

## **КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ В «ЗАПИСКАХ ЛЕНИНГРАДСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА»**

*И. И. Шафрановский*

Записки Ленинградского горного института в течение 50 лет своего существования занимают видную роль в истории развития отечественной минералогии и кристаллографии.

С начала основания журнала и до конца своей жизни одним из самых деятельных сотрудников Записок был знаменитый профессор и директор Горного института, величайший русский кристаллограф, геометр, петрограф и минералог Е. С. Федоров (1853—1919). С 1907 по 1917 г. на страницах Записок появилось 144 его работы. Из них 65 относятся собственно к кристаллографии, 4 к минералогии и 5 к петрографии. Остальные статьи трактуют главным образом вопросы новой геометрии, усиленно разрабатывавшейся в те годы ученым. Однако в этих, казалось бы, чисто геометрических сочинениях Е. С. Федоров обращал особое внимание на практическое использование полученных им теоретических выводов в области кристаллографии, минералогии и горного дела. Так, например, в статье «Точное изображение точек пространства на плоскости» (1907, т. I, вып. 1) предлагаются различные способы изображения точек трехмерного пространства на плоскости с помощью кругов (векторальных и обыкновенных) и параллельных векторов. В статье «Изображение структуры кристалла векторальными кругами» (1908, т. I, вып. 4), упомянутые способы успешно применены для изображения элементарных частиц, составляющих пространственные кристаллические структуры, на плоскости. Об этом замечательном методе напомнил А. Н. Заварицкий и показал на примерах изображения реальных кристаллических структур его эффективность [1].

Собственно кристаллографические работы Е. С. Федорова можно подразделить на несколько циклов, хотя статьи различных циклов нередко тесно связаны между собой и резких границ провести между этими циклами нельзя.

Основной темой, над которой с исключительной энергией работал в тот период Е. С. Федоров, является Кристаллохимический анализ. Как известно, цель этого анализа состояла в определении вещества, а попутно и типа структурной решетки, по внешней форме и угловым величинам кристаллических многогранников. Создание и развитие Кристаллохимического анализа требовали разработки новых методов кри-

сталлографического исследования, установления новых правил однозначной «федоровской» установки кристаллов, уточнения понятий о переходах между пространственными решетками и т. п. Этой тематике и посвящен наиболее обширный цикл кристаллографических статей Е. С. Федорова в «Записках Горного института». К числу таких статей относятся «Усовершенствование критерия правильной установки кристаллов» (1908, т. I, вып. 3), «О составлении таблиц для Кристаллохимического анализа» (1909, т. II, вып. 3), «Начало применения Кристаллохимического анализа» (1911, т. III, вып. 2) и др. Все эти статьи сохраняют интерес и до сих пор, как отдельные этапы на пути к созданию Кристаллохимического анализа.

Тесно примыкает к этому ряду статей цикл исследований природных кристаллов из музея Горного института. Кристаллические многогранники минералов интересовали Е. С. Федорова, с одной стороны, как ценный материал для таблиц по Кристаллохимическому анализу («Царство кристаллов»), с другой стороны, их исследование помогало ученому создать новую строго систематическую экспозицию минералогического отдела музея. К этому циклу относятся статьи «Кристаллы Минералогического музея» (1908, т. I, вып. 3; 1909, т. II, вып. 4), «Естественные фигуры вытравления на топазе» (1908, т. I, вып. 3) и др.

Чрезвычайно интересна серия оригинальных исследований в области кристаллогенезиса. Эти работы тесно связаны с Кристаллохимическим анализом.

Отыскивая способы определения граней с наибольшей плотностью расположения частиц, Е. С. Федоров обращал особое внимание на растворимость различных граней и на различные скорости их роста. Из статей, относящихся к этому циклу, наибольшей известностью пользуются: «Опыты, наглядно демонстрирующие значительное различие в растворимости разных граней» (1907, т. I, вып. 1), «Опыты по кристаллизации между двумя сферами» (1908, т. I, вып. 5), «Экспериментальное решение вопроса о генезисе вициналоидов» (1909, т. II, вып. 3) и др.

