

---

---

ИСТОРИЯ  
НАУКИ

---

---

**ПЕРЕЧИТЫВАЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО: К 160-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ**

© 2023 г. Почетный член Ю. Л. Войтеховский\*

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,  
наб. р. Мойки, д. 48, Санкт-Петербург, Россия*

*\*e-mail: vojtehovskij@herzen.spb.ru*

Поступила в редакцию 30.06.2023 г.

После доработки 07.07.2023 г.

Принята к публикации 18.08.2023 г.

На основе анализа библиографии и основных научных трудов показана творческая эволюция В.И. Вернадского от специальных вопросов минералогии и кристаллохимии к созданию основ геохимии и биогеохимии и, далее, к учению о биосфере и ноосфере. Методологическое значение имеют не только его научные результаты, но и способ формирования им своего научного мировоззрения, впитавшего открытия в физике и биологии конца XIX–первой половины XX веков. Статья приурочена к 160-летию со дня рождения.

*Ключевые слова:* В.И. Вернадский, минералогия, кристаллохимия, геохимия, история науки, биосфера, ноосфера

DOI: 10.31857/S0869605523050088, EDN: RWOXBD

**ВВЕДЕНИЕ**

В этом году исполнилось 160 лет со дня рождения В.И. Вернадского (1863–1945). Дата отмечается представителями самых разных наук – столь велико его творческое наследие. Не повторяя хорошо известной биографии, обозначим его первые шаги в науке, из чего легче понять последовавший затем взлет научной мысли.

В.И. Вернадский учился на естественном отделении физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета (1881–1885): химии – у Д.И. Менделеева, ботанике – у А.Н. Бекетова, минералогии – у В.В. Докучаева. Они сформировали в нем глубокое и разностороннее естественнонаучное мировоззрение. В.В. Докучаев не был выдающимся минералогом, его заслуги – в области почвоведения, но пробудил в студенте любовь к дисциплине, ставшей его научной платформой. В 1885–1890 гг. В.И. Вернадский – хранитель Минералогического кабинета университета. После переезда с 1890 г. – приват-доцент кафедры кристаллографии и минералогии Московского университета, с 1891 г. – заведующий кафедральным Минералогическим кабинетом. В 1897 г. защитил докторскую диссертацию и получил должность профессора. До 1911 г. (ухода из университета в числе 130 преподавателей в знак протеста против политики министра образования Л.А. Кассо) преподавал минералогию и воспитал ряд известных учеников. Назовем лишь А.Е. Ферсмана (1883–1945), соратника в создании научных основ геохимии и деятельности КЕПС – Комиссии по изучению естественных производительных сил России.

## ТВОРЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Жизненный порыв и творческая эволюция – эти понятия философии А. Бергсона нравились В. И. Вернадскому не случайно. Они вполне отвечают его научному стилю и сложившейся биографии. Бывает трудно сказать, когда зарождается и как созревает новая идея. Иногда историку науки помогают дневниковые записи. Но чаще он имеет дело с публикациями, фиксирующими результат. Анализ библиографии<sup>1</sup> показывает, как возникали, переплетались и сменялись темы исследований В.И. Вернадского.

Его первые научные статьи типичны для молодого ученого. Это тщательные описания геологических объектов (Вернадский, 1887, 1888). Их удачный выбор подтверждается тем, например, что карьер и штольни Рускеалы, поставившие мрамор для строительства дворцов в Санкт-Петербурге и пригородах, популярны и сегодня, но как объекты туризма. Рано прозвучала, усилилась с созданием КЕПС и продолжалась через всю жизнь тема полезных ископаемых, менялись лишь виды сырья (Вернадский, 1888, 1897а, 1915б ... 1937).<sup>2</sup> Тогда же обозначилась и тема истории науки. Множество этих статей образует два жанра: мемориальные (Вернадский, 1892в, 1898а ... 1943, 1946) и отзывы в связи с избранием на должность или в Академию наук (Вернадский, 1908 б; Карпинский и др., 1909 ... Вернадский, Левинсон-Лессинг, 1930). Отдельно укажем три статьи, в которых В.И. Вернадский излагает и отстаивает свое мировоззрение (Вернадский, 1902, 1905, 1933). Много публикаций посвящено организации науки (Павлов, Вернадский, 1892 ... Вернадский, 1926, 1941в), образования (Вернадский, 1901 ... Вернадский, 1936б), их непростым отношениям (Вернадский, 1908а) и практическим приложениям науки (Вернадский, 1915а ... 1941а). Отметим также его внимание к минералогическим музеям и частным коллекциям (Вернадский, 1898б, 1910б, 1921).

