главного управления горной промышленности ВСНХ.
- 1921—1922. Президент Русского физико-химического общества.
- 1922, 25 мая—1 июля. Председатель Оргкомитета III Менделеевского съезда. На съезде сделал доклад «Сингулярные точки химических диаграмм».
- 1922, 29 декабря. На Годичном собрании Академии наук сделал доклад «Непрерывность химических превращений вещества».
1922. Назначен председателем Научно-технического совета Северной области.
- Назначен председателем Карабугазского и Бокситового комитетов.
- Товарищ председателя Русского металлургического общества.
- 1922—1934. Директор Института по изучению платины и других благородных металлов; руководитель аффинажной комиссии в институте.
- 1923, 9 февраля. Избран членом-корреспондентом Гёттингенской Академии по физико-математическому классу.

- 1923, 21 сентября. Избран почетным членом Русского металлургического общества.
- 1924, 14 мая. Избран членом Техно-экономического совета основной химической промышленности ВСНХ.
- 1924, 28 мая и 2 июня. На Втором съезде научных деятелей по металлургии сделал два доклада: «Физико-химический анализ тихвинских бокситов и глин» и «О работах Платинового института, произведенных по поручению Уралплатины над способами аффинажа платины и ее спутников» (совместно с Н. И. Подкопаевым).
- 1924, 19 августа. Участвовал в заседании ВСНХ Крыма по вопросам о научно-техническом изучении соляных озер (Симферополь).
- 1924, 23 октября. Избран почетным членом Метрологического совета Главной палаты мер и весов.
1924. Назначен председателем Комиссии по исследованию минерального вещества при Геологическом комитете.
- 1924—1934. Директор Химического института Академии наук СССР.
- 1925, 8 января. Отделение химии Русского физико-химического общества присудило Большую премию имени Д. И. Менделеева за выдающиеся работы в области химии.
- 1925, август. Поездка в Крым: исследования процесса испарения морской воды в связи с решением Главного экономического управления ВСНХ СССР «относительно добывания брома, солей магния и калия из маточных рассолов при бассейновом производстве поваренной соли».
- 1925, 17—23 сентября. Член Оргкомитета IV Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии в Москве. 20 сентября на Общем собрании съезда сделал доклад «Соединение и странство».
1925. Депутат Ленсовета десятого созыва.  
— Вышла в свет книга «Введение в физико-химический анализ».
- 1925—1926. Президент Русского физико-химического общества.
- 1926, 30 ноября. На Конференции химических институтов Научно-технического управления ВСНХ СССР в Москве сделал доклад «Работы ГИПХа в 1925—1926 гг.» (совместно с Б. К. Климовым).
- 1926, 15—18 декабря. Принимал участие в работе Комиссии по изучению и использованию Соликамских месторождений калиевых солей.
- 1927, 20—21 августа. Председатель на Первом общем собрании Объединения научных учреждений по изучению соляных озер Крыма в Евпатории.
- 1927, 16—26 октября. Делегат от СССР на торжествах в честь 100-летия со дня рождения Марселена Бертло в Париже и на VII Международном конгрессе по прикладной химии в Париже.
- 1928, апрель. Организовал Первое Всесоюзное совещание по изучению соляных озер и отложений.
- 1928, 19 мая. Присуждена премия им. В. И. Ленина за научные труды по химии.
- 1928, 18—20 июня. Принимал участие в работе V Менделеевского съезда по чистой и прикладной химии в Казани.
1928. Избран членом президиума Комитета по химизации народного хозяйства при СНК СССР.  
— Избран академиком Академии наук Украинской ССР.
- 1929, 13—19 октября. Делегат от СССР на IX Международном конгрессе по прикладной химии в Барселоне (Испания).

- 1929—1931. Президент Русского физико-химического общества.
1930. Председатель химической ассоциации АН СССР.  
— Руководил работой экспедиции на Нижневолжских озерах.
- 1931, 2 февраля. Избран членом Комиссии по разработке урало-кузбасской проблемы.
- 1931, 21—27 июня. На выездной сессии Академии наук СССР в Москве сделал доклад «О соляной проблеме в промышленности».
- 1931, 27 сентября—3 октября. Делегат от СССР на XI Международном конгрессе промышленной химии в Париже.
- 1932, 2 февраля. Выступил на XVII конференции ВКП(б) с докладом «Алюминий, магний, платина, калий».
- 1932, 29 июня. Комитет по химизации народного хозяйства присудил премию им. Д. И. Менделеева за лучшие работы по химии.
- 1932, 25 октября. Принимал участие в работе VI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии в Харькове.
- 1933—1941. Вице-президент Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.
- 1933, 24—29 октября. Председатель Первой всесоюзной конференции по физико-химическому анализу.
- 1933, ноябрь. По инициативе Н. С. Курнакова была созвана сессия АН СССР, посвященная волго-каспийской проблеме.
- 1934, 2 июня. На Чрезвычайной выездной сессии Академии наук СССР в Свердловске сделал доклад «Соляная проблема Западной Сибири».
- 1934, 10—13 сентября. Председатель Оргкомитета и организатор Юбилейного Менделеевского съезда по общей и прикладной химии в Ленинграде.
- 1934—1941. Директор Института общей и неорганической химии Академии наук СССР.
- 1935, 7 июня. Командирован на Березниковский химический комбинат как руководитель бригады химической группы АН СССР для проведения декады науки и техники.
- 1935, 15 ноября. На сессии Академии наук СССР, посвященной проблемам нефти и минеральных солей урало-эмбинского района Казахстана сделал доклад «Минеральные соли Урало-Эмбинского района и озера Индер».
1936. Организовал на химическом факультете МГУ металлографическую лабораторию.
1937. Возглавил Карабогазский сектор, созданный при Каспийской комиссии АН СССР.
- 1939, 8 июня. Награжден орденом Трудового Красного Знамени за выдающуюся научную деятельность в области химии.
- 1940, 25 декабря. Присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.
1940. Избран почетным членом Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.  
— Вышло четвертое, дополненное, издание книги «Введение в физико-химический анализ».
- 1941, 14 марта. Удостоен Государственной премии второй степени за научные работы по физической химии и за труд «Введение в физико-химический анализ» (4-е изд., 1940).



## Приложения

---

В Приложении I впервые публикуется письмо Н. С. Курнакова профессору физики Б. П. Вейнбергу от 27 марта 1913 г., в котором обсуждаются основные положения учения о сингулярной точке. Содружеству химии и геометрии посвящен интересный доклад Н. С. Курнакова «Химия и геометрия» (1933), текст которого впервые приводится в Приложении II. Исключительный по своему значению интерес представляет «Объяснительная записка Совета Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) к смете расходов на 1918 г.», написанная Н. С. Курнаковым 1 апреля 1918 г. Данная записка — первый документ Академии наук, представленный В. И. Ленину. Выдержка из этого документа помещена в Приложении III. В Приложениях IV—VIII приведены статьи Н. С. Курнакова, опубликованные в газетах «Правда» и «Известия» и ставшие в настоящее время библиографической редкостью.

Материал приложений органично дополняет основную часть книги.

### Приложение I

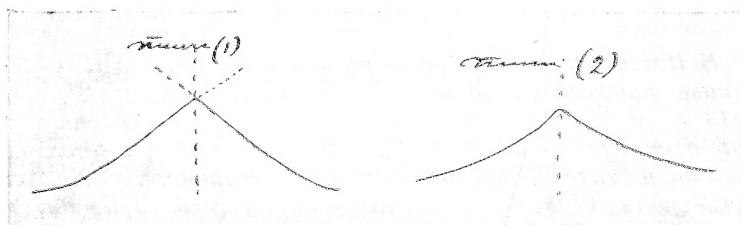
#### Письмо<sup>1</sup> Н. С. Курнакова Б. П. Вейнбергу<sup>2</sup>

С.-Петербургский горный институт  
27 марта 1913 г.

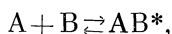
Многоуважаемый Борис Петрович,

Прошу извинения, что настоящий ответ несколько запоздал. Я с большим интересом прочел Вашу Заметку<sup>3</sup>, которая для меня представляет существенное подтверждение того положения, что в сингулярной, или дальтоновской, точке наблюдается *пересечение двух ветвей диаграммы свойств* (тип 1). Нужно заметить, что с точки зрения непрерывности изменений свойств в равновесных системах здесь можно было бы ожидать также и непрерывный переход ветвей друг в друга (тип 2). Экспериментальное различие этих двух типов не всегда легко. Тип (2) особенно часто встречается при иррациональных максимумах, примеры которых Вы найдете в прилагаемой статье о систе-

мах с содержанием хлорала<sup>4</sup>. Как кажется, нам удалось найти и рациональный максимум типа (2) в системе хлораль — аллилов(ый) спирт.

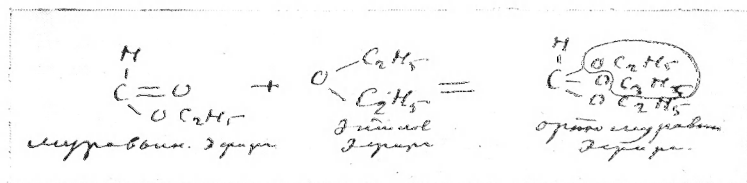


Так как изученные нами системы с образованием тиомочевин представляют лишь частный случай равновесия

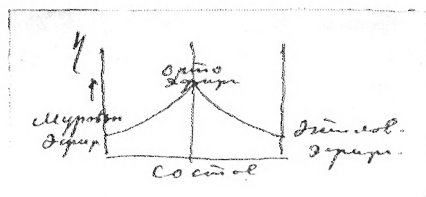


когда реакция идет нацело, то я думаю, что последовательнее считать и здесь обе ветви принадлежащими одной и той же кривой, т. е. допустить существование узловой точки.

Чтобы указать на крайний случай реакции  $A+B=AB$ , идущей до конца, мною исследовано в(утреннее) трение псевдобинарной системы, составленной по схеме



Ортомуравьиный эфир можно рассматривать как продукт соединения муравьиного эфира с этиловым эфиром, но он существует и при-



\* Соединение  $AB$  можно принять независимым компонентом системы.

готовляется совершенно независимо от своих компонентов, переходит в пар без разложения и т. д. Диаграмма вл(утренного) трения оказалась совершенно аналогичной той, что мы нашли для соединения горчичных масел с аминами<sup>5</sup>, только здесь максимум меньше. Для такой системы обе ветви диаграммы можно считать независимыми (...).

