

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ ВЛАДИМИРА ИВАНОВИЧА ВЕРНАДСКОГО И СОВРЕМЕННОСТЬ

Б.Е. Боруцкий

Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана, РАН, Москва, borborutzky2012@yandex.ru

Существует расхожее мнение, что «наука наук» о природном веществе — минералогия — уже устарела и заменена В.И. Вернадским новой наукой — геохимией. Это неверно. Геохимия никогда не отрывалась и не может быть оторванной от минералогии, как от фундаментальной её основы, поскольку изучает поведение химических элементов главным образом в составе минералов, являющихся основной формой существования неживого вещества в земных условиях, перераспределение их между сосуществующими минералами и внутри минералов, при меняющихся условиях среды минералообразования, в ходе минералообразующих процессов. С другой стороны, благодаря В.И. Вернадскому минералогия стала геохимической минералогией, так как глубоко впитала в себя идеи и методы химии, позволяющей определить состав, строение и изменение минералов в конкретных геологических процессах, в ходе геологической истории Земли.

В статье 1 рисунок, список литературы из 20 наименований.

Ключевые слова: Владимир Иванович Вернадский, минералогия, геохимия, геология, физика твердого тела, минералообразование, парагенезис, история науки.

Личность Владимира Ивановича Вернадского и тот огромный вклад, который он внёс в развитие наук о Земле, и, прежде всего, в минералогии, превратив её из модного увлечения минералами, созерцания красотой камня, сферы искусства, истории и культуры человечества, в минералогическую науку, не поддаются никакому сравнению. Даже сейчас, более века спустя, его исследования поражают глубиной мысли, цельностью, систематичностью и широтой подхода к изучению природных объектов, глубоким анализом предыдущих работ в этой области знаний, а его деятельность — небывалой самоотдачей и бескомпромиссностью в организации исследований и борьбе с традиционной консервативностью, в решении принципиальных вопросов науки и создании передовой научной минералогической школы в России. Научные идеи Вернадского и сейчас актуальны, не менее, а может быть, даже в большей степени, чем 100 лет назад, когда далеко не все минералогии их ещё могли понять и разделить.

Согласно воспоминаниям Дмитрия Ивановича Щербакова: «Владимир Иванович в неудержимом стремлении вперед нередко во многом опережал научные представления своей эпохи. Иногда его не совсем понимали, и высказанные им мысли не получали достойной оценки среди его современников. Но замечательная научная интуиция всегда вела его по правильному пути, а его прозорливость помогла создать ряд новых ведущих направлений с большим будущим» (Щербаков, 1963, с. 34, 35).

### В.И. Вернадский – как минералог

Согласно воспоминаниям Бориса Леонидовича Личкова (Личков, 1948; 1963), научное творчество В.И. Вернадского можно разделить на несколько этапов. Становление его как личности ученого-минералога и основной вклад в реформирование отечественной минералогии и создание минералогической науки в России связаны с ранним, московским, этапом (с 1888 по 1909 г.), когда Владимир Иванович по рекомендации профессора Алексея Петровича Павлова был приглашен на кафедру минералогии Московского университета на освободившуюся вакансию в качестве приват-доцента для чтения лекций по минералогии на естественном факультете (1890 г.). С 1891 г. он стал заведовать Минералогическим кабинетом, а с 1892 г. возглавил кафедру и начал читать лекции по минералогии, кристаллографии и истории естествознания не только на естественном отделении физико-математического факультета, но, одновременно, минералогии на медицинском факультете и (с 1901 г.) на Московских высших женских курсах. За это время он защитил в 1891 г. в Петербургском университете диссертацию на степень магистра геологии и геогнозии на тему: «О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах» (Вернадский, 1891), а затем докторскую диссертацию на тему: «Явления скольжения кристаллического вещества (физико-кристаллографические исследования)» (Вернадский, 1897).

В основе этих лекций (впоследствии неоднократно издаваемых в качестве пособий) и научных обобщений лежала четкая единая

методология, которая возникла не случайно, путем внезапного счастливого озарения, а была плодом огромной, целенаправленной работы, детальнейшего анализа того, что было сделано отдельными учеными разных стран в направлении развития научной мысли, коллективного вклада в общую картину познания строения и законов окружающего мира, Вселенной. Не будем повторять общеизвестные страницы биографии ученого, отметим только то, что необходимо для раскрытия темы данной статьи и обоснования, почему мы характеризуем *минералогию* Вернадского, как *геохимическую*, не переименовывая её и не заменяя её *геохимией*. И в качестве основополагающих документов используем выдержки из научных работ самого Вернадского, его писем и свидетельства хорошо знавших его современников.

Прежде всего, у Владимира Ивановича были великолепные учителя в Санкт-Петербургском университете, естественное отделение физико-математического факультета в котором он в 1885 г. закончил. Его наставниками были крупнейшие российские ученые, внесшие существенный вклад в мировую науку: химию преподавал и принимал экзамены сам Дмитрий Иванович Менделеев — создатель Периодической системы химических элементов, а геологию и минералогию читал Василий Васильевич Докучаев — родоначальник нового революционного направления в почвоведении, под руководством которого Вернадский проходил практику полевых работ, изучая почвы Нижегородской и Полтавской губерний с составлением геологических карт, а также активно работал в Минералогическом кабинете университета. Еще будучи студентом, он интересовался проблемами генезиса минералов, о чем впоследствии написал раздел в Энциклопедию Брокгауза и Ефрона (Вернадский, 1892). Его учителем был также Сергей Федорович Глинка — сторонник традиционных направлений в минералогии, но великолепный знаток минералов.

После окончания университета Владимир Иванович получил назначение на должность хранителя Минералогического кабинета, а после того как выдержал магистерский экзамен (1887 г.), в качестве поощрения был направлен в командировку за границу (1888 г.).

Обычно считается, что там он занимался углубленным изучением кристаллографии, и даже иногда подразделяют рассматриваемый этап на два: *кристаллографический* и *минералогический*. Но это не совсем так, о чем Вернадский, вспоминая о своей первой зарубежной командировке, подробно написал в гла-



Рис. 1. Владимир Иванович Вернадский. Фото 1905 г.

боку автобиографического введения к 4-изданию курса лекций, прочитанных им в Московском университете в 1910 — 1912 гг., которое было подготовлено вместе с Сергеем Михайловичем Курбатовым под названием «Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналогии»: «Почти все кафедры минералогии университетов и высших технических и медицинских школ были заняты не минералогами, а геологами... Я сам, ученик В.В. Докучаева и С.Ф. Глинки в Петербургском университете, получил научную подготовку по методам исследований только за границей в Мюнхене и Париже» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 28).

Итак, Вернадский считал, что изучать передовые тенденции в минералогии и кристаллографии и новые методы исследований минерального вещества нужно было в западных странах, так как они обогнали в своем развитии Россию.

Недолго пробыв в Неаполе у иностранного члена-корреспондента Императорской Российской академии наук, профессора Арканджело Скакки, Владимир Иванович переезжает в Мюнхен к известному минералогу и кристаллографу, профессору Паулю Гроту и физику-кристаллографу Леонарду Зонке. В лаборатории Грота (1888 — 89 гг.) он синтезировал триэтиловый эфир тримезиновой кислоты, что, казалось бы, не имеет никакого отношения к минералогии. Но главное, это то, что Грот первым понял и решился высказать идею, что кристалл может быть описан одновременно и как молекула химического веще-

ства (что до сих пор сохранилось в виде написания эмпирической химической формулы минерала), и как бесконечная пространственная решетка с атомами в узлах. К тому времени он занимался этой проблемой уже с 1870-х годов, а затем первым понял и пропагандировал в основанном им журнале *Zeitschrift für Kristallographie* работы Евграфа Степановича Федорова, не понятого в России, и Артура Морица Шёнфлиса. Впоследствии Грот был одним из инициаторов применения рентгеновского анализа в минералогии, после того как профессор физики Макс Теодор Феликс фон Лауэ доказал возможность дифракции рентгеновских лучей кристаллической решеткой и в 1912 г. в присутствии Грога, с помощью своих помощников Вальтера Фридриха и Пауля Книппинга получил первую рентгенограмму каменной соли.

Характеризуя коренные изменения в кристаллографии, Владимир Иванович писал: *«К концу XIX, к началу XX столетия в кристаллографии создавалось новое точное геометрическое представление о кристалле, ставшее на место прежнего учения о кристаллических многогранниках. Кристалл стал рассматриваться как безграничная система гомологических точек в пространстве, отвечающих в своем распространении основным геометрическим свойствам кристаллических многогранников — их симметрии и закону рациональных индексов. Корни возможности такого представления о кристалле могут быть прослежены в XVIII веке в идеях и работах Бергмана и Гана<sup>1</sup>, обобщениях Гаюи<sup>2</sup>. Мы видим теперь, что открытие Ганом спайности лежит, в сущности, в основе всей вековой теоретической работы мысли. Она увенчалась, в конце концов, полной математической теорией таких возможных систем гомологических точек в пространстве, данной — в двух независимых формах (аналитической и геометрической) в 1888—1891 гг. проф. Е.С. Федоровым в Петербурге и К. Шенфлисом в Штутгарде. Получен был одинаковый результат — 230 систем таких точек, которые могли быть сведены к более дробным делениям. Все раньше выделявшиеся группы кристаллографического значения (И. Гессель<sup>3</sup>, 1830—1832, А. Бравэ<sup>4</sup>, 1851—1914, Л. Зон-*

*ке, 1879—1885) оказались частным случаем этой замечательной, единственной в своем роде, математической конструкции. ...Создавалось представление, которое шло вразрез с привычным, но экспериментально не проверенным, убеждением, что химическое соединение представляет собой молекулу. ...В сущности, это был совершенно новый подход к научному пониманию твердой фазы вещества — кристаллического состояния материи — химических соединений, определенных и неопределенных. Это был другой подход, чем термодинамические представления, подход, позволяющий свести твердые фазовые состояния к изучению их атомного строения»* (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 10).