Названные темы важны в научном творчестве В.И. Вернадского. Начатые в молодости, они продолжались всю жизнь. Но стержень его научной биографии в итоге составил тренд: минералогия (общая и генетическая) → кристаллохимия и кристаллография → геохимия (общая и биогеохимия) → учение о биосфере и ноосфере. Общей минералогии посвящено немало статей (Вернадский, 1898в, ... 1922; Вернадский, Ферсман, 1910). Но он быстро перешел к генетической минералогии. Первая такая статья написана для энциклопедии Брокгауза и Ефрона (Вернадский, 1892а), а обобщающий академический труд вышел в 2 томах и 5 выпусках (Вернадский, 1923–1936). В пору преподавания и потом написаны учебники по кристаллографии и минералогии (Вернадский, 1891а, 1903, 1908–1922). Генетическая методология детально разработана позднее под названием “Онтогенез минералов” Д.П. Григорьевым (1961). Но в концептуальной установке его предтечей был В.И. Вернадский. О преемственности говорит фраза из письма А.Д. Шаховской Б.Л. Личкову от 2 августа 1943 г. “Пишу Вам по поручению Владимира Ивановича. (...) Он очень легко и охотно уходит в воспоминания, с большой охотой пишет сейчас наброски своей научной деятельности по минералогии. Он пишет это как материал для юбилейного заседания и доклада об его работе, который должен быть сделан Д.П. Григорьевым” (Переписка..., 1980, с. 153–154).

При чтении трудов В.И. Вернадского обращаешь внимание на попытки строго определять понятия: “природное тело – это...”, “живое вещество – это...” – следствие обучения на физико-математическом факультете и склонности к строгому научному мышлению. Закономерно, что его интересовали разделы, уже оформившиеся в минералогическую кристаллографию и (дорентгеновскую) кристаллохимию. Е.С. Федоровым (1890) и А. Шенфлисом (Schoenflies, 1891) уже были заложены основания математической кристаллографии. Иначе он вполне мог бы утонуть в этой области. Его восхищало учение о симметрии: пространственные и точечные группы, описывающие

<sup>1</sup> Доступна в интернете, содержит около 400 прижизненных публикаций, сост. И.Г. Малахова, группа истории геологии Геологического института РАН, г. Москва.

<sup>2</sup> Здесь и далее указаны первые и последние публикации, многоточие означает “многие другие”.

структуры и формы кристаллов; предельные группы П. Кюри (Curie, 1894; Кюри, 1966), характеризующие среды, в которых эволюционируют косные и живые природные тела. Здесь удачно сочетались строгость и масштабность мышления В.И. Вернадского.

Минералогической кристаллографии он посвятил докторскую диссертацию (Вернадский, 1897б) и ряд статей, среди которых выделяется “энергетическая” тема (Вернадский, 1907–1908). Она подхвачена А.Е. Ферсманом (1935, 1936), а сегодня выросла в научное направление, полагающее принципы сростаний минералов в горных породах и рудах в минимизации ими свободной энергии. Важны по меньшей мере два следствия из теории: петрологическое – при расшифровке генезиса горных пород (Бродская, 1988; Бродская, Марин, 1995; Марин, 2020) и технологическое – при разработке оптимальных способов обогащения руд (Зуев, 2009; Бродская, Марин, 2016).

В области кристаллохимии сказалось фундаментальное образование, полученное от Д.И. Менделеева. Это видно в ранних статьях о связи химического состава и формы минералов, в частности, о полиморфизме и изоморфизме (Вернадский, 1892б, 1894). Еще больший резонанс получила его идея о “каолиновом ядре” в силикатах и алюмосиликатах. Об одинаковой роли Al и Si в них сказано еще в магистерской диссертации (Вернадский, 1891б). Он считал ее одной из своих лучших идей. После работ нобелевских лауреатов М. Лауэ (за открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах, 1914 г.) и У. и Л. Брэггов (за исследования кристаллов с помощью рентгеновских лучей, 1915 г.) выяснились важные нюансы. Природа действительно использует в кристаллах типовые строительные блоки: в полевых шпатах, фельдшпатоидах и цеолитах – четверные кольца из тетраэдров Al и Si с O. Но нашлись и шестерные кольца, а еще цепочки, ленты, слои и более сложные блоки (Белов, 1976). И все же, несмотря на осложнения, идея В.И. Вернадского о стандартных блоках в дизайне минералов оказалась правильной.