По наблюдениям, сделанным нами над смесями аллил-фенилтиомочевины и бензола, последнее вещество очень сильно понижает внутреннее трение системы.

Я буду очень рад, если Вы введете внутреннее трение жидких тел в круг Ваших исследований. Область так велика и интересна, что может дать работу многим наблюдателям (...)

*Искренно преданный Вам*  
*Н. Курнаков*

### Примечания

- <sup>1</sup> Письмо хранится в рукописном фонде Публичной библиотеки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина (Ленинград).
- <sup>2</sup> Борис Петрович Вейнберг (1871—1942), окончил Петербургский университет (1893). В 1909—1924 гг.— профессор физики Томского технологического института. Крупный специалист в области физики твердого тела и магнетизма (см.: *Кравец Т. Борис Петрович Вейнберг. [Некролог.] — Успехи физич. наук, 1945, т. 27, вып. 1, с. 132*).
- <sup>3</sup> Речь идет о докладе Б. П. Вейнберга о внутреннем трении двойных систем, сделанном 4 апреля 1913 г. на заседании Русского физико-химического общества. В протоколах «Журнала Русского физико-химического общества» (Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 3, с. 649—650) было опубликовано заявление Н. С. Курнакова «По поводу доклада Б. П. Вейнберга о внутреннем трении двойных систем», где говорилось, что «результаты расчетов Б. П. Вейнберга доставляют подтверждение положения, что в сингулярных, или дальтоновских, точках имеется пересечение двух ветвей диаграммы свойств. Между тем исходя из непрерывности свойств в однородных равновесных системах можно было бы ожидать непрерывного перехода ветвей друг в друга с одной касательной в максимальной точке. Исследованные Н. Курнаковым и С. Жемчужным системы с образованием тиомочевин представляют лишь частные примеры равновесия  $A + B \rightleftharpoons AB$ , когда реакция идет до конца. Поэтому, с общей точки зрения, необходимо и здесь считать обе ветви принадлежащими одной и той же кривой, т. е. допустить существование узла...» (*Курнаков Н. С. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 1, с. 414*).
- <sup>4</sup> Речь идет об исследованиях Н. С. Курнакова совместно с Н. Н. Ефремовым, посвященных изучению внутреннего трения системы хлораль—аллиловый спирт (ЖРФХО. Ч. хим., 1913, т. 45, отд. I, вып. 9, с. 2070. Протоколы; см. также: *Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 413*).
- <sup>5</sup> Речь идет об исследованиях Н. С. Курнакова и С. Ф. Жемчужного, результаты которых были изложены в статье «Внутреннее тре-

ние двойных систем: Характеристика определенного соединения» (ЖРФХО. Ч. хим., 1912, т. 44, отд. I, вып. 9, с. 1964—1991; см. также: Курнаков Н. С. Избр. тр., т. 1, с. 367—385).

## Приложение II

### Химия и геометрия<sup>1</sup>

Ровно 100 лет тому назад во французском журнале «Annales de Chimie et de Physique» появилась работа молодого горного инженера Огюста Лорана о хлористых производных нафталина. Этот важный углеводород был извлечен из каменноугольной смолы и послужил для получения целого ряда продуктов, которые имели большое теоретическое и практическое значение.

При действии хлора, азотной и серной кислот было выделено громадное количество продуктов, прекрасно подтверждающих теорию замещения водорода в органической частице, теорию, созданную его знаменитым учителем Жаном Батистом Дюма.

Впоследствии Лоран, вместе со своим другом Шарлем Жераром, расширили эти представления, которые привели их в 1843 году к установлению так называемого «закона четных паев»\*.

В современной формулировке этот закон может быть выражен следующим образом: «В химической молекуле сумма нечетно-валентных атомов (H, Cl, B, N и др.) равняется четному числу». Например, во всех углеводородах сумма атомов водорода, а в азотных и водородных соединениях (например, NH<sub>3</sub>) — сумма H и N определяется четным числом.

Этот вывод, являющийся теперь прямым следствием теории строения, был одной из первых закономерностей, которые позволили Лорану и Жерару делать заключения о количестве атомов в молекуле и указывать на неправильности в определении состава химических тел, т. е. исправлять химические анализы.

Для такой эмпирической науки, какой была тогда химия, подобные теоретические исправления опытных данных казались неслыханной смелостью. Обоим новаторам, Лорану и Жерару, пришлось вынести за это немало огорчений и неприятностей.

Значительно позднее найдено соответствующее правило в топологии, при изучении многоугольников (полиномов) и многогранников (Лишних, Брюкнер, Схоуте).

---

<sup>1</sup> Доклад Н. С. Курнакова, прочитанный на Первой конференции молодежи по химии в Ленинграде 25 мая 1933 г. (Архив АН СССР (М.), ф. 453, оп. 2, № 3). — Ю. С.

\* Название принадлежит Лорану.

В любом линейном графе (комплексе) сумма узловых точек нечетного порядка, т. е. конечных, тройных, пятерных, представляет четное число.

Исключение из закона четных сумм в химии представляют свободные радикалы. Эти вещества замечательны по своим свойствам; они обладают необычайно развитою способностью к химическим реакциям. Пример: NO, NO<sub>2</sub> и др.

В законе четных сумм мы видим впервые с оприкосновение химии с геометрией или топологией.

В формулах теории строения химических соединений оно получило дальнейшее развитие и подтверждение. Графические изображения Бутлерова, Кекуле, Вант-Гоффа и Лебеля и, в последнее время, Вернера, Льюиса, Лэнгмюра, у нас Чугаева, Черняева являются, несомненно, топологическими, плоскими или пространственными, комплексами (древа).

В. Мейер предложил для этого отдела науки название — стереохимия, которая обладает громадным экспериментальным материалом и имеет чувствительные методы для различия в свойствах оптических антиподов.

Знаменитые координационные числа Вернера 3, 4, 6, 8, несомненно, связаны с правильными геометрическими фигурами: треугольниками (3), тетраэдрами (4), октаэдрами (6), кубами (8) и т. д. Они относятся не только к комплексным соединениям, но и к самым обыкновенным кислородным солям...

Кубические восьмерки, «или октетты», Льюиса — Лэнгмюра, которыми они предлагают изображать строение различных химических соединений, также представляют собой геометрические образы в химии. Все эти попытки относятся к геометрическому изображению соединений, подчиняющихся закону кратных пропорций. Такие вещества представляются дискретными точками, отделенными друг от друга скачками состава и разрывами непрерывности пространства. Мы имеем здесь обширную область геометрии дискретных химических чисел. Ей принадлежит блестящее будущее.

Вторая самостоятельная область химической топологии — это геометрическое изображение химических равновесий, связанных с изучением диаграммы «состав — свойство», которые составлены из одного, двух, трех и более компонентов. Этот отдел общей химии можно назвать физико-химическим анализом. Его теоретическое обоснование было дано Гиббсом в 1873—1877 гг. прошлого столетия, но его отвлеченные идеи о фазах и компонентах долго не находили применения, пока Ван-дер-Ваальс и Розебом с учениками не переложили их на обычный химический язык на ряде хорошо разработанных примеров.

Ван-дер-Ваальсу принадлежит также заслуга планомерного применения геометрического принципа непрерывности при изучении физико-химических превращений. Но и эти теоретические исследования

оставались бы достоянием немногих физико-химических лабораторий если бы потребности металлургической техники не заставили обратить внимание широких промышленных кругов на новую научную дисциплину.

Можно сказать, что современная металлография и учение о металлических сплавах зародились в атмосфере сталелитейных заводов — Златоустовского, Обуховского («Большевик») и Кресо благодаря трудам Аносова, Чернова и Осмонда.

В 80—90-х годах прошлого столетия совершается дальнейшее развитие этой новой области при участии Ле Шателье, Вант-Гоффа, Розебома, Таммана и других выдающихся исследователей. Вант-Гофф, вместе со своими учениками, посвятил последний период своей жизни (более 11 лет) разработке сложной системы равновесия солей морской воды и образованию стассфуртских залежей и дал нам и здесь классический образец подобной работы. Этот образец мы должны иметь перед собою при изучении таких обширных проблем нашего Союза, как соликамская, кулундинская, каспийская, нижневолжская, которые связаны с испарением растворов и использованием различных природных солей.

Подвижное равновесие, введенное Бертолле в химическую науку в начале прошлого столетия, есть не что иное, как применение геометрической идеи непрерывности\* к химическим превращениям в растворах, сплавах и т. д.

Непрерывные изменения геометрических фигур характеризуют самые общие преобразования пространства, которыми занимается топология (*Analysis situs*). В отличие от рассмотренной ранее области строения, молекулы в топологии равновесий или в химической диаграмме «состав — свойство» применяются как дискретные геометрические фигуры, так и их непрерывные преобразования. Поэтому получается совсем иная, более общая трактовка предмета.

Первичным химическим составом, составленным из двух, трех, четырех и более самостоятельно слагающих тел или компонентов, отвечают простейшие топологические фигуры, или симплексы, составленные из двух, трех, четырех и более точек, соединенных между собой соответственными линейными отрезками.

Так, двойная система представляется отрезком прямой линии, расположенной между двумя точками, которые соответствуют двум компонентам; тройной системе отвечает плоский треугольник, четверной — пространственный тетраэдр и т. д. Симплексы не имеют диагональных линий и плоскостей. Взаимным сочетанием симплексов или

---

\* В геометрию идея непрерывности введена творцом начертательной геометрии Монжем и его учеником Понселе. (Под термином «идея непрерывности» Н. С. Курнаков имел в виду «принцип непрерывности». — Ю. С.)

рациональным делением их пространства линиями или плоскостями, проходящими через точки, отвечающие определенным двойным, тройным и т. д. химическим соединениям, мы получаем сочетание вторичных симплексов, которые представляют более сложные топологические фигуры, составленные из линий, треугольников и т. д.

Такие комплексы линий называются древами; комплексы треугольников — картами. Каждому вторичному симплексу принадлежит взаимный ему геометрический фазовый комплекс — звезда линий и поверхностей, пересекающихся в эвтектической точке — центре звезды. Фазовая звезда определяет границы устойчивых состояний фаз, образующих данную равновесную систему.