В марте 1889 г. Вернадский переехал в Париж, где, под руководством профессора естествознания и неорганической химии Фердинанда Фуке в «Коллеж де Франс» и профессора общей химии физико-химика Анри Луи Ле Шателье — автора теории динамического равновесия в термодинамике, а также изобретателя пирометра и металлографического микроскопа, в «Эколь де майнес» изучал методы пирометрии, занимался синтезом минералов и изучением оптических их свойств и увлекся формами нахождения важнейших для Земли химических элементов — кремния и алюминия, что и послужило основой для выше упомянутой его магистерской диссертации (Вернадский, 1891) и впоследствии постоянно находилось в центре его новаторских исследований огромной группы важнейших для петрологии алюмосиликатов, в результате которых удалось объяснить связь структурного строения с химическими свойствами последних.

Вспоминая это время в письме к А.Е. Ферману от 1 октября 1935 г. из Карлсбада, Владимир Иванович писал: *«Все мое научное прошлое переживается. И работы, и мечты, неисполнившиеся во многом, — о структурной химии алюминия и кремния — работы у Ле Шателье и Фуке, а затем увлечение полимерфизмом и мало сделанное в этой области, отложенное до лучших времен, когда в начале века я ушел в минералогию как динамическую научную дисциплину, а затем в геохимию»* (Письма..., 1985, № 139, с. 173—175).

<sup>1</sup> — Отто Ган (1879—1968) — немецкий физик и радиохимик, открывший ядерную изомерию и расщепление урана. В 1944 г. удостоен Нобелевской премии.

<sup>2</sup> — Рене-Жюст Гаюи (Аюи) (1743—1822) — французский минералог, основатель кристаллографической науки, предложивший закон целых чисел и основной закон кристаллографии — закон рациональности параметров.

<sup>3</sup> — Иоганн Фридрих Христиан Гессель (1796—1872) — немецкий ученый, профессор минералогии, работавший в Марбургском университете.

<sup>4</sup> — Огюст Бравэ (1811—1863) — французский физик, один из основателей кристаллографии, положивший начало геометрической теории структуры, выделивший 14 типов решеток Бравэ.

Но неужели в Московском университете всё было так уж плохо, когда туда пришел Вернадский? На каком уровне действительно находилась отечественная минералогия?

Об этом можно составить впечатление из юбилейного «Геологического альманаха» (2003), изданного в связи с 250-летием МГУ. Его составители вспоминают, что Московский университет, созданный по указу императрицы Елизаветы Петровны от 12 (25) января 1755 г., был учрежден в составе трех факультетов: юридического, медицинского и философского. Кафедра натуральной (естественной) истории находилась на медицинском факультете, и уже тогда при ней был организован прекрасный Минеральный кабинет. Он был подарен университету уральским горнопромышленником Никитой Акинфиевичем Демидовым и составлен на основе коллекции, купленной его отцом Акинфием Никитичем Демидовым в Саксонии у профессора Фрейбергской горной академии Геккеля. В «Минеральном кабинете Геккеля», дополненном образцами с Урала и Сибири, было около 6000 образцов, но заведовал им не минералог, а известный писатель — Михаил Матвеевич Херасков. Минералогия первоначально преподавалась на двух факультетах — медицинском и философском; лекции по минералогии с 1758 г. читались немецким профессором Иоганом Христианом Керштенсом, затем с 1769 г. — Матвеем Ивановичем Афоным, обучавшимся за границей, в университетах Кёнигсберга и Швеции.

В 1804 г. в Московском университете было учреждено новое отделение физических и математических наук и в его составе еще одна кафедра минералогии — кафедра минералогии и сельского хозяйства, заведующими которой последовательно становились с 1804 по 1818 г. выпускники университета Антон Антонович Прокопович-Антонский, а с 1820 по 1835 г. — Михаил Григорьевич Павлов. Одновременно на медицинском факультете кафедра натуральной истории была преобразована в «Демидовскую» кафедру натуральной истории на основе подаренного университету Александром I, купленного им у наследников князя Яблоновского за 50000 голландских гульденов «Семягического натурального кабинета» и переданного университету в соответствии с семейными традициями уральским горнопромышленником Павлом Григорьевичем Демидовым богатейшего домашнего музея минералов, библиотеки, а также переходящей вакансии профессора, на которую в 1804 г. был приглашен из Германии Фишер фон Вальдгейм Готтгельф

(по-русски — Григорий Иванович), руководившей ею тридцать лет, до 1834 г., и внесший в учебный процесс много прогрессивных новшеств, в частности, практические занятия со студентами на музейном материале и экскурсии по Подмосковию. Фишер фон Вальдгейм написал и издал двухтомный учебник по минералогии (1812, 1820 гг.). По его инициативе в 1805 г. было организовано Московское общество естествоиспытателей природы (МОИП), ставшее впоследствии опорой для пропаганды новых идей в минералогии Вернадским и Ферсманом, и периодическое издание («Записки МОИП» — с 1806 г., «Мемуары МОИП» — с 1809 г. и «Бюллетень МОИП» — с 1829 г.). Он был директором Музея естественной истории с 1805 по 1834 г. Занявший затем должность заведующего «Демидовской» кафедрой и музеем его ученик Алексей Леонтьевич Ловецкий, читал лекции по минералогии с 1824 по 1840 гг. и предложил в 1832 г. новаторскую классификацию минералов по химическим, физическим и кристаллографическим признакам. К сожалению, богатый Минеральный кабинет Московского университета сторел во время пожара Москвы 1812 г., но был восстановлен в 1813 г. благодаря дарственной коллекции от Николая Николаевича Демидова.

С 1835 г. в Московском университете были введены самостоятельные курсы по минералогии и геогнозии и путем объединения кафедры «минералогии и сельского хозяйства» физико-математического отделения и «Демидовской» кафедры на медицинском факультете создается кафедра «минералогии и геогнозии», заведующим которой стал выпускник медицинского факультета университета Григорий Ефимович Щуровский, руководившей ею до 1861 г., а Минеральный кабинет, с 1839 г. находившийся в Музее естественной истории, в 1846 г. выделяется в самостоятельный, переданный на кафедру минералогии и геогнозии, директором которого стал Карл Францевич Рулье. Хотя Щуровский в основном интересовался геологией, его лекции по минералогии отличались глубоким содержанием, демонстрацией фактического материала и критическим рассмотрением существующих теорий. По предложению Щуровского в 1863 г. кафедра минералогии была выделена в самостоятельную в отделении физико-математических наук, хотя официально она не была открыта до 1870 г. из-за отсутствия профессора минералогии. С 1861 г. курс минералогии на ней читал Михаил Александрович Толстопятов, но только после защиты докторской диссертации в 1869 г. он был утвержден



в этой должности (7 (20) марта 1870 г.), и занимал ее вплоть до своей кончины в 1890 г. (то есть, до прихода В.И. Вернадского). Он создал хорошую коллекцию минералов и кристаллографических моделей в Минералогическом кабинете, блестяще читал лекции по минералогии, а также в 1887 г. создал впервые при кафедре химическую лабораторию для анализа минералов и вошел в историю как основоположник экспериментальной минералогии и кристаллографии.

Таким образом, трудно согласиться с А.Е. Ферсманом, что «все предшественники Владимира Ивановича по кафедре геологии и минералогии, Фишер фон Вальдгейм, Щуровский и Толстопятов, были чужды новых течений» (Ферсман, 1946). По-видимому, это несправедливый укор — преподаватели университета приложили немало сил для того, чтобы минералогия, как дисциплина, и кафедра минералогии в Московском университете получили самостоятельность, за 20 лет до прихода сюда Вернадского. Однако, в сравнении с тем, что Владимир Иванович видел в Европе, этого было, по-видимому, недостаточно. Он писал: «В Московском университете до меня долго занимал кафедру М.А. Толстопятов (с 1868 г.), научно не работавший, палеонтолог по подготовке, первый после Г.Е. Щуровского профессор минералогии<sup>5</sup>. Минералогии на уровне науки того времени в Московском университете, можно сказать, не было... Я застал в Москве только что оборудованную химическую лабораторию при Минералогическом кабинете, которую М.А. Толстопятов провел с борьбой в факультете по инициативе хранителя кабинета, его приятеля Е.Д. Кислаковского<sup>6</sup>... В.В. Докучаев, один из крупнейших натуралистов, был геологом и в это время создавал в почвоведении новое течение мирового значения, в котором я имел счастье участвовать. Но его лекции по минералогии не были банальными. Он резко выдвинул в них динамическую сторону минералогии, и этим его лекции отличались от преподавания минералогии у нас и за границей. В этом отношении я явился его последователем, внеся с первых же шагов в преподавание кристаллографии как отдельную науку — физику твердого состояния материи, и минералогию как историю минералов земной коры, продолжая в ней течение, исходящее от Бюффона, а не от Линнея, кото-

рое в то время всюду господствовало» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 28).