Минералы – временные остановки атомов на путях миграции. Вероятно, именно такое понимание вызвало интерес В.И. Вернадского к судьбам химических элементов в земной коре и космосе. Трудно сказать, когда родилась концепция, возможно, ещё во время лекций Д.И. Менделеева. Статьи о распространении в земной коре редких и рассеянных химических элементов, открытых незадолго до того спектральным методом в пламени бунзеновской горелки, излились потоком (Вернадский, 1909–1916). В статье (Вернадский, 1910 в) к химическим элементам применена минералогическая концепция “парагенезиса”. Школа В.В. Докучаева сказала в том, что почвы стали сквозной темой, сначала в общей геохимической постановке, затем с биогеохимическим уклоном (Вернадский, 1889 ... 1936а, 1939).

Из общей геохимической проблематики постепенно вырос интерес В.И. Вернадского к геохимии радиоактивных элементов в связи с открытием естественной радиоактивности (А. Беккерель, 1896 г.) и изотопов химических элементов (Ф. Содди, 1910 г.). Он среди первых догадался о неисчерпаемых ресурсах ядерной энергии и перспективах абсолютной геохронологии как научного метода познания истории Земли. Им посвящены работы (Вернадский, 1910а, 1911 ... 1941б). Сегодня изотопными методами охвачена вся шкала геологической истории от глубокого докембрия до антропогена. Более того, гелий–третиевый метод позволяет определить время пребывания воды под землей до излияния из источника. Без этого не обойтись в случае техногенной аварии, загрязнения поверхностных вод и определения пригодного источника водоснабжения. Одновременно с В.И. Вернадским геохимию создавали американец Ф.У. Кларк, норвежец В.М. Гольдшмидт<sup>3</sup> и А.Е. Ферсман. Но он опередил всех в систематическом

<sup>3</sup> Не путать с немецким кристаллографом и минералогом В.М. Гольдшмидтом, у которого стажировался А.Е. Ферсман после окончания Московского университета.

изучении геохимии живого вещества, создании биогеохимии как науки и организации специальной лаборатории.

В синтетическом характере биогеохимии, конечно, сказались образование, полученное у классиков естествознания Д.И. Менделеева, А.Н. Бекетова и В.В. Докучаева. Она тесно связана с почвоведением, океанологией, биологией, экологией и другими науками. Ключевым в геохимии является понятие природного цикла химического элемента. В.И. Вернадский показал огромное значение организмов на протяжении всей геологической истории в формировании атмосферы, в частности – природного цикла углекислого газа. И это прямо связано с активно обсуждаемой проблемой глобального потепления климата. Еще один важный результат – концепция о биогеохимических провинциях с аномалиями химических элементов, вызывающими болезни у людей (избыток В – энтериты, Мо – подагру, Рb – невралгии, нехватка Со – гиповитаминоз, и т. д.), животных и растений. Она стала основой применения микроэлементов в медицине, ветеринарии и растениеводстве.

Но главное, что сегодня ассоциируется с именем В.И. Вернадского – его учение о ноосфере, высшей стадии развития биосферы, в которой природные геохимические циклы должны гармонично сочетаться с разумной деятельностью быстро растущего человечества, уже ставшего геологической силой, но создающего неестественные циклы: сжигание попутных газов на нефтяных промыслах, выбросы промышленных газов в атмосферу, сбросы стоков заводов и фабрик в реки и плохо изолированные отстойники, огромные мусорные свалки на суше и плавучие острова в океанах... Из предшественников В.И. Вернадского следует назвать Э. Леруа (ноосфера – его термин) и Т. де Шардена, слушавших его лекции в Сорбонне в 1922–1923 гг. Статья, в названии которой прозвучала ноосфера (Вернадский, 1944), стала одной из последних, символически подытожившей его творческую эволюцию от частных вопросов минералогии к мировоззрению, охватившему планету и ближний космос. Статью (Verнадsky, 1945) в журнальном варианте он не увидел. Идеи ноосферы изложены в рукописях, опубликованных посмертно (Вернадский, 2016).