Совокупность геометрических элементов симплекса и фазовой звезды и образует то, что называется химической диаграммой. Соответствующие древа представляют геометрическое выражение основных химических реакций соединения и разложения, вытеснения, взаимного соляного обмена. В зависимости от числа первичных компонентов соответственное число измерений пространства диаграммы возрастает. Так, пятерная система морской воды изображается посредством четырех измерений.

Можно сказать, что без диаграммы подобного рода изучение равновесий в растворах, сплавах было бы невозможно. В особенности это имеет значение при изучении таких проблем, как соликамская, уралокузбасская, карабугазская, а также для исследования легких (для автостроения) и тяжелых металлов и специальных сталей и т. п.

### Приложение III

#### Из «Объяснительной записки Совета Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) к смете расходов на 1918 г.<sup>1</sup>»

1 апреля 1918 г.

#### Статья VI

Россия дает свыше 95% мировой добычи платины, извлекая около 500 пуд. этого металла в год и создавая этим крупную статью народного хозяйства. Мировое господство России над этим ископаемым, с одной стороны, вызывает необходимость для государства ее монополизации, с другой, — необходимость сосредоточить в руках России и

<sup>1</sup> ЦГАОР СССР, ф. 130, оп. 2, ед. хр. 943, с. 26—31. Впервые этот документ был опубликован в книге: Ленин и Академия наук: Сборник документов/Под ред. академика П. Н. Поспелова, М.: Наука, 1969, с. 29—37 (см. с. 31—37).— Ю. С.

всю промышленность по очистке платины и использованию тех ценнейших металлов, которые при этом получаются. Стоимость годовой добычи платины достигает 100 млн. руб., и эта цифра, с народнохозяйственной точки зрения, будет еще повышена, если научное изучение ее, с самых разнообразных точек зрения, подведет основание под всю экономическую политику государства в отношении этого ископаемого.

В этом направлении прежде всего необходимо точное знание самих месторождений платины, всесторонний учет современного состояния ее добычи и выяснение тех химико-технических свойств ее, на которых основывается широкое применение в электротехнике и вообще в промышленности.

1) Для означенной цели при коллегии учреждается специальный исследовательский Платиновый институт, на который испрашивается 115 000 руб. (Устав института, программа его деятельности, подробное расходное расписание и объяснительная записка при сем прилагаются.)

2) Кроме того, для возможно немедленного выяснения современного положения платиновой промышленности Урала и ее нужд необходимо предоставить в распоряжение коллегии по платине сумму в 25 000 руб., каковая послужит также для выработки и подготовки работ специального комитета по платиновой промышленности, который дал бы научные основы всей дальнейшей политики по отношению к этому ископаемому.

## Статья VII

Соли составляют одну из важнейших сторон народного хозяйства, давая поваренную соль для продовольствия населения, калиевые соли для сельского хозяйства и все разнообразие хлористых, иодистых и бромистых солей калия, магния и натрия для нужд химической промышленности. Трудно найти другую страну (может быть, кроме Германии), которая обладала бы большим количеством соляных озер самого различного состава, совершенно не изученных, очень слабо эксплуатируемых. Самые широкие перспективы как для удобрения сельскохозяйственных угодий, так и для разных химических производств откроются перед хозяйством России, если будут изучены наши озера и будет таким образом всесторонне дана основа для государственной политики по отношению к этим продуктам. Кроме общего изучения, здесь необходимо прежде всего выяснить положение русской соляной промышленности с правовой и экономической стороны. До сих пор большинство солей, кроме поваренной, мы получали из-за границы, что ставило в ненормальное положение и сельское хозяйство, и химическую промышленность.

1) По этой статье испрашивается 92 350 руб. на организацию специального Института физико-химического анализа, который был уже



одобрен Комиссией по ученым учреждениям при Министерстве народного просвещения и важность осуществления которого была признана самим Министерством. Устав этого института, программа его деятельности, подробное расходное расписание и объяснительная записка к нему при сем прилагаются.

2) Равным образом Временным правительством было ассигновано в распоряжение Комиссии по изучению естественных производительных сил России 92 400 руб. на исследование Карабогаского залива, однако за поздним временем это ассигнование было перепесено Министерством торговли и промышленности на текущий год с предложением переработать смету соответственно новым условиям. В настоящее время представляется затруднительным немедленное осуществление означенного проекта, тем более что необходим ряд предварительных исследований, на каковые и испрашивается 5000 руб.

3) Нужды стекольной промышленности в значительных количествах соды и глауберовой соли заставляют обратить самое серьезное внимание хотя бы на наши содовые и грауберовые озера, и для выяснения более широкой их эксплуатации необходимо предоставить в распоряжение коллегии 10 000 руб.

4) Особенно важные задачи представляются по отношению к магниевым солям, столь необходимым для улучшения холодильного дела и удовлетворения огромной потребности по исправлению мельничных жерновов. Открывшиеся благодаря исследованиям академика Н. С. Курнакова и С. Ф. Жемчужного возможности использования в этом направлении озер юга России требуют дальнейшей лабораторно-научной и полевой разработки. Для этой цели необходимо около 10 000 руб.

5) Особенно благодарной задачей является изучение тех запасов калиевых солей, которые были открыты академиком Н. С. Курнаковым в Пермской губернии. Огромная потребность сельского хозяйства в калиевых солях и возможное увеличение урожайности сельскохозяйственных угодий в случае открытия более богатых калиевых месторождений дадут одну из крупных статей увеличения народного хозяйства, поэтому на изучение калиевых запасов испрашивается также 10 000 руб.

## Статья VIII

Американские геологи справедливо отмечают, что степень культуры страны определяется степенью использованности глины. И та же американская промышленность показывает, что среди всех ценностей природы глина дает наибольшее приращение ценности при ее промышленной переработке (195%). В этом отношении наши глиняные богатства почти совершенно не изучены и не использованы, так как Северный район до войны получал высшие сорта глины из Германии и Англии. Огнестойкое строительство деревни, кирпичное, стекольное, гончарное и фарфоровое производство, словом, огромная

область народного хозяйства, частью кустарного, частью крупнопромышленного характера, будет зависеть и базироваться на основе научного знания глины не только как объекта природы, но и объекта народного хозяйства. Одной из задач этой коллегии по глинам должна была бы явиться разработка вопроса о техническом обследовании наших глиняных материалов.

1) По этой статье испрашивается 10 000 руб. с целью окончания полного учета всех известных нам месторождений глин, огнеупорных материалов и каолина и с целью составления простой и общедоступной карты, на которой каждый мог бы выяснить, где имеются различные виды глинистых продуктов, нужных как для крестьянского хозяйства, так и для крупной промышленности.

2) По второму пункту испрашивается сумма в 10 000 руб. на закрывание разработки анкет о хозяйственном положении керамической промышленности, предпринятых частью центральным органом при бывшем Артиллерийском управлении\*, частью рядом общественных организаций.

3) В связи с выяснившейся потребностью в значительных количествах каолина для нужд писчебумажной промышленности, испытывающей большие затруднения вследствие отсутствия белильных веществ, представляется выяснение тех месторождений и тех методов использования русских каолинов, при помощи которых можно было бы заменить привозные материалы. Для этой цели необходимо около 15 000 руб.

4) Пункт четвертый имеет целью огромную подготовительную работу по созданию Научно-технического института по глиняным материалам. Проект этого института, помещенный в номерах 3 и 8 «Отчетов о деятельности Комиссии», в настоящее время в связи с выяснившейся огромной потребностью сельского огнестойкого строительства должен быть переработан на новых началах, на что и испрашивается 5000 руб.

Кроме того, в задачи коллегии по глинам должно лечь научное изучение наших бокситовых месторождений как возможного источника одной из важнейших отраслей промышленности — алюминиевой.

## Статья IX

Огромная важность освещения вопроса о строительных материалах и о нуждах наших в дорожных материалах очевидна сама собою, если вспомнить, что наши мостовые города Москвы строились из материала, полученного из Швеции, что наше бездорожье основывается не столько на отсутствии, сколько на неумении пользоваться местным

---

\* Имеется в виду Военно-химический комитет Главного Артиллерийского управления.

материалом. Возрождение областей, разрушенных войной, улучшение строительных и культурных условий деревни, недостаток строительных материалов для крупных промышленных центров — таковы те основные вопросы жизни народа, научную основу которых надо и можно дать путем всестороннего изучения этого вопроса. В этом отношении уже сделана большая подготовительная работа, и теперь необходимо возможно быстрая выработка планомерного обследования строительных и дорожных материалов в России.

1) По первому пункту этой статьи испрашивается 10 000 руб. для выработки того типа издания практического руководства и карт, которые дали бы возможность осветить вопрос о всех тех разнообразных строительных материалах, которые имеются вокруг каждого промышленного центра.

2) Еще большое значение имеет выработка аналогичных изданий, предназначенных для широких кругов населения, которые в ясной и простой форме давали бы знакомство с каменными строительными материалами отдельных областей. Для означенной цели главным образом испрашивается 10 000 руб.

3) Аналогичную задачу представляет обследование нужд нашего дорожного строительства с тех различных точек зрения, с которых необходимо подходить к планомерной организации грунтовых и шоссейных путей. Для этой цели испрашивается также 10 000 руб.

#### Статья X

Означенная группа полезных ископаемых, подлежащая научному обследованию специальной коллегии, охватывает различные стороны народного хозяйства. Нижнепоименованных тел ввозится в Россию на сумму 200 млн. руб.

1) и 2) Необходимо выяснить положение вопроса об использовании наших поделочных и драгоценных камней как с точки зрения самих месторождений, так и с точки зрения подъема технической обработки и художественного усовершенствования. Огромная возможная отрасль вывоза заставляет с особым вниманием отнестись к выработке тех мероприятий, которые, с одной стороны, поднимут это кустарное дело, с другой, — наметить пути к превращению бывших императорских гранитных фабрик в опытно-показательные станции для кустаря. Для этой цели испрашивается 10 000 руб. плюс 10 000 руб.

3) Значительный вывоз талька заставляет вовремя обратить внимание на богатые запасы этого ископаемого у нас на Урале. Весьма вероятно, что при планомерном исследовании месторождений и выяснении тех технических приемов, при которых возможно будет получать тальк высоких сортов, в России будет положено начало новому виду промышленности. По этому пункту испрашивается 5000 руб.