Действительно, законодателем моды в мире в то время был ещё Карл Линней, разделивший все проявления природы на три царства: животных, растений и минералов, с идеей о постоянстве и неизменяемости видов, что естественно прямоком вело к креационизму — идеи божественного творения. Но Вернадский уже твердо встал на позиции трансформизма Жоржа-Луи-Лекерка де Бюффона и Жана Батиста Пьера Антуана де Моне Ламарка, доказывавших изменчивость видов под влиянием условий существования и изменения факторов окружающей среды, о чем в свое время Чарльз Дарвин сказал, что «в каждом произведении природы мы будем видеть начало, имеющее длинную историю». Добавим, что к 1910 г. было известно лишь 82 химических элемента из 115. Только что была открыта радиоактивность и рентгеновские лучи, но лишь начато исследование дифракции их кристаллической решеткой. Только что стало понятным, что формой существования химических элементов являются атомы, но еще не был установлен характер связи их в кристаллической структуре минералов. Были выделены 230 Федоровских пространственных систем точек, но они еще не отождествлялись с конкретными атомами (или ионами) в структуре. И предварительный вывод Вернадского, что «геохимия изучает атомы земной коры, а минералогия — молекулы» являлся выстраданным откровением, на основе которого можно было пересмотреть все накопленные данные о природном минеральном веществе и провести коренную реформацию минералогической науки.

## Минералогия Вернадского

С приходом на кафедру В.И. Вернадского (1890 — 1911 гг.) начинается период расцвета минералогии и кристаллографии в Московском университете, создания московской, а в дальнейшем всероссийской минералогической школы, превращения маленького минерального кабинета в научный центр минералогических исследований, занявший по оборудованности и научному значению одно из первых мест в мире, организация одного из крупнейших в России Минералогических музеев, к которому он присоединил знаменитое

<sup>5</sup> — Обе диссертации М.А. Толстопятова были посвящены кристаллографии и представляли собой сводки, составленные по литературным данным. Он был любителем минералов и блестящим лектором, составил хорошую коллекцию минералов, а после его смерти были изданы интересные наблюдения над морфологией кристаллов берилла.

<sup>6</sup> — Евгений Диодорович Кислаковский — хранитель Минералогического кабинета Московского университета при М.А. Толстопятове.

Румянцевское собрание минералов (Геологический альманах, 2003).

Прежде всего, необходимо было написать учебники, соответствующим новым научным воззрениям и воспитать новые кадры минералогов, которые Владимир Иванович черпал из числа своих студентов (Попов, 1963). Первыми его учениками стали Анатолий Орестович Шкляревский и А.А. Ауновский, затем окончившие курс в 1897 г. Сергей Платонович Попов, Павел Карлович Алексат и Владимир Георгиевич Орловский, приехавшие из Одессы Яков Владимирович Самойлов и из Харькова Николай Николаевич Тихонович, а также слушательницы Высших женских курсов Елизавета Дмитриевна Ревуцкая и Анна Болеславовна Миссуна. В последующие годы число учеников и работников Минералогического кабинета быстро увеличилось, сюда пришли: Николай Иванович Сургунов, Владимир Васильевич Аршинов, Виссарион Виссарионович Караңдеев, Владимир Викторович Критский, Константин Автономович Ненадкевич, Леонид Лакрионович Иванов, Павел Прокопьевич Пилипенко, Ольга Михайловна Шубникова, несколько позднее: Генрих Иосифович Касперович и Александр Евгеньевич Ферсман. Большинство учеников Владимира Ивановича впоследствии станут крупнейшими российскими учеными.

Учебные пособия В.И. Вернадский создаст на основе своих лекций по минералогии и кристаллографии, читаемых студентам-медикам и естественникам с 1891 по 1912 гг., постоянно дополняемых и корректируемых, издаваемых самыми различными доступными способами. Что же их отличало от общепринятого тогда курса минералогии? Еще к своей магистерской диссертации (1891 г.) Владимир Иванович сделал эпиграфом строки из опубликованного в 1822 г. трехтомного труда шведского химика и минералога почетного члена Императорской Российской академии наук Йёенса Якоба Берцелиуса: «Минералогия как учение о неорганических соединениях, составляющих наш земной шар, является лишь частью химии, на данных которой она всецело и исторически основывается».

Как мы сейчас хорошо знаем, описание всякого минерала, как природного соединения, должно включать характеристики его химического состава, кристаллической структуры и условий образования — разумеется, если мы рассматриваем его как объект научного изучения, а не предмет только украшения, интерьера или коллекционирования, на чем, как правило, останавливаются восторженные любители камня. Такого ком-

плексного описания минерала не было в курсах минералогии до Вернадского — минералогия в своем развитии поднялась лишь до детальной характеристики граней и форм кристаллов и физических их свойств (плотность, твердость, спайность, цвет, блеск, прозрачность). Необходимость перечисленных выше трех главных характеристик минерального вещества была впервые декларирована именно В.И. Вернадским, хотя он и отводил первостепенную роль химии: *«Мне кажется, все дальнейшее развитие кристаллохимии должно идти в теснейшей связи с химической минералогией и химией вообще. Минералог и кристаллохимик должны работать сообща. ...Данные кристаллохимии и данные химической минералогии должны совпадать. Данные химической минералогии — не только в виде стехиометрической формулы — должны быть исходными для вычисления пространственной атомной формулы. Где это не сделано, пространственные атомические формулы не могут считаться установленными, требуют проверки. В таком положении находится сейчас вся кристаллохимия, но для более простых соединений это не имеет большого значения; для таких же групп, как силикаты и алюмосиликаты, совершенно необходимо учитывать это обстоятельство, так как мы здесь имеем минералы совершенно другой химической функции, чем те простые солевые образования, какими их считают кристаллохимики. ...Возможность строить пространственные атомные решетки с помощью правильной математической обработки рентгенограмм является событием первостепенного значения для химической минералогии. Она дала ей в руки орудие, которое позволит двинуть вперед эту область знания, захиревшую и медленно развивавшуюся в последние десятилетия. ...От такого соприкосновения с областью, богатой фактами, но идейно не сведенной к современному уровню науки выиграют оба отдела минералогии — химическая минералогия и кристаллохимия»* (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 16).

Химический подход к минералогии для В.И. Вернадского был вполне естественным, поскольку он сам был прекрасным химиком, точнее химиком-минералогом, таким, каким был в свое время И.Я. Берцелиус, и работал в химических лабораториях совместно с такими выдающимися российскими химиками-минералогами как Константин Автономович Ненадкевич, Ирина Дмитриевна Борнеман-Старынкевич и другие. Но и «химическую минералогию» В.И. Вернадский понимал в более широком плане, чем

химики: «Химическая минералогия имеет своей задачей: 1) установление химического состава природных соединений, минералов, 2) восстановление условий химических реакций, которые привели к их образованию, их генезиса и парагенезиса, 3) изучение условий их изменения в разных геосферах — их выветривания, метаморфизма (в том числе и биогенного). Химическая минералогия опирается в своих заключениях прежде всего на химию — на синтез и анализ минералов, — но она в то же самое время опирается и широко пользуется наблюдением в поле — выяснением парагенезиса и изучением псевдоморфоз. На последних здесь необходимо сейчас остановиться, так как учение о псевдоморфозах, научным наблюдением созданное, далеко выходит за пределы современной химии, так как реакции, которые необходимо принимать здесь во внимание, идут в твердой среде, в кристаллической среде, внутри пространственных решеток. ...В учении о парагенезисе, имеющем большое значение для хода химических процессов, приведших к образованию данного минерала, псевдоморфозы играют большую роль. Как и учение о псевдоморфозах, учение о парагенезисе до сих пор не получило сколько-нибудь полного изложения. (Но) В сущности, учение о парагенезисе проникает всю минералогию. ...Основная химическая проблема, существовавшая для всех минералов, ...была проблемой понимания чисел химического анализа минералов. В самом начале выяснилось, что подавляющее количество минералов резко не отвечает стехиометрическим отношениям атомов, составляющих природное соединение. Они отвечают, подобно растворам, неопределенным соединениям Бертолле<sup>7</sup>. ...Митчерлих<sup>8</sup> отметил, что эти неопределенные соединения обладают очень близкой формой, и их аналогичные по форме соединения способны давать кристаллические тела с нестехиометрическими отношениями всех или части атомов. Он назвал это свойство изоморфизмом, свойством, отвечающим атомам, а неопределенные химические соединения, которые они образуют

при кристаллизации, изоморфными смесями. ...Простой следовавший из этого вывод был сделан много позже, в начале XX века Аррениусом<sup>9</sup>, который указал, что в изоморфных смесях мы имеем твердые растворы, аналогичные жидким растворам и подчиняющиеся аналогичным законам» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 16 — 19).