В отличие от идей Э. Леруа и Т. де Шардена концепция В.И. Вернадского построена на строго научных основаниях. Человек рассмотрен в ней как биологический вид, победивший в ходе эволюции, расселившийся по всей планете и благодаря интеллекту – продукту прогрессивной цефализации – ставший преобразующей силой биосферы. Каждое положение концепции обосновано данными естественных наук, по возможности – расчетами. В.И. Вернадский подчеркивал, что его научный метод – только обобщение проверенных фактов. Нет оснований полагать, что он искренне заблуждался. Учение о ноосфере – тоже научное обобщение. Это важно отметить в связи с попытками найти в нем философские или теологические подоплеки.

После беглого обзора научных направлений, в которых работал В.И. Вернадский, укажем на три интересующие нас темы.

## ПРИРОДНЫЕ ТЕЛА И ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА

Строгого определения понятия “природного тела” В.И. Вернадский не дал. Пойдем его из контекста. “Удобно ввести некоторые новые основные понятия... ⟨...⟩ Таковы понятия природного тела (природного объекта) и природного явления. Нередко их обозначали как естественные тела или явления. ⟨...⟩ Понятия природного тела и природного явления, мало логически исследованные, представляют основные понятия естествознания. Для нашей цели здесь нет надобности углубляться в логический их анализ. Это тела или явления, образующиеся природными процессами – природные объекты. Природными телами биосферы являются не только живые организмы, живые вещества, но главную массу вещества биосферы образуют тела или явления неживые, которые я буду называть косными. Таковы, например, газы, атмосфера, горные

породы, химический элемент, атом, кварц, серпентин и т.д. (...) разнородные природные тела, как, например, почвы, илы, поверхностные воды, сама биосфера и т.п., состоящие из живых и косных природных тел (...) эти сложные природные тела я буду называть биокосными природными телами” (Вернадский, 2016, с. 248–249).

Понятие природного тела естественно, почти очевидно и все же рождает вопросы о его границах и структуре. В 1960-х и 1970-х на волне “математизации геологии” они активно обсуждались (Косыгин и др., 1965), термины закреплены в справочнике (Косыгин, 1977). В.И. Вернадский следил за веяниями в физике и математике. “Мы сейчас имеем право допустить в пространстве, в котором мы живем, проявление геометрических свойств, отвечающих всем трем формам геометрии — Евклида, Лобачевского и Римана. Правильно ли такое заключение, логически вполне неоспоримое, покажет дальнейшее исследование” (Вернадский, 2016, с. 257). Говоря о геометрии пространства, он мыслил расстояния “геохимически”, то есть между атомами как точками. Кажется, историками науки осталась неисследованной диалектика его дискретного и непрерывного геохимических представлений, иначе говоря, как из разнородных дискретных атомов получается непрерывное поле. Без ссылок, но, скорее всего, под влиянием его идей о неевклидовых геометриях минералов (зональные кристаллы кварца, искривленные — доломита) писали С.В. Руднев (1986) и Р.В. Галиулин (2002).

Еще важнее то, что для иерархически устроенных геологических тел “атомарная” метрика — не единственная. Так, в горной породе можно выделить минеральные индивиды и агрегаты по разным логическим основаниям. И далее все зависит от того, как мы определим топологию тела. Всегда можно определить дискретную топологию и целый спектр метрик между индивидами и агрегатами (Войтеховский, 2022). Всякая такая метрика определяет горную породу как неевклидово пространство и пригодна для расчета пространственных корреляций. Это понимание и практические приложения кажутся перспективными. Можно лишь догадываться, какой полет совершила бы мысль В.И. Вернадского при расширенном понимании им метрики.

## ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГРУППЫ П. КЮРИ

Живое вещество — тема, рассмотренная В.И. Вернадским в самых разных аспектах. И все же укажем нюанс, как представляется, не схваченный. Возьмем понятие “живого вещества” из контекста. Известная сложность — как и электромагнитное поле, жизнь удастся определить лишь перечислением свойств.