Следует выделить серию статей, написанных по поводу первых расшифровок реальных кристаллических структур, осуществленных при помощи рентгеновских лучей в 1913 г. английскими учеными В. Л. Бреггом и В. Г. Бреггом. На примере этих расшифровок Е. С. Федоров показал, что все реальные кристаллические структуры должны подчиняться 230 геометрическим законам (выведенным им в 1890 г.). О том, какое впечатление произвело это указание на зарубежных ученых свидетельствует следующий отрывок письма к Е. С. Федорову английского кристаллографа Т. Баркера (1881—1931): «В докладе я особо рассматриваю Вашу работу о правильном выполнении пространства..., а также Вашу работу по рентгеновскому исследованию кристаллов. Последняя произвела сенсацию в нашем научном мире» [2]. Т. Баркер упоминает об исторической статье Е. С. Федорова «Первое констатирование опытным путем асимметричной правильной системы» (1914, т. V, вып. 1), где Е. С. Федоров впервые указал на то, что фундаментом для рентгеноанализа кристаллов должна служить его теория симметрии бесконечных кристаллических систем, а также отметил существование асимметричных систем, в реальном значении которых он до тех пор сомневался.

К этой же серии относятся статьи: «О строении кристаллов алмаза по Бреггу» (1914, т. V, вып. 1) и «Новая концепция видов структуры кристаллов и Кристаллохимический анализ» (1917, т. VI, вып. 2). Они содер-

жали важные теоретические предпосылки для дальнейшего развития структурной кристаллографии.

Особняком стоит замечательная статья «Кристаллография за сорок лет» (1910, т. II, вып. 5), где показано какой существенный сдвиг был осуществлен в науке о кристаллах трудами как самого Е. С. Федорова, так и его учеников.

В «Записках Горного института» помещен также ряд статей Е. С. Федорова по минералогии и петрографии. Из них особое значение имеют работы, описывающие способы графического изображения химизма горных пород: «Химические отношения горных пород и их графическое изображение» (1907, т. I, вып. 1), «Наглядное изображение химического состава пород из области Христиании и лав Кавказа» (1914, т. V, вып. 2—3). Впоследствии эти методы широко пропагандировались и развивались А. Н. Заварицким.

Наряду с работами самого Е. С. Федорова, на страницах «Записок Горного института» широко публиковались и исследования его учеников. Здесь нашли себе место первые публикации А. К. Болдырева, А. Н. Заварицкого, В. Н. Лодочникова, О. М. Аншелеса, В. И. Соколова и многих других.

Таким образом, кристаллографо-минералогический и петрографический раздел «Записок Горного института» был по сути дела печатным органом федоровской школы. После Великой Октябрьской социалистической революции славные традиции этой школы в области кристаллографии и минералогии нашли свое дальнейшее развитие в трудах выдающегося федоровского ученика А. К. Болдырева (1883—1946). В Записках им и его сотрудниками были опубликованы результаты первых исследований, проведенных в рентгеновской лаборатории Горного института (одной из самых первых рентгеновских лабораторий Советского Союза). Эти исследования натолкнули А. К. Болдырева на идею создания рентгенометрического определителя минералов. Основой такого определителя должны служить рентгеновские снимки (дебаграммы), полученные при прохождении рентгеновских лучей сквозь столбик порошка того или иного вещества. Каждое вещество характеризуется своей, свойственной лишь для него, дебаграммой. «Определитель» представляет сводку характеристик эталонных дебаграмм для всех ранее исследованных материалов. Путем сравнения с ними дебаграмм исследуемого вещества можно определить само это вещество. Тожество характеристики дебаграммы определяемого вещества с характеристикой эталонной дебаграммы некоторого уже известного в «Определителе» вещества указывает на тождество обоих этих веществ. Первая часть «Рентгенометрического определителя минералов», увидевшая свет в 1938 г., составляет одиннадцатый том «Записок Горного института» (вып. 2.). К составлению «Определителя» А. К. Болдырев привлек своих учеников — В. И. Михеева, Г. А. Ковалева, В. Н. Дубинину, а также московских кристаллографов — Е. Е. Флинта, А. Н. Лямину и А. И. Любимцева.