В свете изложенных выше положений В.И. Вернадский задумал пересмотреть имеющиеся факты по минералогии в виде многотомной монографии «Опыт описательной минералогии» (Вернадский, 1955; 1959)<sup>10</sup>. В предисловии к 1-му выпуску «Опыта» он писал: «Основной задачей является пересмотр природных химических соединений Земли с точки зрения химических процессов в ней идущих. Это, по моему мнению, есть главная задача минералогии, которая подобно химии, должна изучать не только продукты химических реакций, но и самые процессы реакций. Этот взгляд на минералогию и переработка в этом смысле всего материала минералогии проводилась мною последовательно в начале 1890-х годов, при чтении лекций по минералогии в Московском университете» (Вернадский, 1955, с. 9).

Выполнение такой грандиозной задачи силами одной, хотя и необыкновенно талантливой и работоспособной личности, вряд ли возможно. Это по силам лишь коллективу опытных квалифицированных единомышленников, сплоченных общей научной идеей, под руководством авторитетного уважаемого редактора или жесткого администратора. В данном случае, попытка написания такой фундаментальной энциклопедической работы протекала вопреки личным обстоятельствам и политическим событиям. Это и борьба против традиционной консервативности коллег-минералогов и косности царских чиновников, субсидирующих научные исследования, и ситуация, возникшая в результате Первой Мировой войны, Февральской и Октябрьской революций, борьба с неожиданной болезнью, в результате которой Владимир Иванович оказался на Украине, в

<sup>7</sup> — Клод Луи Бертолле (1748 — 1822) — французский химик, основатель учения о химическом равновесии.

<sup>8</sup> — Эйльхард Митчерлих (1794 — 1863) — немецкий химик, профессор Берлинского университета (с 1821 г.), основоположник теории изоморфизма и диморфизма.

<sup>9</sup> — Сванте Август Аррениус (1859 — 1927) — шведский физико-химик, установивший диссоциацию соединений и ионное строение разбавленных растворов, лауреат Нобелевской премии (в 1903 г.).

<sup>10</sup> — В.И. Вернадский переосознал свои возможности: из печати вышли только два тома «Опыта описательной минералогии»: том 1 — Самородные элементы, опубликованный в виде 5-и выпусков (1908-1914 гг.), и том 2 — Сернистые и селенитые соединения, в виде 2-х выпусков (1918 и 1922 гг.). Данные выпуски являются образцом энциклопедических справочных изданий, и сейчас, почти через 100 лет, читаются как только что написанные, что с определенностью говорит о том, что фундаментальные минералогические данные не устаревают и могут только дополняться и переосмысливаться. Дальнейший труд по дополнению и продолжению данного издания, под названием «Минералы СССР» взял на себя А.Е. Ферсман, но были подготовлены также только два тома: том 1 — Самородные элементы, том 2 — Сульфиды и сульфосоли (М., Л.: АН СССР. 1940 г.). Дальнейшая работа была прервана Великой Отечественной войной, а затем смертью В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмана в 1945 г.

Киеве (где, кстати, по ходу дела, организовал Украинскую Академию наук и стал ее президентом), а затем в Крыму, в обстановке гражданской войны и последующей разрухи в стране. Это и поиски контактов с новой властью, попытки доказать необходимость интенсивных и широких минералогических исследований для развития производительных сил в стране и открытия в России собственных рудных месторождений, новых перспективных видов минерального сырья, изучения возможностей использования атомной энергии, включения науки в интенсивное социалистическое строительство и, наконец, мобилизация всех сил в помощь фронту в условиях вероломного нападения фашистской Германии (где когда-то в молодости Вернадский постигал минералогическую науку), Великой Отечественной войны. Нужно было быть воистину Вернадским, чтобы сделать то, что он сделал для отечественной науки.

Ускоренные темпы создания социалистической экономики требовали проведения широких практических работ по поиску, разведке, добычи и разработке технологий извлечения и обогащения полезных ископаемых, что привело к необходимости создания минералогических справочников и иного типа — менее углубленных в фундаментальные проблемы и детализированных, но более широких по охвату минеральных видов, с характеристикой возможного их практического применения и описания рентабельных месторождений в стране. И В.И. Вернадский совместно с С.М. Курбатовым срочно перерабатывают и дополняют данные лекций, прочитанных Вернадским в Московском университете, изданных в 1910–1912 гг., в виде монографии, характеризующих наиболее важные группы минералов: простые оксиды и гидроксиды, силикаты, алюмосиликаты и их аналоги (Вернадский, Курбатов, 1937). А коллектив минералогов Ломоносовского института АН СССР переводит с английского под редакцией академика А.Е. Ферсмана и О.М. Шубниковой дополненный и переработанный текст «Описательной минералогии» Э.С. Дана<sup>11</sup> (Дана, 1937), в предисло-

вии к которой Ферсман писал: «*Исключительная потребность в знании минералогии сделалась в последние годы совершенно очевидной. Развитие горной промышленности, расширение и использование самого разнообразного минерального сырья, вовлечение в практический обиход не только редких металлов и редких соединений, но и самых разнообразных минеральных тел, расширение использования нерудных ископаемых и новые пути современной минеральной технологии — всё это требует прежде всего точного знания свойств самого вещества — минерала, знания его констант, его точного химического состава и всех признаков, в иных случаях играющих особую роль при поисках и разведках, в грудах — определяющих технологические черты, хозяйственную ценность. И теоретическая мысль в области минералогии не может не пользоваться на новых путях геохимического анализа точнейшими константами минералов, добытых кропотливой и точной работой кристаллографов, кристаллохимиков и минералогов за последние 200 лет.*»

Завершая данный раздел, невозможно обойти вниманием проблему форм нахождения минералов кремния и алюминия в природе, которой В.И. Вернадский интересовался всю жизнь, начиная с его магистерской диссертации «О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах» (1891 г.) — исследования, которые произвели в минералогии настоящую революцию. Позднее Владимир Иванович так напишет об этой своей работе: «*Перейдя к экспериментальному изучению дистена, андалузита и силлиманита, считавшихся тогда кремнекислыми солями алюминия, автор в них не нашел никаких свойств солей, но ярко выраженные свойства кислотных ангидридов, близких к кварцу. В ряде сравнительных опытов ...автор пришел к заключению, что глинозем и кремнезем играют в алюмосиликатах одинаковую роль, и что оба они являются кислотными ангидридами*<sup>12</sup>. В таком случае каолин и его аналоги являются кремнеглинозестыми кислотами, а такие минералы, как полевые шпаты,

<sup>11</sup> — Эдвард Солсбери Дана (1849–1935) — сын Джеймса Дуайта Дана (1813–1868), автора знаменитой «Системы минералогии», продолживший её выпуск с дополнениями и исправлениями под названием «Описательная минералогия» до 6-изд. 1911 г. с апендиксом-3 1915 г.

<sup>12</sup> — Последующие исследования кристаллических структур полиморфов силлиманита, с одной стороны, подтвердили представления В.И. Вернадского, а с другой, существенно их уточнили: в структурах силлиманита в цепочках, вытянутых параллельно оси с, алюминий находится в октаэдрах  $AlO_6$ , и в тетраэдрах  $AlO_4$ , чередующихся с тетраэдрами  $SiO_4$  (формула  $Al[AlSiO_3]$ ); в структуре андалузита кроме цепочек из октаэдров  $AlO_6$  присутствуют двумерные сетки из чередующихся тетраэдров  $SiO_4$  и пятивершинников  $AlO_5$  (формула  $Al_2[SiO_4]O$ ); в структуре кианита (дистена) половина октаэдров  $AlO_6$  находится в цепочках, вытянутых параллельно оси с, а половина — в цепочках, где  $AlO_6$ -октаэдры чередуются с  $SiO_4$ -тетраэдрами (формула  $Al_2[SiO_4]O$ ). Связи в октаэдрах  $AlO_6$  — ионные, в тетраэдрах  $SiO_4$  и  $AlO_4$  — ковалентные (Минералы, 1972; 1981). То есть только в силлиманите Al и Si являются кислотными ангидридами, тогда как в андалузите и дистене функция Al — промежуточная между кислотным ангидридом и кремнекислой солью.



лейциты, цеолиты и т.д. — кремнеглиноземистыми солями. Убедившись опытным путем в неправомерности представления о всех силикатах и алюмосиликатах как о кремневых солях, я выделил алюмосиликаты и их аналоги, как производные комплексных кремнеглиноземистых и аналогичных ангидридов... Аналогичные представления развивал в области соединений титана, ниоба, тяжелых металлов шведский химик и минералог Бломстранд<sup>13</sup> и пытался разобраться в химии групп минералов, еще более загадочных, чем алюмосиликаты» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 25–26).

Много сил и времени В.И. Вернадский отдал проблеме, как называемого, «каолинового ядра», выделение которого в настоящее время считается ошибочным. Еще в 1898–1899 гг. он установил «существование характерного комплекса  $Al_2Si_2O_7$  (каолинового ядра), остающегося неизменным при бесчисленных химических процессах, природных и лабораторных, частью идущих в твердой кристаллической среде. Этот комплекс (метанакрит): 1) должен был иметь химический характер сложного ангидрида, т.е.  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  должны были иметь в нем одинаковые функции — кислых ангидридов, и 2) очевидно, в пространственной решетке они должны быть одинаково распределены по отношению к окружающим атомам: Al и Si должны были быть химически идентичными» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 38). На протяжении многих лет Вернадский безуспешно пытался уточнить его химическую формулу, чтобы объяснить присоединение к атому Al катионов и воды через насыщенные атомы кислорода, а затем фактически принял гипотезу Феликса Карла Людвиг Махачки, допустившего (в 1928 г.), «что в некоторых алюмосиликатах  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  играют одинаковую химическую роль. Махачки указал на возможность выйти из затруднения, допустив существование в этих минералах комплексов ( $AlO_4$ ) и ( $SiO_4$ ). Эти комплексы выражаются тетраэдрами, в центре которых находятся ионы Al или Si, а в углах — ионы кислорода. ...Из рентгенограмм видно, что для этих минералов алюминий и кремний всегда окружены атомами кислорода, ближе их нет ни одного атома другого элемента. Получается своеобразный остов.