“Можно говорить о всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы” (Вернадский, 2016, с. 56). “Можно, следовательно, брать все живое вещество в целом, т. е. совокупность всех живых организмов без исключения как единую, особую область накопления свободной химической энергии в биосфере” (там же, с. 57). “Характерным свойством живого вещества является его изменчивость. (...) Живое вещество, совокупность живых организмов, резко отличается от косного вещества: это подвижное равновесие” (там же, с. 134). “Протоплазма может быть рассматриваема как водный золь, в котором происходят коллоидальные сгущения и изменения” (там же, с. 139). “Жизнь находится в вечном движении...” (там же, с. 154). “Химические создания почвы не входят целиком в новые жизненные вихри элементов, выражающие, по образному выражению Ж. Кювье, сущность живого” (там же, с. 176–177). “Живое вещество биосферы есть совокупность живых организмов, в ней живущих. (...) Живое вещество (...) обладает своей особой организованностью. (...) Организованность (...) находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частиц. В ходе времени (...) мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек (материальная или энергетическая) не возвращается закономерно, не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математиче-

ской случайности, очень малой вероятности” (там же, с. 245). Итак, живое вещество определяется В.И. Вернадским как совокупность всех живых индивидов, в каждом — протоплазма, и непрерывное движение, “жизненные вихри элементов” — это ее неотъемлемое свойство.

Рассуждая о геометрии живого вещества, В.И. Вернадский обращается к принципу диссимметрии П. Кюри, но сразу переходит к проблеме энантиоморфизма (правизне и левизне) и “ярко выраженной кривизне форм жизни” (Вернадский, 2016, с. 256), связывая их с неевклидовыми геометриями. Тут возможен иной логический ход. Напомним иерархию предельных групп симметрии П. Кюри (с их геометрическими образами):  $\infty\infty m$  (сфера)  $\rightarrow \infty\infty$  (сфера с вращением в каждой точке)  $\rightarrow \infty 2$  (скрученный цилиндр)  $\rightarrow \infty$  (вращающийся конус);  $\infty\infty m$   $\rightarrow \infty/mm$  (цилиндр)  $\rightarrow \infty/m$  (вращающийся цилиндр)  $\rightarrow \infty$ ;  $\infty/m$   $\rightarrow \infty m$  (конус)  $\rightarrow \infty$ . Но в схеме нет примитивной подгруппы (обозначение 1), которой заканчивается иерархия подгрупп любой группы.<sup>4</sup> Задача не в том, чтобы добавить ее формально, а чтобы указать на отвечающую ей физическую среду, что сделано П. Кюри для 7 (с учетом энантиоморфизма 10) предельных групп симметрии. Полагаем, что это и есть живое вещество (протоплазма), которое мгновенно изменчиво, для которого нельзя допустить даже как угодно малое движение, совмещающее исходное и конечное состояния, ведь “никогда ни одна из ее точек (...) не попадает (...) в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше”. П. Кюри не указал эту возможность лишь потому, что не выращивал кристаллы в столь специфической среде, В.И. Вернадский — поскольку не углублялся в анализ соподчинения предельных групп симметрии П. Кюри.

Сказанное позволяет ответить на вопрос, который В.И. Вернадский задает в разных формах: почему живое вещество — не кристалл, в чем особенность его геометрии, почему в нем разрешены некристаллографические элементы симметрии? Сегодня кристаллография стоит на прочном математическом основании, группы симметрии — следствия более общих принципов, предъявляемых к точечным (г, R)—системам Б.Н. Делоне. Если требование “быть не ближе, чем на г” для атомов и молекул живого вещества можно принять, то требование “удаляться не далее, чем на R” ему фундаментально противоречит. В кристалле атомы колеблются около положений равновесия, образующих решетку как математический образ. Живой организм — открытая проточная система, отрицающая локальную теорему и глобальный кристаллический порядок в пользу совсем иной анатомии.

## ЭВОЛЮЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА

Отдельной публикации заслуживает тема пространства—времени в геологии, как ее видел В.И. Вернадский и как она была развита отечественными авторами в ряде публикаций. В этом русле укажем всего на один вопрос. “В ходе геологического времени растет мощность выявления живого вещества в биосфере, увеличивается его в ней значение и его воздействие на косное вещество биосферы. (...) Гораздо более обратил на себя внимание и более изучен другой процесс... (...) Это процесс эволюции видов в ходе геологического времени — резкое изменение самих живых природных тел. (...) Живое вещество является пластичным, изменяется, приспосабливается к изменениям среды, но, возможно, имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды. (...) Как общее для живого вещества явление мы в нем наблюдаем пластичный эволюционный процесс, даже признака которого нет для косных естественных тел. Для этих последних

<sup>4</sup> Иногда говорят, что кристаллографическая примитивная ось, т.е. ось 1-го порядка (обозначение 1), поворачивает фигуру на  $360^\circ/1 = 360^\circ$  или, что то же самое, оставляет ее на месте. Это совсем не то же самое! Здесь смешаны два элемента симметрии: ось 1-го порядка поворачивает фигуру и потому не примитивна, примитивный элемент оставляет фигуру на месте, ему в принципе запрещено что-либо двигать, результаты действия первой и бездействия второго совпадают, что и создало путаницу.