4) Война равным образом заставила обратиться к использованию русского графита, некогда составлявшего славу Сибири. Только при окончании уже начатых работ по обследованию месторождений и технических свойств русского графита можно будет наладить и эту отрасль народного хозяйства. На подготовительные работы по этому вопросу и испрашивается 10 000 руб.

5) Особенно серьезным является вопрос об изучении и использовании такого простого и всем известного тела, каким является кварцевый песок. Русские заводы, не зная русских месторождений, неоднократно выписывали его из-за границы или из отдаленных областей России, в то время как уже намечались целые области богатых и чистых кварцевых песков, более близкие. Даже простая сводка всего имеющегося материала в литературе раскрыла бы уже еще одно из неиспользованных русских богатств. На эту сводку запрошено около 10 000 руб.

6) При целом ряде металлургических производств в России пропадает масса ценных продуктов только потому, что их не знают и не умеют использовать. Достаточно указать на селен, который сваливают или выбрасывают около сернокислых заводов, тогда как до войны Германия его усиленно скупала, или на кадмий, который при выплавлении цинка улетает в трубу, если не принимаются специальные меры для его улавливания. Перед коллегией стоит благодарная задача выяснить и обратить внимание широких кругов, связанных с промышленностью, на необходимость бережного отношения к отбросам разных производств, на каковую и испрашивается 5000 руб.

7) Особое внимание должно быть обращено на выработку научных основ нашей асбестовой промышленности, наравне с Канадой держащей в своих руках асбестовый мировой рынок. Насколько спрос Западной Европы был велик на этот продукт до войны, видно из того, что вся выработка асбеста на несколько лет вперед была закуплена одной Австрией. Очевидно, что только в широком изучении новых месторождений и в выяснении отдельных хозяйственных сторон этой промышленности лежат условия для увеличения этой важной статьи экспорта. На разработку этого вопроса требуется около 10 000 руб.

На основании вышеизложенного Совет Комиссии по изучению естественных производительных сил России ходатайствует об ассигновании ей на выполнение работ перечисленных выше пяти коллегий 398 007 руб., что вместе с расходами по организации работ всех пятнадцати коллегий составляет 749 807 руб.

Детальные сметы необходимых расходов по изучению 1) почвы как основы сельского хозяйства; 2) сельскохозяйственных районов России, 3) современного положения животноводства, 4) промыслов животных и др. будут представлены в ближайшее время дополнительно. Но уже и при испрашиваемых средствах все эти коллегии могли бы немедленно приступить к предварительным работам. Поэ-

тому Комиссия ходатайствует о скорейшей выдаче в счет испрашиваемой суммы аванса, который дал бы возможность начать намеченные работы теперь же.

При исчислении расходов Совет Комиссии исходил из предположения, что необходимое для ее работ помещение с обстановкой, телефоном, отоплением и освещением ей будет предоставлено безвозмездно в одном из государственных зданий.

Очень подходящим для целей Комиссии является свободное в настоящее время здание бывшего Горного департамента, находящееся в непосредственной близости с Академией наук. В этом здании уже много лет помещается Зоологический музей ее.

Вместе с тем Комиссия не может не выразить настоятельной просьбы предоставить в ее распоряжение автомобиль из государственного гаража, без чего необходимый при организации и выполнении работ постоянный контакт с учеными, учреждениями, совместно с которыми организуются эти работы, и отдельными научными работниками крайне затруднителен, и это не может не отразиться на ходе самой работы Комиссии.

*И. о. председателя Комиссии  
ординарный академик Н. С. Курнаков*

## Приложение IV

### Химические институты Академии наук и их работа в годы Революции <sup>1</sup>

Академия наук в лице своих химических институтов, состоящих при КЕПС (Ком(ис)сия по изучению естеств(енных) производит(ельных)сил СССР), выполнила большую работу по изучению и развитию производительных сил СССР.

Еще в 1917 году возник при Академии наук Институт физико-химического анализа, который в силу развернувшихся исторических событий получил возможность приступить к своим научным изысканиям лишь с середины 1918 г.

Институтом были поставлены следующие цели: 1) разработка общих методов для определения отношения между составом и измеримыми свойствами равновесных химических систем и 2) прилагать указанные методы к планомерному исследованию металлических сплавов, жидких, твердых и других растворов, могущих иметь значение для изучения и использования производительных сил СССР.

---

<sup>1</sup> Статья Н. С. Курнакова, опубликованная 13 сентября 1925 г. в газете «Правда» (№ 209).— Ю. С.

В химической промышленности имеет широкое применение глауберова соль в виде сульфата, имеющаяся в СССР в больших количествах в соляных озерах, заливах и лиманах, разбросанных в громадных количествах на необозримом пространстве Арало-Каспийского и Черноморского бассейнов и составляющих одно из крупнейших природных богатств СССР. Из них Карабугаз — единственный в мире по своему богатству источник глауберовой соли.

Институт физико-химического анализа с самого начала включил в программу своей деятельности научные лабораторные исследования естественных процессов солеобразования в различных озерах, ибо только после всесторонних исследований можно создать правильную добычу и переработку различных солей.

Работа эта была начата под моим руководством Соляным отделом ЦЕПС, вошедшим в 1919 г. в состав ИФХА.

В 1921 г. Институт совместно с Управлением горной промышленности ВСНХ организовал научно-промышленную экспедицию в Карабугаз под начальством Н. И. Подкопаева для производства химических и гидрометеорологических наблюдений. И необходимо отметить, что работы экспедиции полностью подтвердили все выводы лабораторных исследований.

Институт исследовал соликамские калиевые месторождения, где впервые в СССР было обнаружено присутствие калиевого минерала, имеющего огромное значение для сельского хозяйства, нуждающегося в удобрениях. При содействии Геологического комитета И. Ф. Белоглазовым были произведены опыты уваривания соляных рассолов для выяснения заводских способов получения калиевых и магниевых солей. В этих рассолах впервые был обнаружен иод.

В 1924 и 1925 гг. были организованы экспедиции на Сакское и другие крымские озера для наблюдения над испарением соляных растворов и выработки методов получения магниевых и калиевых соединений. Этими экспедициями был обнаружен минерал бишофит в соляных отложениях озера Старого.

События последних лет показали необходимость добычи алюминия, крайне необходимого в авиационном, военном деле и в целом ряде технических производств; поэтому зависимость от заграничного ввоза является крайне неудобной.

В связи с этим Институтом ФХА были произведены изыскания наших бокситов, открытых В. И. Икслюем в 1915 г. в Тихвинском уезде. Методы термического анализа, применяемые Н. С. Курнаковым и Г. Г. Уразовым, раскрыли тонкие различия в строении этих сложных веществ, ускользавшие от наблюдения при прежних способах исследования.

Обширная группа исследовательских работ Института касается области изучения металлических сплавов (металлографии). Изучались двойные и тройные системы, имеющие практическое применение в

технике или представляющие теоретический интерес. Из них необходимо отметить выяснение химической природы сплавов железа с фосфором и углеродом.

В Институте изучались также сплавы магния с алюминием и многие другие комбинации, имеющие большое значение в промышленности.

При КЕПС существует еще второй химический институт, Платиновый, основанный ныне покойным профессором Л. А. Чугаевым.

Как известно, платина является также крайне незаменимым металлом в технике как катализатор, т. е. усилитель химических реакций, и как материал для химических приборов. Колоссальную ценность и значение имеют также так называемые «спутники платины», т. е. редкие металлы, добываемые одновременно с платиной: иридий, родий, осмий и палладий. Сплавы их применяются в авиационной и автомобильной промышленности, в производстве электрических ламп. Иридий и родий также применяются как черная краска в фарфоровом производстве.

Несмотря на то что 95 процентов платины добывались в России, выгоды для нашей страны были невелики, потому что прииски на Урале эксплуатировались в большей части иностранными капиталистами, которые очищали платину на заграничных заводах.

Когда после Революции все платиновые месторождения перешли в собственность государства, вопрос о постройке государственных платиноочистительных заводов встал во весь рост. Необходимость создания особого учреждения, изучающего благородные металлы, — Платинового института, — стала очевидной. В 1917 г. был утвержден проект подобного института, а в 1918 г. институт фактически приступил к своей деятельности.

Из работ Платинового ин[ститу]та необходимо отметить выделение в чистом виде самой платины и ее спутников из добываемой на Урале сырой платины.

Мировой запас платины очень ограничен, поэтому сейчас необходимо заняться изысканием таких источников платины, которых хватило бы на долгое время.

Платиновый ин(ститу)т поставил своей задачей выяснить возможность получения платины из таких месторождений и пород, из которых она до сих пор не получалась главным образом благодаря технической трудности их переработки.

Институт разрабатывает в лабораторном масштабе методы выделения платины из черных шлихов, являвшихся отбросами при промывке платиновых руд.

Другой метод извлечения платины из шлихов, разрабатываемый в настоящее время Платиновым ин(ститу)том (С. Ф. Жемчужным совместно с акад. Левинсоном-Лессингом), также очень интересен и, по-видимому, может быть с успехом применен для технических целей.

Очерк работ Платинового института был бы неполным, если бы мы не отметили работы по электролитическому платнированию различных металлов.

Работы Платинового ин(ститу)та носят не только прикладной характер, но и касаются ряда вопросов, имеющих большое теоретическое значение, много времени уделяется исследованию в области химии сплавов и их физико-химическим свойств.

Большой ряд исследований был произведен проф. Чугаевым и его учениками над комплексными соединениями металлов платинового ряда.

*Академик Н. С. Курнаков*

## П р и л о ж е н и е V

### Через химизацию страны к развитию промышленности <sup>1</sup>

Задачи дальнейшего интенсивного развертывания промышленности и сельского хозяйства Советского Союза поставили во всю ширь проблему химизации нашей страны (...)

- В деле химизации страны мы имеем сейчас три сугубо практических стоящих перед нами и частично уже разрешенных проблемы: проблема минеральных солей, проблема легких металлов и проблема газификации торфа для получения дешевой энергии.