$Al_2Si_{2+n}O_{7+2n}$  (где n может быть равным 0).

Принятие гипотезы Махачки гало превосходные результаты и позволило разобраться в целом ряде случаев, долго не по-

дававшихся пониманию» (Вернадский, Курбатов, 1937, с. 36), то есть, в конце концов, отказать от представлений о «каолиновом ядре».

Такова история, но не следует забывать, что В.И. Вернадский первым обратил внимание на сходные химические функции Si и Al в большой группе минералов, выделенных позднее как алюмосиликаты, имеющие огромное значение для минералогии, петрологии и геологии, так как эти минералы являются породообразующими и практически полностью слагают земную кору, то есть представляют собой главную форму минерального вещества в земных минералообразующих процессах.

### Минералогия, геохимия или «геохимическая минералогия»?

Так все-таки кем был В.И. Вернадский — минералогом или геохимиком? По нашему мнению, не нужно делать таких нелепых противопоставлений — это разные стороны одного и того же понятия, одной и той же науки о природном минеральном веществе. Однако существует расхожее мнение, что Вернадский, модернизировав отечественную минералогию путем решительного внедрения в неё химических идей и методов, тем самым «уничтожил» ее, заменив «новой» наукой — геохимией.

Вряд ли Владимиру Ивановичу можно предъявлять претензии в столь пренебрежительном отношении наших современников к «науке наук» о минеральном веществе, давшей жизнь и кристаллографии, и петрологии, и геохимии, — ученому, взрастившему минералогию, определившему ее научные основы и поставившему её в один ряд с другими естественноисторическими науками о Земле и её обитателях. Мы видели выше, что В.И. Вернадский вкладывал в понятие минералогия. А что он понимал под геохимией?

В.И. Вернадский, конечно, смотрел очень широко. Он хотел познать закономерности поведения химических элементов на Земле и во Вселенной — процессы их зарождения (занимаясь изучением радиоактивности), рассеивания и концентрации (изучая проблемы изоморфизма и образования твердых растворов), перераспределения в ходе процессов минералообразования и последующего преобразования минералов (занимаясь генетической или, как писал Владимир Иванович, динамической минералогией).

<sup>13</sup> — Кристиан Вильгельм Бломстранд (1826–1897) — шведский химик и минералог, профессор университета в Лунде (с 1862 г.), член Стокгольмской Академии наук.

Понятие «геохимия» было «изобретено» не им. Оно, как «химия земной коры», было применено уже в конце 1830-х — начале 1840-х гг. базельским ученым Кристианом Фридрихом Шёнбейном. Цитируя Шёнбейна, В.И. Вернадский напоминает: «В 1842 г. Шёнбейн писал: «Уже несколько лет тому назад я публично высказал свое убеждение, что мы должны иметь геохимию прежде, чем может идти речь о настоящей геологической науке, которая, ясно, должна обращать внимание на химическую природу масс, составляющих наш земной шар и на их происхождение, по крайней мере столько же, сколько и на относительную древность этих образований и в них погребенных остатков допотопных растений и животных. С уверенностью можно, конечно, утверждать, что геологи не вечно будут следовать тому направлению, последователями которого они сейчас являются, и они для расширения своей науки... должны искать новых вспомогательных средств и, без сомнения, тогда введут в геологию минералогически-химический элемент» (Вернадский, 1954, с. 20). То есть В.И. Вернадский, очевидно, соглашался с этим и воспринимал понятие геохимии как минералогически-химический элемент.

Считается, что «путевку в жизнь» геохимии Владимир Иванович дал в своей речи при открытии секции геологии и минералогии XII Съезда русских естествоиспытателей и врачей 28 декабря 1909 г. (Вернадский, 1910 — по: Очерки..., 1922), в которой он впервые обращает внимание на парагенезис химических элементов в земной коре: «Мысли де Бомона<sup>14</sup> о парагенезисе элементов, как функции геологической истории их распределения, и Крукса<sup>15</sup>, как следствия их диссоциации — являются основными тонами современного научного сознания в этой области. ...Идеи в естествознании должны постоянно расти, изменяться и создаваться, и если они не будут питаться постоянно возобновляемым конкретным материалом новых фактов, новых наблюдений, новых опытов, в них самих начнется процесс разложения и изменения, который неизбежно приведет, в конце концов, к далекой от науч-

ной действительности мистике... к сухой, мертвой абстракции» (Вернадский, 1922, с. 75 — 76). Далее, ссылаясь на работы Иоганна Фридриха Августа Брейтгаупта во Фрайберге, Вернадский пишет: «Парагенезис минералов, давая классификацию минералов, встречающихся вместе, неизбежно распределяет тем самым и те химические элементы, из которых состоят эти минералы. Механически он систематизирует химические элементы земной коры. Для этого достаточно заменить «минерал» его химическим составом» (там же, с. 77). «Другая схема получила развитие значительно позже. ...Эта вторая схема — схема о количественном составе земной коры и отдельных ее частей — пошла по двум разным путям, одинаково плодотворным и важным. С одной стороны обратились к наиболее обычным элементам, пытаясь выразить числом или порядком их относительное количество в земной коре... в 1888 году, эти попытки были приведены в форму, удобную для научной работы американцем Клерком<sup>16</sup>, и развиты его последователем, известным норвежским ученым Фогтом<sup>17</sup>. ...Однако, чисто количественный метод исследования, каким мы привыкли строить точные обобщения химии, здесь явно недостаточен. ...Ибо в земной коре порядок чисел, выражающий распространенность разных химических элементов, колеблется в огромном масштабе. В миллионы и десятки миллионов раз одни элементы более распространены, чем другие. ...Мало сравнимы друг с другом обычные и редкие элементы земной коры. Для последних надо было идти другим путем, была создана схема о распространении их следов в минералах и участках земной коры, о их рассеянии среди природных химических соединений. ...Единственное возможное объяснение для микроскопического рассеяния элементов мы имеем в том характере минералов, который сближает их с растворами. Благодаря рассеянию, химические элементы образуют чрезвычайно разжиженные твердые растворы — а в разжиженных растворах растворенные вещества подчиняются законам газов» (там же, с. 77 — 79). То есть и в данном случае геохимические выво-

<sup>14</sup> — Эли де Бомон (1798 — 1874) — французский геолог, член Парижской Академии наук (с 1835 г.) и ее непререкаемый секретарь (с 1856 г.), профессор Горной школы (в 1829 г.) и Коллеж де Франс (в 1832 г.).

<sup>15</sup> — Уильям Крукс (1832 — 1919) — английский физик и химик, член и председатель Лондонского Королевского общества, внедрил в науку спектральный анализ, изобрел радиометр, открыл таллий.

<sup>16</sup> — Франк Уилгсуорт Кларк (1847 — 1931) — главный химик Геологической службы США (с 1883 г.), всю жизнь занимавшийся геологическими проблемами, свел и переработал огромный материал по содержанию химических элементов в земной коре в книге Data of geochemistry (1908 г.), выдержавшей 5 изданий (последнее в 1924 г.), один из основателей геохимии, профессор Университета в Цинциннати (1874 — 1883), член Национальной Академии в Вашингтоне (с 1911 г.).

<sup>17</sup> — Юхан Герман Ли Фогт (1858 — 1932) — норвежский петрограф и геолог, иностранный член-корреспондент Императорской Санкт-Петербургской Академии наук (с 1912 г.), профессор металлургии в Университете Кристиании (ныне Осло) (1886 — 1903), профессор минералогии и геологии Высшей технической школы в Тронхейме (1912 — 1928).

ды основываются на анализе химического состава конкретных минералов.

«Наиболее глубоко и наиболее полно охватывается парагенезис элементов учением об изоморфных рядах. ...Изоморфный ряд элементов для нас тот ряд, аналогичные соединения элементов которого дают изоморфные смеси, т.е. способны давать взаимно растворы в твердом состоянии. ...В изоморфных рядах мы имеем твердый базис для изучения парагенезиса элементов в природе. Исходя из них, мы разбираемся в формулах минералов. Небольшое количество типов природных химических соединений делает приложимым метод изоморфных рядов, громоздкий и неудобный в вопросах химии. ...В отличие от рядов химии мы будем называть (их) природными изоморфными рядами. Чрезвычайно характерно, что такие ряды изменчивы в зависимости не столько от типа химического соединения, к которому они применяются, сколько от внешних условий его образования. Изоморфный ряд выражает свойство соединений данных элементов при земных условиях давать твердые растворы определенного типа. ...Наблюдение указывает нам, что изоморфные ряды перемещаются и изменяются под влиянием изменения температуры и давления. Химический элемент, входящий в один изоморфный ряд, при определенных температуре и давлении, не входит в него при их изменении и входит в другой. В то же время могут быть случаи, что элементы, входящие в какой-нибудь или какие-нибудь изоморфные ряды, не входят при других температурах и давлениях ни в какие изоморфные ряды, являются одиночными изгоями» (там же, с. 80 – 83).