мы видим те же минералы, те же процессы их образования, те же горные породы и т. п. сейчас, как это было два миллиарда лет тому назад” (Вернадский, 2016, с. 250–251).

Итак, живое вещество эволюционирует в силу приспособляемости к меняющейся среде или, возможно, внутреннего императива (номогенеза). В этих альтернативах с множеством течений развивалась биология с XIX века до наших дней. Для него есть онтогенез и филогенез. А что же минеральные системы? Онтогенез минералов – наша идеология. Минеральный индивид, агрегат, геологическое тело, месторождение полезных ископаемых... – все можно рассмотреть индивидуально: они образуются (рождаются), растут (но механизмы роста иные), разрушаются (умирают). Неполное совпадение смыслов Д.П. Григорьев подчеркнул тем, что заменил “онтогенез” на “онтогению”. А как насчет “филогенеза” и “филогении”? Последняя фраза в приведенной цитате явно неудачна. Лик планеты за два миллиарда лет изменился, геодинамический режим и магматогенные продукты – тоже. В.И. Вернадский это понимал и, наверное, имел в виду отсутствие прямой преемственности геологических формаций, того, что биологи называют генетикой. И тогда мы с ним солидарны. Мы полагаем, что нет филогении минералов, горных пород, месторождений полезных ископаемых... Это всякий раз кристаллизация (менее или более длительная) некоторой физико-химической системы (менее или более масштабной) в термодинамических условиях, меняющихся в земных оболочках от места к месту и от эпохи к эпохе в ходе закономерной эволюции планеты. С термином “филогения” можно согласиться только как с метафорой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первый вывод следует из анализа библиографии и имеет отношение к психологии научного творчества В.И. Вернадского. Удивительно, что почти все темы, начатые им в молодости, с разной интенсивностью продолжались всю жизнь. Лишь в последние 15 лет на первый план окончательно вышла тема биогеохимии. Сегодня известно, что одновременно писалось учение о ноосфере, при жизни не опубликованное. Показательно, что большинство работ написано им без соавторов, что и позволяет назвать его мыслителем. Заметим, что эту манеру письма унаследовал А.Е. Ферсман.

В.И. Вернадский подчеркивал, что не допускает в научную работу никакой философии, даже марксистско-ленинской диалектики. Это было смело и прощалось ему властями не иначе как медленное преодоление “дореволюционных” жизненных установок. Между тем, его философская эрудиция была весьма широкой, а позиция – принципиальной. Только факты и их обобщения – вот его научная методология. Учение о ноосфере – тоже научное обобщение. В этом смысле В.И. Вернадский – пример мыслителя, продумавшего свое мировоззрение.

В связи с открытиями в физике в начале XX века он упрекнул философов, не успевающих сформулировать новое мировоззрение. В этом можно видеть личный побудительный мотив создать его.<sup>5</sup> Мы должны быть благодарны АН СССР, посмертно опубликовавшей рукописи о ноосфере. Но тем самым он был “назначен” философом. История сыграла шутку. Это показала конференция “Основания философии В.И. Вернадского и реалии XXI века” (МГУ, 18–19 апреля 2023 г.), участники которой большей частью пересказали содержание ноосферного учения. Было бы более продуктивно рассмотреть его критически в духе, известном у философов и историков науки как “М. Планк против Э. Маха” или “Т. Кун против К. Поппера”, то есть отстоять парадигму под атаками фальсификаций.

А ведь с парадигмой не все безоблачно. В отношении перспектив ноосферы в научном сообществе ширится скепсис. Все больше сторонников того, что это – утопия, историческая асимптота, воздвигнутая на фундаменте не экономических и политических, а естественных наук, что придает ей больше убедительности. К ней можно стре-

<sup>5</sup> Свое слово мог сказать Б.Л. Личков. Это видно не столько из его переписки с В.И. Вернадским (Переписка..., 1980), сколько из работы (Личков, 1914), ставшей библиографической редкостью. Известные обстоятельства жизни не позволили ему это сделать. Книга с надписью “от автора” есть в личном фонде А.Е. Ферсмана в библиотеке Геологического института КНЦ РАН, г. Апатиты.