Раньше всего о проблеме минеральных солей. В этой области по богатству залежей Советский Союз, нужно подчеркнуть, стоит на первом месте в мире. У нас имеются неисчислимые залежи калия, натрия, магния и др. минеральных солей. Актуальность проблемы минеральных солей выразилась в активизации работ на Соликамских месторождениях (Пермская губ.), где имеются миллионные запасы этих солей, где ведется уже большая организационная работа по прокладке шахт и откуда уже через 2—3 года мы сможем выпускать на рынок и даже экспортировать значительное количество солей. Соликамские месторождения, в частности, представляют большое значение по своим калиевым солям, так как калий в сочетании с азотом и фосфором дает основную базу для удобрений в сельском хозяйстве.

Кроме калиевых солей, у нас имеются богатейшие залежи солей натрия, например хлористого натра (поваренной соли), богатейшие залежи глауберовых солей, которые находят большой сбыт в химической промышленности и в стекольной заменяя соду, большие за-

<sup>1</sup> Статья Н. С. Курнакова, опубликованная 12 февраля 1929 г. в газете «Известия» (№ 35).— Ю. С.



лежи солей магнезия, идущих для цементной промышленности, и т. д. Как на один из источников добычи глауберовой и др. горьких солей можно указать на Карбугас-залив Каспийского моря, который один только может снабдить горькими солями не только СССР, но и весь мир. Следует также указать на неисчислимое количество так называемых содовых озер в Западной и Восточной Сибири, которые при рациональной их эксплуатации дадут нам на многие десятки миллионов руб. продукции как для внутреннего союзного употребления, так и для экспорта.

Вторая, не менее важная для развертывания народного хозяйства нашей страны, проблема — это проблема получения легких металлов: алюминия из тихвинских и др. бокситов, магнезия из карболита и разных сплавов, дуралюминия, лягушья и др.

Важность этой проблемы характеризуется хотя бы тем обстоятельством, что при удельном весе железа 7 удельный вес алюминия равен 2,7, магнезия — 2,4 и т. д.

Чрезвычайно легко представить себе перспективы развития этого нового вида промышленности, если учесть, что вес какой-нибудь громоздкой, в несколько десятков или сотен тонн, машины или механизма может сократиться вдвое, втрое или даже вчетверо. С возможностью применения легких металлов должны будут совершенно измениться наши представления в конструкции и строительстве домов, зданий, громоздких фундаментов под станки, самих станков и т. д. Помимо этого, новые так называемые легкие металлы обладают также новыми и ценнейшими качествами по упругости, сцеплению и т. д.

Уже получила широкую известность проблема алюминия. В частности, алюминий уже нашел себе применение в известных сплавах для нужд авиации, железнодорожного транспорта и т. д. Еще более интересна и важна для нас проблема магнезия, так как магнезий значительно легче алюминия, а запасами магнезия СССР может снабдить весь мир (...)

Третья проблема особо остро стоит для нашей Ленинградской области и вообще Севера и средней полосы Союза. Я говорю о проблеме газификации торфа, над которой уже давно ведутся работы в ряде стран за границей. При удачном разрешении этой проблемы наша промышленность, особенно на Севере и в Ленинградской области, получит новые, неисчерпаемые запасы дешевой энергии. Эта проблема, пожалуй, стоит очень близко к ее разрешению, и получаемый из богатейших залежей торфа торфяной газ должен в ближайшие годы дать новые потоки энергии в станки и машины советской индустрии.

Вот эти три проблемы, о которых я сказал, являются проблемами практическими, проблемами сегодняшнего дня, на разрешение которых устремлены сейчас все силы, все внимание советской научно-исследовательской химической мысли.

Дальнейшая наша работа в этой области должна принести практические результаты как в приложении к советской промышленности, так и в развитии многомиллионного крестьянского хозяйства нашей страны.

## Приложение VI

### Химия дала СССР свой алюминий, свой магний<sup>1</sup>

Прекрасной иллюстрацией размаха нашей научно-исследовательской деятельности в области химии служит недавно состоявшийся VI Менделеевский съезд в Харькове. Число участвующих в нем превысило все самые оптимистические ожидания: 5 тысяч химиков, в том числе 2 тысячи прибывших из различных, даже крайне отдаленных районов республики. Следующий съезд советской химии намечается в Ленинграде, и, надо думать, он даст еще больший количественный и качественный эффект.

Несмотря на то что нам все время приходится рассчитывать главным образом на свои силы, все же удалось создать в химической промышленности целые области, о которых дореволюционная практика даже не мечтала. К числу новых проблем относится, в частности, созданная нами *промышленность легких металлов* — алюминия, магния и др., а также их сплавов.

Наш век по справедливости может быть назван веком легких металлов. Небольшой удельный вес при значительной прочности, подчас не уступающей стали, — вот что обеспечивает им самое широкое применение во всех без исключения отраслях промышленности. Советский Союз находится в особо благоприятных условиях. Мы являемся самой богатой страной в мире по залежам полезных ископаемых, которые служат сырьем для производства [алюминия и магния]. Характерно, что все эти богатства в основном выявлены и поставлены на службу народному хозяйству лишь благодаря усилиям советской науки.

Взять хотя бы такое месторождение, как *Соликамское*. До революции о нем имелись самые смутные предположения. Сейчас оно исследовано и освоено. Уже пущен Соликамский комбинат. Дальнейшие исследования открывают перед Советским Союзом блестящие перспективы. Соликамские карналлиты и соляные озера достаточно обеспечивают нашу промышленность сырьем.

Всем хорошо известны те большие исследовательские и практи-

<sup>1</sup> Статья Н. С. Курнакова, опубликованная 18 ноября 1932 г. в газете «Правда» (№ 318). — Ю. С.

ческие работы, которые завершились пуском Волховского и постройкой Днепровского алюминиевых комбинатов. Для алюминиевой промышленности советская наука изучила и освоила совершенно новые, неизвестные месторождения, о существовании которых до революции не подозревали.

Отдельные работники не верили в наши возможности. Но освоить сырье, чрезвычайно сложное и притом недостаточно высокого качества, было необходимо. И наши научно-исследовательские организации сумели разрешить эту задачу, развернув громадную работу. Крупнейшая заслуга в этом принадлежит Государственному институту прикладной химии, сумевшему создать технологию алюминиевых препаратов, главным образом окиси алюминия. Ряд важных работ проводится НИИСАлюминием и другими организациями.

Дальнейшие успехи позволили значительно увеличить наши сырьевые ресурсы. На ленинградском опытном заводе получены первые образцы высококачественного металлического алюминия из украинских глин.

Однако речь идет не только о чистых металлах. Еще большее будущее принадлежит их сплавам. В этом отношении также начаты серьезные работы: получены электрон, дуралюминий и др. Надо ожидать дальнейшего, еще большего развития этих работ.

Мы всегда верили, что Советский Союз будет иметь свой алюминий и магний и другие металлы. Время показало, кто оказался прав.

## Приложение VII

### Республика минеральных солей<sup>1</sup>

Казахстан — это соляная страна. Среди республик нашего Союза Казахстан по богатству различными минеральными солями занимает одно из первых мест: в нем сосредоточены наиболее выдающиеся месторождения хлористого натрия, калиевых, магниевых и других минеральных солей. Здесь обнаружены также громадные отложения тенардита и глауберовой соли, которые имеют большое теоретическое и практическое значение. Казахстан богат солями не только в твердом состоянии, но и находящимися в растворах.

Здесь имеются целые реки, которые содержат весьма значительные количества различного рода солей. Эмба, например, является на протяжении нескольких сотен километров засоленной. Открытия последних лет делают задачу использования соляных запасов весьма важной. В настоящее время нам уже с точностью известно, что по-

<sup>1</sup> Статья Н. С. Курнакова, опубликованная 23 октября 1935 г. в газете «Правда» (№ 293).— Ю. С.

верхность Западного Казахстана, прилегающая к Каспийскому морю, покрыта многими сотнями так называемых соляных куполов, которые считаются характерными признаками нефти и поэтому усиленно разведываются (Доссор, Кара-Чунгул, Искине и др.).

Соляными куполами называются месторождения каменной соли, которые выдвинуты на поверхность вследствие пластичности хлористого натрия и представляют места выхода соляных ключей, богатых минеральными солями. В первую очередь здесь следует назвать Индерское озеро, лежащее к западу от реки Урала. Оно является колоссальным соляным куполом, богатым не только хлористым натрием и калиевыми солями, но и борнокислыми соединениями, причем мы имеем запас борнокислых солей настолько значительный, что в перспективе дает нам возможность снабжать весь наш Союз производными борной кислоты и сделаться в этом отношении независимыми от импорта.

Независимо от борнокислых соединений и громадных залежей каменной соли, Индерское озеро является единственным в своем роде представителем «хлоркалиевых соляных озер», которые до сих пор не были известны, потому что растворенные в воде соли калия обыкновенно поглощаются глинистыми веществами почвы, связываются ими и не могут выходить на поверхность в значительных количествах. Так как Индерское озеро питается источниками, исходящими из самого купола соляного месторождения, то здесь калиевые соли поднимаются на поверхность и включаются в количестве до двух процентов в состав озерных рассолов.

Открывается интересная перспектива использования подобных озер. Путем непосредственного солнечного испарения можно получить крепкие растворы, из которых последовательно кристаллизуется поваренная соль, затем хлористый калий и двойная соль хлористого калия и магния — карналлит.

В отличие от других известных случаев испарения природных соляных рассолов хлористый калий выделяется здесь следующей солью за хлористым натрием. Кристаллизация хлористого калия при испарении индерского рассола была доказана специальными химическими экспедициями Академии наук, которые были произведены в 1934 и 1935 гг.

На карте нашего Союза и сопредельных стран, составленной Соляным отделом Сектора физико-химического анализа при участии проф. А. А. Каминского, ясно вырисовываются районы с минимальной относительной влажностью или ее обратной величиной — максимальной сухостью воздуха. Этот знойный, иссушающий «язык» пустыни проникает к нам из Сахары... в Туркмению и доходит до Прикаспийских степей.

Ряд данных показывает, что эта исключительная сухость воздуха должна быть применена для технологических целей солнечного испа-

рения озерных рассолов и для сокращения соответствующих расходов на топливо.

Любопытно, что сравнение индерских насыщенных рассолов с растворами, полученными при переработке калиевых солей (сильвинитов) соликамских месторождений, указывает на их близкий состав, сходный до десятых долей процента. Этот важный факт, несомненно, связан с общностью химического и минералогического происхождения этих сильвинитных месторождений.