«Таким образом, изоморфный ряд требует наличности условий, частью 1) геологического и генетического, частью 2) физического и химического характера. Очевидно, последние могут находиться в тесной зависимости от первых. Геологические причины ясны и могут быть прослежены в каждом отдельном случае. ...Нередко, однако, при этом сильнее будет влиять не химические или физические свойства, далекие от изоморфной смеси, но сама способность элементов давать изоморфные смеси, т.е. совпадение полей устойчивости одинаковых кристаллических классов для аналогичных соединений» (там же, с. 87).

Впоследствии, оглядываясь назад на путь проделанный геохимией в нашей стране, В.И. Вернадский писал: «Представление о геохимии как науке об истории земных ато-

мов возникло на фоне новой атомистики, новой химии и физики в тесной связи с тем представлением о минералогии, которое повдиглось в Московском университете в 1890–1911 гг. Преподавание и научная минералогическая работа были здесь поставлены так, что на первое место выдвинута была история минералов, изучение их генезиса и их изменения, обычно в то время отходившее на второй план при изложении минералогии в высшей школе. При таком изложении минералогии геохимические проблемы выступали в ней еще в большем масштабе и более значительно, чем это было обычно в университетских курсах неорганической химии. Постепенно работа минералогического кабинета Московского университета, а позже связанная с ней работа Минералогического музея Академии Наук все более и более направлялась к геохимии. Данное Кларком имя нашло здесь сразу же готовое, иное однако, чем у него содержание и «благодарную почву» (Вернадский, 1954, с. 28).

Выше приведенное наглядно подтверждает, что геохимия — это та же минералогия, но, так сказать, «высшая», а минералогия Вернадского — это минералогия, превращенная из чисто описательной, созерцательной, в естественноисторическую науку, вооруженную точными научными методами познания. Владимир Иванович внедрил в неё методы и методологию как химии, так и геологии, и в таком виде её обоснованно можно характеризовать, как геохимическую минералогию. То есть понятия геохимия и геохимическая минералогия фактически являются синонимами. Во времена Вернадского не было ещё полноценного структурного анализа и современных спектроскопических методов исследования вещества, то есть методов, которые изучают минерал не только как природное химическое соединение, но и как природное физическое тело. В противном случае, может быть, появился бы другой термин — не геохимия, а что-то более точное и широкое, например, «геохимфизика» или «геофизхимия».

Говоря о задачах минералогии в нашей стране, В.И. Вернадский писал: «В долгой, тысячелетней истории минералогии, понимание ее содержания изменялось до неузнаваемости. ...От старого осталось слово, но в него вложено новое содержание. И это содержание подвижно, оно меняется, углубляется, движется с ходом времени» (Вернадский, 1928, с. 21). И это действительно так. Характеризуя современную минералогическую науку, необходимо сказать, что она

прошла славный, хотя и трудный путь развития: вобрала в себя методы структурного анализа, превратилась из химической минералогии в кристаллохимию, а на основе физической химии, термодинамики и физико-химического эксперимента, а также детальных природных наблюдений на конкретных геологических объектах — в генетическую и регионально-генетическую минералогию.

## Трудные годы минералогии

Всё, что говорилось выше, указывает на огромную роль В.И. Вернадского как реформатора отечественной, да и мировой минералогии, показавшего первостепенное её значение среди других естественноисторических наук о Земле, выдвинувшего очередные задачи минералогии в нашей стране и успешно их решившего вместе с группой своих учеников и последователей. Но судьба отечественной минералогии порой была трагична, что трудно объяснить, учитывая такую высокую её оценку. Создается впечатление, что в отечественном, да и в мировом научном сообществе существовали силы, которых почему-то не устраивало столь прогрессивное развитие минералогии, усиление её роли среди других геолого-минералогических наук. Неправильно было бы обойти молчанием эти обстоятельства, о чем мы узнаем в основном из переписки В.И. Вернадского с А.Е. Ферсманом (Письма..., 1985).

В 1922 г. на физико-математическом факультете Московского университета было создано 12 научно-исследовательских институтов, среди которых были НИИ геологии (директор А.П. Павлов) и НИИ минералогии и петрографии, который возглавлял ученик В.И. Вернадского Я.В. Самойлов. Однако они просуществовали всего лишь до 1930 г., когда после реорганизации МГУ геологические, минералогические и некоторые другие науки были исключены из состава университета<sup>18</sup>.

10 января 1936 г. в письме А.Е. Ферсману В.И. Вернадский писал: «Пришлось быть у Баумана<sup>19</sup>, и там я поднял вопрос о положении минералогии в нашей высшей школе и о

возвращении Кафедры минералогии и геологии Московскому университету. Бауман принял меры немедленно и настаивает, по-видимому, о срочном решении. Уже 8-го, когда я был по делам Радиевого института у Габидулина, я встретил там ректора Московского университета<sup>20</sup> и с ним поговорил. Придется подать записки и мне и Вам — краткие. Сделаю это завтра или послезавтра» (Письма..., 1985, № 141, с. 174).

В письме от 1 февраля 1936 г. В.И. Вернадский вновь писал о этом: «Я, кажется, писал Вам, что с Бауманом говорил об возвращении Московскому университету минералогии. Как будто дело двинулось. Но, очевидно, жмут решительных мер сверху» (Письма..., 1985, № 142, с. 177).

А в письме от 13 мая 1936 г. В.И. Вернадский беспокоился уже о судьбе минералогии в Академии: «Крепко надеюсь, что Вы сможете поставить научную работу по минералогии на нужную высоту — перед Вами огромная работа и долгие годы жизни. Вы совсем, совсем молодой человек по сравнению со мной. И только Вы можете это сделать: так как Вы стоите во главе Ломоносовского института, где так необходимо Ваше научное руководство и где Вы — и только Вы — можете это сделать — изменить чуждую науку обстановку, там развившуюся во время Вашего отсутствия теперь и прежде. Сейчас и в Академии перед Вами большая работа, но главное — Ломоносовский институт»<sup>21</sup> (Письма..., 1985, № 143, с. 178).

Письмо от 24 сентября 1938 г. носит уже официальный характер, как будто это переписка не между друзьями, признанными мировыми лидерами, минералогами, так много сделавшими для становления и развития минералогической науки в нашей стране:

*«Многоуважаемый Александр Евгеньевич,*

*Прошу Вас поставить на обсуждение Отделения вопрос о положении в нашем Союзе преподавания минералогии и геохимии в высшей школе и научной работы по этим дисциплинам в нашей Академии. В связи с перестройкой Академии положение в смысле научной работы грозит чрезвычайно ухудшиться по этим дисциплинам. Уже больше десяти лет подымается в нашей стране во-*

<sup>18</sup> — Кафедра минералогии в МГУ была восстановлена только в 1944 г. на геолого-почвенном факультете.

<sup>19</sup> — Карл Янович Бауман (1892 — 1937) с 1934 г. до ареста и расстрела в 1937 г. был заведующим созданного в 1934 г. отдела науки при ЦК ВКП(б).

<sup>20</sup> — С 1934 по 1939 г. — директором, а с 1939 по 1943 г. — ректором МГУ был математик профессор А.С. Бутягин.

<sup>21</sup> — Ломоносовский институт геохимии, кристаллографии и минералогии (ЛИГЕМ), возглавляющийся акад. А.Е. Ферсманом, был организован в 1932 г. путем объединения Геохимического и Минералогического институтов и Минералогического музея Академии наук в Ленинграде. В 1934 г. вместе с Академией был переведен в Москву, а в 1937 г. введен в состав Института Геологических Наук (ИГН АН СССР).



*прос о положении в ней минералогии. Первая Всесоюзная конференция по минералогии в 1927 г.<sup>22</sup> обращалась с указанием о тяжелом положении преподавания и научной работы по минералогии в нашей стране. В 1930 г. помимо Совнаркома прекращено преподавание и научная работа по минералогии и всем геологическим наукам в Московском университете, где она стояла на высоком уровне. В 1937 г. Второе минералогическое совещание вновь обратилось к правительству с указанием на ненормальность и вред для страны создавшегося положения. Все мои попытки через Комитет высшей школы и в печати добиться улучшения положения были неудачны<sup>23</sup>. Сейчас положение еще ухудшается, так как ухудшается научная работа по этим дисциплинам в Академии.*

*А между тем потребность жизни требует как раз широкого развития этих областей знания. Их теоретическое и прикладное значение неуклонно растет... Сейчас требуются решительные меры для улучшения ухудшающейся за последний год научной работы в Академии по этим дисциплинам в ее Геологическом институте. Там создано такое положение, что в руководстве Института нет признания значения этих дисциплин. В плане на 1939 год в основной проблеме — карта прогнозов — выдвинута исключительно геология. Между тем по существу геохимия и минералогия должны стоять на равном с геологией месте. Вследствие этого вся постановка мне представляется неправильной. Карта прогноза может быть создана на трех основах: геохимии, геологии и минералогии. Насколько знаю, попытка в несравненно, правда, малом масштабе — карта Швейцарии проф. Ниггли<sup>24</sup> — была сделана минералогом. По существу геохимия должна здесь выступить на видное место. Вся работа американской горной разведки в отличие от нашей построена на минералогической — геологической основе. План Геологического института построен только на геологической основе. Я считаю, что сейчас в Геологическом институте не обеспечена научная работа по*