Впоследствии начинание А. К. Болдырева в деле создания «Рентгенометрического определителя минералов» успешно продолжил его талантливый ученик, В. И. Михеев (1912—1956). Вторая часть «Определителя», составленная В. И. Михеевым и В. Н. Дубининой, была опубликована в 1939 г. (т. XIII, вып. 1). «Рентгенометрический определитель минералов» получил самое широкое признание как в Советском Союзе, так и за границей. Впоследствии В. И. Михеев, коренным образом переработав и дополнив его, создал свой новый «Определитель», содержащий характеристики 900 с лишним веществ. Этот капитальный труд увидел

свет в 1958 г. «Рентгенометрический определитель» является прямым развитием Кристаллохимического анализа Е. С. Федорова. В основе и того и другого метода лежит использование кристаллографических констант для определения веществ. Кроме работ, связанных с «Рентгенометрическим определителем», А. К. Болдырев в соавторстве со своим учеником В. В. Доливо-Добровольским опубликовал в Записках статью «Классификация, номенклатура и символика 32-х видов симметрии кристаллов» (1934, т. VIII). Основные положения этой работы оказали большое влияние на принципы разработки новейшей кристаллографической номенклатуры, нашедшей место в ряде современных курсов кристаллографии.

Даровитый последователь А. К. Болдырева В. В. Доливо-Добровольский (1904—1936) опубликовал в Записках ряд своих работ по геометрической и вычислительной кристаллографии. Наибольший интерес из них представляет большая статья «Номенклатура и символика пространственных групп симметрии» (1937, т. X, вып. 2). Все эти работы типичны для федоровской школы, а в статье 1937 г. предложена интересная попытка дать рациональную номенклатуру и систематику для 230 федоровских групп симметрии.

Особого внимания заслуживает цикл публикаций В. И. Михеева в соавторстве с В. Н. Дубининой и другими авторами, содержащий описание эталонных дебаеграмм каменного литья и ряда природных минералов. Очень интересна статья В. И. Михеева «Кристаллы касситерита из Атланских россыпей на Урале» (1941, т. XIII, вып. 3). В ней рассказывается, как с помощью гониометрического метода А. К. Болдырева удалось установить принадлежность кристалликов, хранившихся в музее под этикеткой «рутил», к касситериту. Тем самым чисто лабораторным способом было открыто первое россыпное месторождение оловянного камня на Урале.

Ряд значительных петрографических публикаций А. Н. Заварицкого сделан в Записках в советский период их существования. Среди минералогических и петрографических статей этого периода в Записках опубликованы также исследования в области экспериментальной минералогии Д. П. Григорьева, о генезисе пегматитов Н. Н. Стулова, В. Д. Никитина, С. А. Руденко, описания месторождений кальцита А. В. Скропышева, кварца А. Е. Карякина и др.

Прямым продолжением «Записок Горного института» являются сборники «Кристаллография», выпущенные институтом (1951—1957). В них нашли себе место труды Федоровских научных сессий, проводящихся ежегодно в конце мая в стенах Ленинградского горного института. На заседаниях традиционных Федоровских сессий выступают кристаллографы, минералоги и петрографы из различных городов и учреждений Советского Союза. Их многочисленные выступления и дают богатейший материал для сборников «Кристаллография».

Материалы «Записок Горного института» красноречиво свидетельствуют о жизненности знаменитой Федоровской школы — кристаллографо-минералогической и петрографической школы Ленинградского горного института.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заварицкий А. Н. Об изображении атомных структур кристаллов. Изв. АН СССР, 1949, № 6, стр. 141—165.
2. Письма Т. Баркера, Г. Маерса, Л. Спенсера и В. Брегга к Е. С. Федорову. Сб. «Кристаллография». Вып. 3. Изд-во Лен. гос. ин-та, 1955.