На территории Казахстана находится также громадное количество горьких озер, заключающих, кроме поваренной соли, сульфаты натрия (глауберову соль, тенардит) и магнезия (эпсомит), а также их двойное соединение — минерал астраханит. Химическое изучение этих природных веществ только что начинается. Работа соляной лаборатории и академических экспедиций последних лет указывает на большие запасы сульфатов (озера Анж-Булат, Тениз и др.), которые найдут свое применение в развивающейся химической и металлургической промышленности (бокситы, фосфориты, полиметаллические руды).

## Приложение VIII

### Новый район калия<sup>1</sup>

Обширная часть нашей страны, от берегов Каспия на юге до Оренбургской области на севере и от берегов Волги на Западе до реки Эмбы на востоке, представляет исключительный интерес по своим природным богатствам. Эта территория, известная под названием Урало-Эмбинский район, была в древние геологические эпохи покрыта Пермским, а позднее Арало-Каспийским морем. Следы этих отдаленнейших эпох дошли до нас в виде нынешнего Каспийского моря, множества озер, а также огромных залежей минеральных солей, скрытых в недрах. До самых последних лет Урало-Эмбинский район был для нас белым пятном. Теперь благодаря работам геологов и химиков можно предполагать, что в этом районе находится величайшее в мире скопление солей, имеющих огромное значение для сельского хозяйства и промышленности.

Изучение и освоение этого района должно стать одной из первоочередных задач третьей пятилетки.

Имеются все основания считать Урало-Эмбинские соляные залежи продолжением Соликамско-Березниковского месторождения, на базе которого создана советская калийная промышленность. Урало-

---

<sup>1</sup> Статья Н. С. Курнакова, опубликованная 11 мая 1937 г. в газете «Известия» (№ 110). — Ю. С.

Эмбинский район имеет огромное значение для нашей экономики не только потому, что здесь мы получили новую мощную базу химического сырья. Следует помнить, что Соликамско-Березниковский район сравнительно отдален от потребительских центров нашей страны. Для доставки продукции из Соликамска в центральные земледельческие районы, а также на экспорт приходится преодолевать расстояния в 2—3 тысячи километров. Урало-Эмбинский же район лежит в центре сельскохозяйственных областей юго-востока страны и имеет железнодорожную связь с центральной земледельческой полосой, Южным Уралом, Западной Сибирью, Казахстаном и Средней Азией.

Но главное значение Урало-Эмбинского района определяется составом его соляных залежей. Это — единственный район сернокислых солей, которые являются одним из самых ценных удобрений для таких культур, как табак, конопля, картофель (на кислых и подзолистых почвах), гречиха, виноград, некоторые садовые и овощные культуры, субтропические культуры и т. д. Этот вид минерального удобрения не содержит ионов хлора, оказывающих вредное влияние на растения. За границей производство удобрений из сернокислых солей непрерывно увеличивается... Открытие залежей в Урало-Эмбинском районе является для нас подлинной находкой.

Из отдельных месторождений Урало-Эмбинского района крупный интерес представляет месторождение в Озинках. Здесь впервые в Союзе найдена богатая калием соль каинит, т. е. двойная соль сернокислого магния и хлористого калия. Площади соляных месторождений в Озинках и вообще в Урало-Эмбинском районе достигают десятков квадратных километров, а глубина пластов в иных местах превышает 2 километра.

К сожалению, исследование этого важнейшего района до сих пор носит случайный и кустарный характер. Так, соляные месторождения были обнаружены случайно при производстве бурения на нефть. Вместо нефти нашли соли. Казалось, надо было бесконечно радоваться этому неожиданному открытию. Но так как искали нефть и ее не нашли, то в ряде пунктов бурения вовсе прекратили... Такой глубоко ведомственный подход в важнейшем деле исследования богатств наших недр совершенно недопустим. В третьей пятилетке вся разведочная работа должна быть поставлена на подлинно научный фундамент. Нужна действительно *научная компетентность*, а также *комплексность* изысканий.

В 1926 году химикам выпало счастье указать на мало известный тогда Соликамск как на будущий центр калийной промышленности. Теперь работники советской химии могут предсказать создание *нового центра химической промышленности* в Сталинграде (ныне Волгоград.— Ю. С.). Эту работу следует включить в число первоочередных задач третьей пятилетки.

Урало-Эмбинским районом вовсе не исчерпываются новые базы

химического сырья. Наша страна вступает в новую эпоху использования своих колоссальных богатств. Надо в полном объеме заняться теперь изучением минеральных богатств неисчислимых соляных озер, заливов и лиманов, рассеянных на необозримых пространствах юга и востока Союза. Озеро Эльтон, например, известное до сих пор главным образом как источник для получения поваренной соли, может дать также соли магния и брома. Многочисленные соляные озера (ильмени) в дельте Волги могут дать поваренную соль для местной рыбной промышленности. Комплексная Таджико-Памирская экспедиция обнаружила целый ряд озер, имеющих промышленную ценность. Некоторые из этих озер выделяются высоким содержанием солей калия. В Южном Таджикистане имеются крупные наземные соляные купола Ходжа Мумыш и Ходжа Сартис. Известны соляные, сульфатные и содовые Кулундинские озера в Западной Сибири, Баталпашиинские — на Кавказе. Хлористый магний можно получить в ряде крымских озер.

Немаловажные задачи стоят также перед той отраслью неорганической химии (химической металлографией), которая занимается изучением природы металлических сплавов. Перед химиками стоит задача создать легкие сплавы с наивысшими механическими свойствами. Советская химия может считать решенной задачу получения двух важнейших в этом смысле минералов — *циркония* и *ниобия*. Введенные даже в долях процента, они намного повышают свойства железа, стали, меди и легких сплавов.

Надо по-новому поставить производство *лития* — очень важного минерала из вида редких элементов. Научно-исследовательский институт редких элементов как-то наладил изготовление лития. Но промышленного спроса литий не получил и начатое дело заглохло. Между тем, оплавляя литий со свинцом, можно получить прекрасный сплав для типографских целей. Сейчас свинец укрепляется при помощи сурьмы, литий же дает в пять раз более крепкий сплав (...)

За последние годы в Академии наук произошли немалые сдвиги. Но все же еще многое мешает правильной научной работе. Еще сравнительно слаба связь науки с заводами, рудниками, колхозами. Научную работу часто заедает канцелярщина, слишком много занимаются научные работники писаниной. В самой структуре Академии, во взаимоотношениях отдельных институтов и комиссий имеется немало элементов бюрократизма. Неудовлетворительна и работа по выращиванию и закреплению на научной работе новых кадров.

Нет никакого сомнения, что серьезные задачи, которые третья пятилетка выдвигает перед наукой, подскажут Академии наук необходимость быстрее освободиться от всех этих недостатков.

## Именной указатель \*

- Абдергальден Э. 161  
Агеев Н. В. 177  
Алексеев В. Ф. 18, 36, 37, 64, 65  
Андреевский И. А. 58, 147  
Андрусов Н. И. 96, 117, 121, 122, 124  
Аносов В. Я. 149, 175, 177  
Аносов П. П. 44, 246  
Антипов И. А. 40  
Арбузов А. Е. 152  
Аррениус С. 32  
Архангельский А. Д. 92  
Архимед 175  
Асеев Н. П. 25, 174  
Ассенфранц Ж. А. 85  
Астон Ф. 161
- Байер А. 150  
Байков А. А. 40, 46, 64, 149, 162, 163  
Барабошкин Н. Н. 134, 135, 166, 191, 192  
Барзаковский В. В. 170  
Бауер Л. 161  
Бах А. Н. 149, 150, 152, 163, 183  
Бекетов Н. Н. 55, 56, 152, 166  
Белоглазов К. Ф. 89—91, 104, 166, 254  
Берг Л. Г. 177  
Бергман А. Г. 58, 103, 147, 177, 178  
Бергман Т. 67  
Бернар С. 13  
Бертло М. 152, 153, 239  
Бертолле К. Л. 66—68, 69, 70, 73—76, 78, 80, 83, 154, 193, 194, 246
- Бломстранд К. 28, 29, 31  
Блох М. А. 149  
Богородский А. Я. 152  
Богоявленский Л. Н. 122  
Богуш О. Ф. 7  
Бокль Г. Т. 13  
Бор Н. 161  
Борн М. 161  
Бородин И. П. 124  
Браве О. 150  
Брицке Э. В. 142, 149, 150  
Брюкнер 244  
Бурдюков В. Я. 40  
Бутлеров А. М. 32, 58, 150, 155, 156, 166, 191, 245  
Бызов Б. В. 192
- Вальд Ф. 80, 81  
Вальден П. И. 55, 58, 118, 237  
Валяшко М. Г. 115, 192  
Ван-дер-Ваальс И. 245  
Вант-Гофф Я. 32, 38, 88, 175, 245, 246  
Вейнберг Б. П. 77, 241, 243  
Вернадский В. И. 27, 53—55, 99, 117, 118, 123, 126, 127, 131, 141  
Вернер А. 30—33, 36, 245  
Вильштеттер Р. 161  
Винклер К. 21  
Воклен Л. Н. 67  
Волков А. Н. 114  
Волова Е. Д. 192  
Волосатова А. М. см. Курнакова А. М.

\* На странице, выделенной курсивом, помещены биографические сведения об ученом.