*геохимии и в нем неблагоприятно, так как из него удаляются хорошие молодые минералоги (например, Лабунцов). Положение усложняется тем, что создается два новых отделения (Геологическое и Химическое). Геохимия наука химическая по своей основной методике, и этим обуславливается слабое ее положение в Геологическом институте, в котором химическая наука поставлена недостаточно высоко. Необходимо сейчас пересмотреть положение таких дисциплин, как геохимия и геофизика в системе Академии наук. Они не могут быть в Геологическом отделении. Геохимия в значительной мере создана в нашей стране, но сейчас у нас нет места для ее мощного развития, несмотря на все растущее ее прикладное значение.*

*Положение мне представляется критическим и требующим коренного решения. Президиум Геологического института недостаточно научно авторитетен, так как крупный ученый академик Архангельский, его председатель, уже много месяцев в нем не участвует и никем не заменен. Я считаю сверх сего, как и высказывал при первых обсуждениях невозможным установить программу Геологического института без предварительного соглашения с научной работой Наркомтяжпрома.*

*Исходя из всего изложенного, я прошу Вас создать при Отделении временную Комиссию для обсуждения вопроса о преподавании и научной работе по минералогии и геохимии в нашей стране, и в Академии в частности. Я вижу кругом огромные возможности в виде подрастающего молодого поколения минералогов, не имеющего возможности закончить свое научное образование и приложить к научной работе свои силы. Надо спешить, чтобы жизнь их не затеряла» (Письма..., 1985, № 156, с. 190 — 192).*

*Так же обстояло дело с минералогией и за рубежом. В письмах к А.Е. Ферсману из Парижа (1923 — 1924 гг.), куда Владимир Иванович был командирован читать лекции по геохимии, он писал: «Сейчас центр научной работы — в нашей области — явно переходит в Америку, и самая интересная — американская*

<sup>22</sup> — Конференция проходила с 1 по 6 января 1927 г. в Ленинграде по инициативе группы ленинградских минералогов, работавших в Академии наук и Горном институте. В ее работе приняли участие президент АН СССР А.П. Карпинский (председатель), академики В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, Н.С. Курнаков и др. А.Е. Ферсман в своем докладе «Минералогия СССР и сопредельных стран» поднял вопрос о необходимости коллективной работы минералогов с целью дать в течение 10 лет полное минералогическое описание всех территорий нашей страны.

<sup>23</sup> — Второе минералогическое совещание, проходившее в Москве 14—18 мая 1937 г., было подготовлено Организационным бюро под руководством В.И. Вернадского, но Владимир Иванович в нем не участвовал по болезни. П.П. Пилипенко сделал доклад «Минералогия в вузах и втузах» о неправильном положении минералогических дисциплин, занимаемых ими в высшей школе.

<sup>24</sup> — Пауль Ниггли (1888 — 1953) — швейцарский минералог, петрограф и геохимик, профессор Лейпцигского (1915 — 1918), Тюбингенского (1918 — 1920) и Цюрихского (с 1920 г.) университетов и Высшей технической школы в Цюрихе (с 1920 г.), иностранный член-корреспондент Академии наук СССР (с 1924 г.).

*литература. По сравнению с ней европейская в этой области отходит на второй план все более и более сильно. Во Франции нет достаточно людей в области минералогии. Кафедры всех университетов заняты кристаллографами, и только Фридель в Страсбурге менее чужд минералогии. Здесь Моген и Валлетан — оба кристаллографы»* (Письма..., 1985, № 92, с. 107). *«С Германией, мне кажется, особенно плохо с минералогией — уже давно. Там был самый крупный все-таки Грот, Гекке, Чермак, Нитгли — не германцы. А сейчас, как и до войны, крупных минералогов там нет. Но в других областях у них иное — физики, химики, математики»* (Письма..., 1985, № 97, с. 117).

Не лучше обстоит дело с минералогией в нашей стране и в настоящее время. Минералогическая тематика фактически исключена из приоритетных направлений исследований Российской академии наук (см. Постановление Президиума РАН от 1 июля 2003 г. № 233 об «Основных направлениях фундаментальных исследований Отделения наук о Земле», а также «Планы фундаментальных исследований РАН на периоды 2006—2010 и 2011—2025 гг.»). В последнем плане слово «минерал» фигурирует только в одном направлении № 67 в следующей редакции: «Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минерало-образующих систем». Красиво, но не понятно — как будто, литогенетические, магматические и метаморфические системы не являются минералообразующими? В реферируемом и рецензируемом «ВАК'овском» наиболее авторитетном академическом журнале «Доклады Академии наук» вы не найдете ни раздела «минералогия», ни раздела «кристаллография» (всё поглотила «геохимия»). Хорошо ещё, что геологам до сих пор присуждают степени кандидатов и докторов геолого-минералогических (а не — геохимических) наук, напоминая им этим, что без знания минералогии они не смогут стать профессионалами в своих областях геологических знаний. Конечно, в настоящее время в минералогии нет таких гигантов мысли, как В.И. Вернадский или А.Е. Ферсман, но минералогия-то существует и успешно развивается, впитывая в себя методы и достижения химии и физики, как это в свое время предсказывал Владимир Иванович.

## **В.И. Вернадский и современность**

В.И. Вернадский был не только крупнейшим ученым, но и бескомпромиссным общественным, государственным и политическим деятелем, чутко отзывавшимся на все события российского и мирового масштаба, и вел не только огромную научную, но и научно-организационную работу, имевшую большое общественное значение.

Не будем вспоминать о его демонстративном уходе из Московского университета вместе со своими учениками и соратниками: А.Е. Ферсманом, В.В. Карандеевым, Г.И. Касперовичем, Я.В. Самойловым, В.М. Цебриковым и 126 другими преподавателями в знак протеста против мероприятий реакционного министра просвещения Л.А. Кассо, нарушившего автономию университета, отдавшего его на произвол полиции и уволившего не согласившихся с этим ректора университета А.А. Мануйлова, помощника ректора М.А. Мензбира и проректора П.А. Минакова. В том же 1911 г. в связи с празднованием 200-летия со дня рождения М.В. Ломоносова В.И. Вернадский активно участвует в обращении Академии к царскому правительству с предложением об организации на базе химической и минералогической лабораторий и физического кабинета Минералогического музея Ломоносовского института<sup>25</sup> (Вернадский, 1911). Во время Первой Мировой войны и после Октябрьской революции он создает КЕПС и СОПС — Комиссию и Совет по изучению естественных производительных сил в России и активно работает по выявлению в нашей стране собственных месторождений стратегически важных полезных ископаемых, необходимых в условиях войны и последующей экономической блокады со стороны империалистических государств. Исследуя минералы урана и радиоактивность, он создает в Петрограде на основе соответствующей лаборатории Минералогического музея Академии наук Радиевый институт, а затем настоятельно рекомендует советскому правительству проведение исследований по возможности использования атомной энергии. Оказавшись в период гражданской войны на Украине, он создает Украинскую Академию наук и становится её президентом. Руководя Минералогическими музеями в Москве и Санкт-Петербурге-(Петрограде), он создает в них аналитические лаборатории, а затем превращает их в научно-исследовательские институты и т.д. Перечислить всё невозмож-

<sup>25</sup> — В 1912 г. царское правительство дало формальное согласие на организацию Ломоносовского института, но ни средств, ни земельного участка для его постройки Академия не получила. Не нашло оно средств и в ответ на повторные обращения Академии в 1912-1918 гг. Ломоносовский институт был создан только при советской власти, но просуществовал недолго.

но. Незадолго до смерти в 1943 г. он получил за свои научные и организационные труды Сталинскую Премию первой степени, что в какой-то степени свидетельствует о признании его заслуг в создании и развитии отечественной минералогической науки советским правительством.

Нам, минералагам, ничего доказывать не нужно. В отечественной, да и мировой науке вряд ли найдется личность, по своему авторитету, эрудиции, научной и организационной деятельности, вкладу в науку, сопоставимая с Владимиром Ивановичем Вернадским.

Но как мы относимся к наследию этого гениального ученого 100 лет спустя? Естественно, по-разному. Есть исследователи, которые справедливо указывают на некоторые ошибки и устаревшие выводы и представления. А как же иначе. Хотя В.И. Вернадский, несомненно, на много опережал своё время, он не мог обогнать будущее, вечность. Наука (в том числе и минералогическая) стремительно движется вперед, несмотря на препоны, которые ставит перед ней жизнь, раздраемая противоречиями между сталкивающимися общественно-экономическими формациями, государствами, народами, религиями, всем тем, что определяет сиюминутные интересы и благополучие элит и правящих верхушек. У науки более благородные и далеко идущие цели и задачи, и в том числе овладение знаниями о человечестве, о мире, в котором мы живем, о Земле — ее строении, составе, процессах, идущих на ней, в ней и с ней, геологической истории. В.И. Вернадский в этом плане был ярчайшей фигурой, борцом за могущество мировой науки и мировую общечеловеческую справедливость. Он стоял выше узкогосударственных, узкопартийных, узкоклановых интересов, был Человеком Мира.