- Вольфкович С. И. 193  
 Ворожцов Н. Н. 149, 150  
 Воскресенская Н. К. 177  
 Вревский М. С. 152  
 Вуколов С. П. 152  
 Вышнеградский И. А. 14
- Габер Ф. 161  
 Гадолин А. В. 14  
 Гарин-Михайловский Н. Г. 13  
 Гей-Люссак Ж. 85, 175  
 Генке Т. А. 58  
 Гесс Г. И. 17, 18, 166, 194  
 Гёте И. В. 50  
 Гётри Ф. 38  
 Гиббс Дж. В. 81, 82, 175, 245  
 Гидони Г. 208  
 Гильом Ж. 161  
 Глазунов А. И. 75, 172  
 Глушков Н. И. 89  
 Голицын Б. Б. 55, 117  
 Горбов А. И. 73, 139, 140, 152  
 Горбунов Н. П. 103, 139  
 Горнштейн 149  
 Гофман А. 150  
 Гребенщиков И. В. 163, 169  
 Григорьев А. Т. 177  
 Грожан 144  
 Грум-Гржимайло В. Е. 56, 161  
 Губкин И. М. 88, 92, 115, 117  
 Гулевич В. С. 152  
 Гурвич М. Н. 149  
 Гюртлер 52
- Дальтон Дж. 61, 79, 83, 150  
 Демьянов Н. Я. 152, 161, 163  
 Деринг Г. Р. 89, 90  
 Дзэнс-Литовский А. И. 110  
 Долгов Б. Н. 147  
 Дружинин В. П. 40  
 Дунаевский Ф. 149  
 Дурунча Ч. Б. 144  
 Дюма Ж. Б. 150, 244
- Евстропьев К. С. 170  
 Еремеев П. В. 13, 14  
 Ефремов Н. Н. 91, 93, 104, 170,  
 172, 173, 177, 184, 194, 243
- Жемчужный** С. Ф. 45, 47—50, 58,  
 59, 62, 70, 73, 76, 97, 102, 104,  
 107, 109, 111, 132, 138, 147, 165,  
 166, 177, 189, 243, 249, 255
- Жерар Ш. 244  
 Жуковский Г. Ю. 70, 71  
 Жуковский Е. И. 145
- Завалишин Е. Е. 99  
 Завриев Д. Х. 40  
 Зайцев А. М. 166  
 Залькинд Ю. С. 192  
 Зворыкин А. Я. 177  
 Звягинцев О. Е. 134, 147, 189, 191,  
 192  
 Зелинский Н. Д. 53, 149, 150, 152,  
 161, 163  
 Зинин Н. Н. 58, 150  
 Золотарев Е. И. 14
- Иванов Н. А. 18  
 Иванов О. С. 177  
 Иёргенсен С. 28  
 Иксюль В. И. 254  
 Ильинский В. П. 91, 111, 142, 144,  
 172  
 Иосса Н. А. 16, 19—21, 174  
 Иоффе А. Ф. 139, 161  
 Ипатьев В. Н. 37, 120, 139, 143,  
 147, 149, 150, 152, 160, 161
- Каблуков И. А. 53, 56, 110, 152,  
 159, 162  
 Каменский Ю. Г. 40  
 Камзолкин В. П. 92  
 Каминский А. А. 260  
 Карно С. 194  
 Каро Н. 161  
 Карпинский А. П. 15, 16, 19, 54—  
 56, 91, 117, 122, 124, 158

- Качалов Н. Н. 169  
 Кекуле А. 245  
 Киселев В. С. 149  
 Кистяковский В. А. 152, 161, 163  
 Клапейрон Б. 150  
 Клапрот М. 67  
 Клаус К. К. 155, 156, 189, 191  
 Климов Б. К. 152, 192, 239  
 Копен Э. 161  
 Козелкин В. И. 111  
 Кокшаров Н. И. 13—15  
 Коловрат-Червинский Л. С. 122  
 Колосовский Н. А. 192  
 Комаров В. Л. 124, 183  
 Коновалов Д. П. 39, 40, 64—67, 143, 152, 153, 160—162, 166  
 Константинов Н. С. 166, 177  
 Кошп Г. 175  
 Корнилов И. И. 177  
 Кочетков В. П. 149  
 Красуский К. А. 152  
 Кржижановский Г. М. 149  
 Кропоткин П. А. 9  
 Крылов А. Н. 121, 124, 139, 153  
 Кузнецов А. Н. 145, 166  
 Кузнецов В. Г. 177  
 Кузнецов Д. И. 113, 115  
 Куйбышев В. В. 96  
 Курбатов В. Я. 149, 150  
 Курнаков Н. Н. 25, 177, 237  
 Курнаков С. А. 8, 9  
 Курнаков С. И. 8  
 Курнакова А. М. 23, 25, 26, 195, 237  
 Курнакова В. Н. 25, 237  
 Кутузов М. И. 8
- Лавуазье А. 85, 150, 194  
 Лагранж Ж. 194  
 Лазарев П. П. 103, 149, 153, 160, 161  
 Лаплас П. 193  
 Ласточкин Д. 149  
 Лебедев С. В. 152  
 Лебединцев А. А. 96, 98, 99, 101
- Ле Бель Ж. 245  
 Лебо П. 75  
 Левинсон-Лессинг Ф. Ю. 255  
 Ледебур А. 21  
 Ленин В. И. 103, 107, 121—124, 241  
 Лепешков И. Н. 113, 114, 177  
 Ле Шателье А. 38, 42, 44, 45, 150, 175, 187, 246  
 Лещенко Д. И. 149  
 Ли С. 87  
 Либих Ю. 18  
 Лилеев С. И. 143, 145  
 Липин В. Н. 40, 162, 174  
 Липпих 244  
 Лпсенко К. И. 16—19, 27  
 Ловиц Т. 194  
 Ломоносов М. В. 150, 194  
 Лоран О. 244  
 Лужная Н. П. 177  
 Луначарский А. В. 122, 153  
 Льюис Г. 245  
 Лэнгмюр И. 245  
 Любарский В. В. 191  
 Лялин Л. 149  
 Лямин Н. Н. 40
- Макаров С. З. 147, 149, 177, 184  
 Малкин 153  
 Марковников В. В. 8, 32, 166, 191  
 Мезенцева В. А. 8  
 Мейер В. 245  
 Меликов (Меликишвили) П. Г. 98, 153, 161  
 Менделеев Д. И. 14, 28—30, 32, 36, 39—41, 59—64, 66, 84, 85, 98, 150, 152, 154, 156, 157, 175, 193, 195, 237  
 Меншуткин Б. Н. 51, 132, 166, 177  
 Меншуткин Н. А. 152, 237  
 Милль Дж. С. 13  
 Минаев Б. 149  
 Михайловский Н. Г. см. Гарин-Михайловский Н. Г.  
 Мищенко К. П. 192  
 Мопж Г. 193, 246

- Морен К. К. 174  
 Муромцев Б. А. 147, 177  
 Муассан А. 187  
 Мушкетов И. В. 110
- Нагорнов Н. Н. 177**  
 Надпер 149  
 Наметкин С. С. 152  
 Наполеон 68  
 Невилль Ф. 49  
 Немиллов В. А. 177  
 Нерпст В. 32, 161  
 Николаев А. В. 177  
 Николаев В. И. 112, 147, 149, 177
- Ольденбург С. Ф. 93, 124, 126**  
 Омелянский В. Л. 161  
 Орлов Е. И. 152  
 Орлов Н. А. 147  
 Осмонд Ф. 44, 175, 246  
 Оствальд В. 9, 32, 80, 144  
 Остин Р. 175
- Павлов М. А. 13, 16, 161, 163**  
 Паршин Н. Е. 141  
 Паустовский К. Г. 109  
 Паутов М. С. 174  
 Перельман Ф. М. 149  
 Перрен Ж. 161  
 Петренко-Критченко П. И. 39  
 Петров А. Д. 147  
 Писарев Д. И. 13  
 Писаржевский Л. В. 153, 162, 163  
 Плаксин И. Н. 177  
 Погодин С. А. 50, 172, 177, 178, 185, 186  
 Подкопаев Н. И. 91, 99—101, 104—109, 134, 142, 166, 190, 191, 239, 254  
 Поленов Б. К. 99  
 Поленова 114  
 Пономарев И. Ф. 152  
 Понселе Ж. 246  
 Порай-Кошиц А. Е. 149, 150  
 Преображенский П. И. 93
- Пру см. Пруст  
 Пруст Ж. Л. 67—70, 73, 74, 78, 80, 83, 194  
 Прянишников Д. Н. 149  
 Пущин Н. А. 41, 70, 71, 169
- Равич М. И. 177**  
 Радищев В. П. 114, 149  
 Разуваев Г. А. 147  
 Раковский А. В. 152  
 Рауль Ф. 175  
 Реомюр Р. 175  
 Реформатский С. Н. 152  
 Ржещотарский А. А. 40  
 Рихтер И. 21, 175  
 Робертс-Аустен В. 45, 46  
 Роде Е. Я. 177  
 Рождественский Д. С. 126, 139  
 Розебом В. А. 175, 245, 246  
 Ронкин Б. Л. 113  
 Росси Э. 13  
 Ростковский 153  
 Рудберг Ф. 175  
 Рыкачев М. А. 55  
 Рыковский А. Е. 172  
 Рябинин А. Н. 90, 92  
 Рябчиков Д. И. 113  
 Рязанцев Н. П. 93
- Сабанеев А. П. 53  
 Сазонов П. П. 149  
 Салтыков-Щедрин М. Е. 13  
 Сальдау П. Я. 166, 177  
 Самойлов Я. В. 92, 103  
 Сахаров Г. Л. 172  
 Свешников В. Н. 172  
 Севергин В. М. 194  
 Сент-Клер-Девиль А. 191  
 Сеченов И. М. 14  
 Сирота Н. Н. 177  
 Скобельцын Д. В. 56  
 Смирнов В. И. 73  
 Соболевский П. Г. 191  
 Содди Ф. 161  
 Соколов Н. В. 40

- Соловьев Вл. С. 14  
 Сорби Г. 175  
 Стеклов В. А. 121, 124  
 Степанов Н. И. 52, 119, 149, 152, 166, 167, 168  
 Суворов А. В. 8  
 Сушин К. Д. 16, 18  
 Схоутен Я. 244
- Тамман Г. 51, 52, 55, 246  
 Тананаев И. В. 177  
 Тарарин В. П. 73  
 Тимофеев П. Н. 141  
 Тищенко В. Е. 120, 139, 140, 149, 152, 162, 192  
 Тищенко И. А. 149  
 Тринклер Г. В. 174  
 Трифонов Н. А. 172
- Уразов Г. Г. 91, 132, 141, 142, 149, 168, 172, 173, 174, 177, 184, 186, 254  
 Урбанович И. Н. 174  
 Урбен Ж. 161  
 Усанович М. И. 158
- Фаворская Т. А. 192  
 Фаворский А. Е. 56, 120, 140, 149, 152, 163, 192  
 Файгль Ф. 34  
 Фарадей М. 150  
 Фаянс К. 161  
 Федоровский Н. 149  
 Федотьев П. П. 113, 144  
 Ферсман А. Е. 96, 112, 115, 120—125, 135, 139, 149, 152, 157, 160  
 Филиппов Н. 149  
 Фотиева Л. А. 123  
 Франкланд Э. 150  
 Фрицман Э. Х. 191, 192  
 Фрицше Ю. Ф. 58
- Хвольсон О. Д. 122  
 Хлопин В. Г. 122, 149  
 Челинцев В. В. 152  
 Чернов Д. К. 40, 44, 175, 246  
 Чернышев Ф. Н. 55  
 Чернышевский Н. Г. 13  
 Черняев И. И. 34, 149, 192, 245  
 Чичибабин А. Е. 149, 152, 161, 163  
 Чугаев Л. А. 33, 35, 103, 120, 122, 135, 137—140, 189, 245, 255, 256
- Шарвин В. В. 149  
 Шателен М. А. 139  
 Швецов Б. С. 149  
 Шееле К. 67  
 Шейн С. Д. 92, 142  
 Шептунова З. И. 80  
 Шишков Л. Н. 152  
 Шишокин В. П. 172  
 Шлиппе К. Ф. 14  
 Шматько М. К. 90  
 Шпиндлер И. Б. 96, 105  
 Шпитальский Е. И. 149, 152  
 Шредер И. Ф. 36, 53, 64, 65, 174  
 Штарк Й. 52  
 Штекгардт Ю. А. 9, 10  
 Шуляченко А. Р. 40  
 Шуппе А. Ф. 174
- Эгис Д. А. 149
- Юшкевич Н. Ф. 149
- Яковкин А. А. 108, 140, 143—145, 149, 152, 161  
 Яковлев В. А. 160  
 Янатьева О. К. 177
- А. А. см. Яковкин А. А.

## Оглавление

Предисловие . . . . .	5
Глава первая	
<b>Начало жизненного пути</b> . . . . .	8
Студент Горного института . . . . .	11
Незабвенные учителя . . . . .	16
Глава вторая	
<b>Проба сил в соляном деле</b> . . . . .	20
Заграничная командировка . . . . .	20
«Испарительные системы соляных варниц» . . . . .	22
Глава третья	
<b>Загадка комплексных соединений</b> . . . . .	27
«О сложных металлических основаниях» . . . . .	27
Реакция Курнакова . . . . .	29
Открытие характерных атомных группировок . . . . .	34
Глава четвертая	
<b>К тайнам металлических сплавов</b> . . . . .	37
Металлографическая комиссия. Начало исследований по металлическим сплавам . . . . .	39
Пирометр Курнакова . . . . .	44
Новые методы исследования физико-механических свойств металлических сплавов . . . . .	47
Присуждение степени доктора химии. Избрание в акаде- мики . . . . .	53
Глава пятая	
<b>Вершина научного творчества</b> . . . . .	59
Предшественники Н. С. Курнакова . . . . .	59
Учение Курнакова о бертоллидах и дальтонидах . . . . .	70
«Бертоллиды» . . . . .	70
«Дальтониды» . . . . .	76
Химический индивид . . . . .	80
Учение о диаграмме «состав — свойство» . . . . .	84
Глава шестая	
<b>Солевые богатства — на службу Родине</b> . . . . .	88
Открытие и освоение соликамских калийных месторожде- ний . . . . .	88
Изучение и освоение Кара-Богаз-Гола — крупнейшего в мире месторождения мирабилита . . . . .	96

Изучение и освоение соляных озер Крыма и Урало-Эмбинского района . . . . .	110
Глава седьмая	
<b>Выдающийся организатор науки . . . . .</b>	<b>117</b>
Научно-организационная деятельность в Комиссии по изучению естественных производительных сил России и в Военно-химическом комитете . . . . .	117
Научно-организационная деятельность Н. С. Курнакова в первые годы Советской власти . . . . .	121
Научно-исследовательские институты — новая форма объединения научных коллективов . . . . .	126
Институт физико-химического анализа . . . . .	127
Институт по изучению платины и других благородных металлов . . . . .	134
Российский институт прикладной химии . . . . .	139
Институт общей и неорганической химии Академии наук СССР . . . . .	146
Комитет по химизации народного хозяйства СССР . . . . .	149
Участие в работе Русского физико-химического общества Менделеевские съезды по общей и прикладной химии . . . . .	152
Первая Всесоюзная конференция по физико-химическому анализу . . . . .	158
Новое пополнение Академии наук . . . . .	160
Глава восьмая	
<b>Научная школа . . . . .</b>	<b>164</b>
Подготовка научных кадров . . . . .	164
Петербургский горный институт . . . . .	166
Петербургский электротехнический институт . . . . .	169
Петербургский политехнический институт . . . . .	170
Институт физико-химического анализа . . . . .	175
Что дала школа Н. С. Курнакова промышленности нашей страны . . . . .	178
Глава девятая	
<b>Николай Семенович Курнаков в воспоминаниях современников и учеников . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>Цитируемая литература . . . . .</b>	<b>196</b>
Глава первая . . . . .	196
Глава вторая . . . . .	196
Глава третья . . . . .	197
Глава четвертая . . . . .	197
Глава пятая . . . . .	199
Глава шестая . . . . .	201
Глава седьмая . . . . .	204
Глава восьмая . . . . .	207

<b>Библиография трудов академика Н. С. Курнакова . . .</b>	<b>208</b>
I. Комплексные соединения . . . . .	208
II. Металлические сплавы . . . . .	210
III. Органические системы . . . . .	215
IV. Солевые равновесия . . . . .	218
V. Приложение методов физико-химического анализа к изучению минеральных веществ . . . . .	223
VI. Обобщающие работы по физико-химическому анализу . . . . .	224
VII. Физико-химические, прикладные и научно-организационные работы . . . . .	226
VIII. Научные и учебные руководства . . . . .	230
IX. Статьи о научной деятельности ученых. Статьи, посвященные памяти ученых . . . . .	230
X. Научно-популярные статьи . . . . .	232
XI. Предисловия. Рецензии. Редакционные работы . . .	234
<b>Литература о Н. С. Курнакове и его трудах . . . . .</b>	<b>235</b>
<b>Основные даты жизни и деятельности академика Н. С. Курнакова . . . . .</b>	<b>237</b>
<b>Приложения</b>	
Приложение I. Письмо Н. С. Курнакова Б. П. Вейнбергу от 27 марта 1913 г. . . . .	241
Приложение II. Химия и геометрия: Доклад Н. С. Курнакова, прочитанный на Первой конференции молодежи по химии в Ленинграде 25 мая 1933 г. . . . .	244
Приложение III. Из «Объяснительной записки Совета Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) к смете расходов на 1918 г.» . . . .	247
Приложение IV. Химические институты Академии наук и их работа в годы революции . . . . .	253
Приложение V. Через химизацию страны к развитию промышленности . . . . .	256
Приложение VI. Химия дала СССР свой алюминий, свой магний . . . . .	258
Приложение VII. Республика минеральных солей . . .	259
Приложение VIII. Новый район калия . . . . .	261
<b>Именной указатель . . . . .</b>	<b>264</b>

**Юрий Иванович Соловьев**  
**Николай Семенович Курнаков**  
**1860—1941**

Утверждено к печати  
Редколлегией серии  
«Научно-биографическая литература»  
Академии наук СССР

Редактор издательства **Н. Г. Явкина**  
Художественный редактор **Л. В. Кабатова**  
Технический редактор **И. В. Бочарова**  
Корректоры **Л. С. Агапова, Л. Р. Мануильская**  
ИБ № 31346

Сдано в набор 13.11.85. Подписано к печати 6.02.86  
Т-06132. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 1  
Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая  
Усл. печ. л. 14,28. Усл. кр. отт. 14,49. Уч.-изд. л. 17,6  
Тираж 6100 экз. Тип. зак. 2036. Цена 1 р. 20 к.

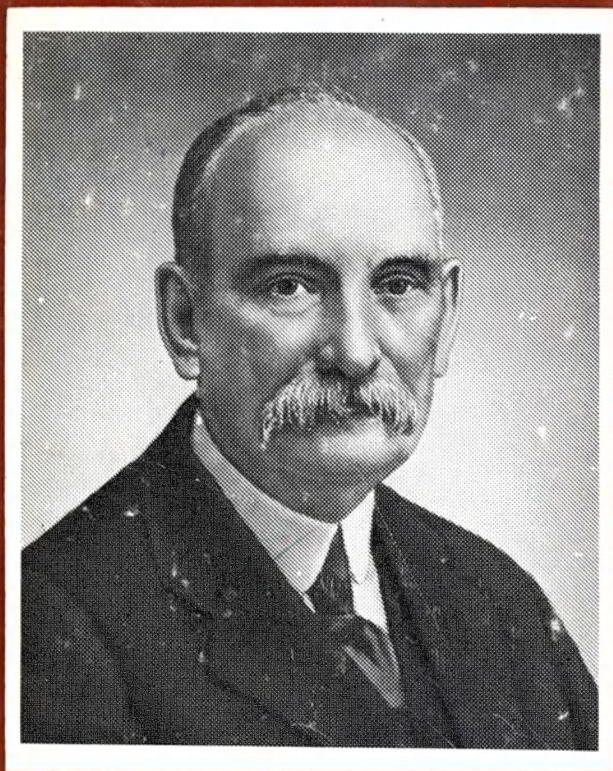
Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»,  
117864, ГСП-7, Москва, В-485,  
Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»  
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6



Ю. И. Соловьев

Николай Семенович КУРНАКОВ



*Ю. И. Соловьев*

**Николай Семенович  
КУРНАКОВ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ВЫШЛА ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

Соловьев Ю. П.

ИСТОРИЯ ХИМИИ В РОССИИ

30 л. 3 р.

Книга представляет собой обобщающий труд по истории химии в России. В ней всесторонне рассмотрен вопрос возникновения, становления и развития химии в нашей стране. Дан анализ основных направлений исследований русских химиков в области неорганической, органической и физической химии. На основе изучения многочисленных источников показана роль научных школ русских химиков в развитии отечественной и мировой химии. Изложение исторического процесса развития химии дано на общем социально-экономическом фоне России XVIII и XIX столетий.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей отечественной химии.

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

480091 **Алма-Ата**, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 **Баку**, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 **Днепропетровск**, проспект Ю. Гагарина, 24; 734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95; 252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4; 277012 **Кишинев**, проспект Ленина, 148; 443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2; 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7; 220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72; 117192 **Москва**, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 **Новосибирск**, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6; 450059 **Уфа**, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42; 310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87.

1 р. 20 к.