Его идеи и сейчас актуальны, как и раньше, так как основаны на научной методологии, развивающейся вместе с общим прогрессом методов исследований и знаний в борьбе с консервативностью, преклонением перед авторитетами и ограниченностью научных школ, за всеисилие и могущество объективных научных фактов.

Какая сейчас ситуация в нашей минералогии? Даже среди крупных ученых есть мнение, что минералоги должны заниматься только диагностикой минералов в интересах других наук, изучающих землю, исследователей, которые продуцируют глобальные идеи о генезисе пород, минералов и рудных месторождений. Верхом достижений мине-

ралога должна быть точная диагностика, описание минеральных фаз и открытие новых минеральных видов, и именно это (а не генетическая минералогия) поддерживается разными грантами, проектами, интересом коллекционеров и любителей камня.

В.И. Вернадский учил и призывал к другому, а именно, что минерал, как основная форма нахождения минерального вещества в природе, должен находиться в центре всех наук о Земле, что на основе детальнейшего химического, физического, структурного изучения минералов, природных наблюдений и физико-химических экспериментов специалисты-минералоги могут и должны получать ценнейшую информацию о составе, строении и свойствах природных химических соединений и использовать ее в качестве основной при решении генетических и прикладных вопросов. Что-то в этом направлении уже достигнуто: развиваются генетическая, региональная, экспериментальная, прикладная, технологическая минералогия — мощный арсенал отраслей минералогии, способных дать детальнейшее минералогическое описание геологических объектов, выявить минералогические индикаторы в целях поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, дать основу для выбора тех или иных способов добычи, технологии обогащения и извлечения полезных компонентов и, наконец, использовать структуру и свойства ряда минералов в качестве нетрадиционных или новых видов сырья и технологических материалов. Только нужно хотеть и уметь этим воспользоваться.

## Вместо заключения

Более чем сто лет назад академик Владимир Иванович Вернадский (1863—1945) — крупнейший российский естествоиспытатель XIX—XX вв., сто пятидесятилетие со дня рождения которого мы в текущем году отмечаем, совершил научный подвиг — преодолевая непонимание и консерватизм ряда «кабинетных» ученых и чиновников, он решительно и последовательно внедрял в практику минералогических исследований и преподавания минералогии на кафедре, которой он руководил в Московском университете, нарождающийся в то время новые тенденции в мировой науке и за относительно короткое время создал в России блестящую отечественную школу минералогов, оснастил её научно — исследовательскими институтами и создав великолепные минералогические музеи в Москве и Петербурге. Рос-

сии повезло, в ней жил и работал такой Ученый, Патриот и Человек, способный вывести минералогическую науку на передовые позиции в мире. По свидетельству А.Е. Ферсмана: «Нет никакого сомнения в том, что Владимир Иванович — крупнейший и своеобразнейший исследователь живой и мертвой природы, творец новых научных течений, реформатор и создатель русской минералогии и мировой геохимии» (Ферсман, 1946, с. 788). Он «обладал не только замечательным организационным талантом, но и глубокими познаниями в ряде областей науки: минералогии, геохимии, биогеохимии, биологии, почвоведении, геологии, химии, физике, кристаллографии, энергетике, радиогеологии, радиографии, гидрогеологии, картографии, истории науки, философии и т.д. Это разнообразие творческой мысли сочеталось у него с редчайшей глубиной анализа» (там же, с. 789).

К сожалению, редчайший талант В.И. Вернадского — естествоиспытателя и педагога, предвидение и понимание тенденций в развитии мировой науки, коренных задач и противоречий в прогрессе человеческой цивилизации на Земле, глубочайший патриотизм, потребность служить своему народу, отечеству, отечественной науке и, в частности, понимание ведущего значения минералогии в области знаний о Земле, её роли в сфере экономики, экологии, культуры и истории человечества, нередко наталкивались на равнодушные, непонимание, а, может быть, и зависть. Но Владимир Иванович бескорыстно служил науке, несмотря на чинимые ему препоны, верил в прогресс и всемогущество минералогической науки и учил этому своих учеников и тех, кто хотел бы стать его учеником. А кроме того, он глубоко изучал проблему, которой начинал заниматься, в историческом аспекте: что было сделано в данном направлении предшественниками. Как подчеркивал А.Е. Ферсман: «Владимир Иванович всегда начинал изучение каждого явления прежде всего с точного исторического анализа. И как бы ни начинался его трактат или описание, ему всегда предшествовала история вопроса. И от нас, своих учеников, Владимир Иванович требовал всегда глубочайшего освещения истории вопроса, и делал он это не формально, а фактически, уча нас понимать ход каждой мысли и историю ее развития» (Ферсман, 1946, с. 790).

В одном из писем из Италии Владимир Иванович писал о роли музея в истории науки. Музеи, по его мнению, имели исключи-

тельное значение в развитии естествознания и культуры вообще... он говорил: «Мы, естествоиспытатели, должны учиться у историков глубоким историческим методам понимания прошлых судеб человечества. Только используя эти методы, мы сможем сделаться историками природы» (там же, с. 790 — 791).

## Литература

- Вернадский В.И. О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах. М.: МОИП. I. **1891**. 100 с.
- Вернадский В.И. Генезис минералов // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. **1892**. Т. 8. Спб.: Типо-Литография И.А. Ефрона. С. 306 — 311.
- Вернадский В.И. Явления скольжения кристаллического вещества (физико — кристаллографические исследования) Учен. зап. Моск. ун-та. Отд. естест.-историч. Вып. 13. М.: Моск. ун-т. **1897**. III. 182 с.
- Вернадский В.И. Парагенезис химических элементов в земной коре. Речь при открытии секции геологии и минералогии 28 дек. 1909 г. // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей (1909 — 1910). Отдел I. М.: Лисснер и Собко. **1910**. С. 73 — 91.
- Вернадский В.И. О Ломоносовском институте при императорской Академии наук. Спб.: АН. **1911**. 6 с.
- Вернадский В.И. Задачи минералогии в нашей стране (1917 — 1927) // Природа. **1928**. № 1. С. 21 — 40.
- Вернадский В.И. Очерки геохимии / Избранные сочинения в 5-ти томах. М.: АН СССР. **1954**. Т. 1. С. 7 — 392.
- Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии с дополнениями автора 1912 — 1922. Том 1. Самородные элементы // Избранные сочинения в 5-ти томах. М.: АН СССР. **1955**. Т. 2. 615 с.
- Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии с дополнениями автора 1912 — 1922. Том 2. Сернистые и селенистые соединения // Избранные сочинения в 5-ти томах. М.: АН СССР. **1959**. Т. 3. С. 5 — 319.
- Вернадский В.И., Курбатов С.М. Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналоги / Из лекций В.И. Вернадского в Московском университете, изданных в 1910 — 1912 гг. 4-е изд., переработанное и приведенное к новому уровню знаний проф. С.М. Курбатовым и акад. В.И. Вернадским. Л., М.: ОНТИ НКТП СССР. **1937**. 378 с.



- Геологический альманах. К 250-летию Московского университета и 65-летию геологического факультета МГУ / Автор-составитель Б.Т. Янин. М.: МГУ. **2003**. 236 с.
- Дана Э.С.* Описательная минералогия (Справочник) / Переработанный и дополненный пер. с англ. под ред. акад. А.Е. Ферсмана и О.М. Шубниковой. Л., М.: ОНТИ НКТП СССР. **1937**. 423 с.
- Личков Б.Л.* Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) / Ред. Н.Л. Зелинский. М.: МОИП, сер. историческая. № 33. **1948**. 103 с.
- Личков Б.Л.* Научные идеи и творчество последних лет жизни В.И. Вернадского // Жизнь и творчество Владимира Ивановича Вернадского по воспоминаниям современников (к 100 летию со дня рождения) / Очерки по истории геологических знаний. Вып. 11. М.: АН СССР. **1963**. С. 124–151.
- Минералы (Справочник). Т. III. Вып. 1. М.: Наука. **1972**. 883 с. / Вып. 3. М.: Наука. 1981. 398 с.
- Очерки и речи акад. В.И. Вернадского. Т. I. Петроград; Научно-технич. отдел В.С.Н.Х. Р.С.Ф.С.Р. Научное Химико-Техническое изд-во. **1922**. 159 с.
- Письма В.И. Вернадского А.Е. Ферсману. М.: Наука. **1985**. 272 с.
- Попов С.П.* Минералогический кабинет Московского университета в период 1894–1908 гг. // Жизнь и творчество Владимира Ивановича Вернадского по воспоминаниям современников (к 100 летию со дня рождения) / Очерки по истории геологических знаний. Вып. 11. М.: АН СССР. **1963**. С. 21–29.
- Ферсман А.Е.* Жизненный путь академика Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945) // Зап. ВМО. Сер. 2. 1946. Ч. 75. Вып. 1. С. 5–24. По: Избранные труды. М.: АН СССР. **1959**. Т. 5. С. 787–805.
- Щербаков Д.И.* Из истории Комиссии по изучению естественных производительных сил России // Жизнь и творчество Владимира Ивановича Вернадского по воспоминаниям современников (к 100 летию со дня рождения) / Очерки по истории геологических знаний. Вып. 11. М.: АН СССР. **1963**. С. 21–29.