миться, но нельзя достичь. Уже более ста лет, как человечество застряло на стадии техногенеза (термин введен А.Е. Ферсманом в начале 1930-х), не прогрессируя в области морали. Обсуждается идея считать 1945 г. – год первых ядерных бомб – началом нового геологического периода. Какая уж тут гармония природы и общества, это – не ноосфера! Человечество скорее освоит ближайшие планеты Солнечной системы, чем научится решать проблемы на Земле. В концепции ноосферы такой вариант не предусмотрен. Трудно спорить с таким видением ситуации. И все же учение В.И. Вернадского стало платформой ряда масштабных проектов устойчивого развития. Причина – в его историческом оптимизме.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарен рецензентам за полезные замечания, способствовавшие лучшему изложению материала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белов Н.В.* Очерки по структурной минералогии. М.: Недра. **1976.** 344 с.
- Бродская Р.Л.* Термодинамические (кинетические) критерии формирования и эволюции структуры минеральных агрегатов // ЗРМО. **1988.** № 5. С. 623–633.
- Бродская Р.Л., Марин Ю.Б.* Энергетическая характеристика внутренних границ и технологические свойства минеральных агрегатов // Докл. РАН. **1995.** Т. 344. № 5. С. 654–656.
- Бродская Р.Л., Марин Ю.Б.* Онтогенетический анализ на микро- и наноуровне минеральных индивидов и агрегатов для реставрации условий рудообразования и оценки технологических свойств минерального сырья // Зап. Горного ин-та. **2016.** Т. 219. С. 369–376.
- Вернадский В.И.* Отчет о поездке в Рускиялу: условия залегания русского мрамора // Тр. СПб. об-ва естествоиспытателей. **1887.** Т. 18. С. 24–25.
- Вернадский В.И.* О фосфоритах Смоленской губернии // Тр. Вольного экон. об-ва. **1888.** № 3. С. 84–85; № 11. С. 263–294.
- Вернадский В.И.* Путевые заметки о почвах бассейна р. Чаплынки Новомосковского уезда Екатеринославской губ. // Тр. Вольного экон. об-ва. **1889.** № 3. С. 22–29.
- Вернадский В.И.* Краткий курс минералогии, читанный студентам-медикам в 1891-1892 гг. М.: Московский ун-т, **1891а.** 158 с.
- Вернадский В.И.* О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах // Бюлл. МОИП. **1891б.** № 1. С. 1–100.
- Вернадский В.И.* Генезис минералов // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. **1892а.** Т. 8. Стлб. 306–311.
- Вернадский В.И.* О полиморфизме как общем свойстве материи // Уч. зап. Московского ун-та. **1892б.** Вып. 9. С. 1–18.
- Вернадский В.И., Памяти Н.И. Кокшарова и А.В. Гадолина* // Бюлл. МОИП. **1892в.** № 4. С. 506–510.
- Вернадский В.И.* Химический состав, кристаллическая форма главнейших минералов. М.: Московский ун-т. **1894.** 22 с.
- Вернадский В.И.* Признаки железных руд в Полтавской губ. // Хуторянин. **1897а.** № 32. С. 448–449.
- Вернадский В.И.* Явления скольжения кристаллического вещества. М.: Московский ун-т. **1897б.** 182 с.
- Вернадский В.И.* Андрей Еремеевич Арцруни // Русские ведомости. **1898а.** № 202. 23 сент. С. 3.
- Вернадский В.И.* О коллекции архиепископа Нила // Северный край. **1898б.** № 16. 17 дек. С. 3–4.
- Вернадский В.И.* О хромовом турмалине из Берёзовска // Бюлл. МОИП. **1898в.** № 4. С. 21–26.
- Вернадский В.И.* Об основаниях университетской реформы. М.: Московский ун-т. **1901.** 17 с.
- Вернадский В.И.* О научном мировоззрении // Вопр. философии и психологии. **1902.** № 65. С. 1409–1465.
- Вернадский В.И.* Основы кристаллографии. М.: Моск. ун-т. **1903.** 344 с.
- Вернадский В.И.* Кант и естествознание XVIII столетия // Вопр. философии и психологии. **1905.** № 76. С. 36–70.
- Вернадский В.И.* К физической теории кристаллических двойников // Изв. Акад. наук. **1907.** № 11. С. 335–352; О кристаллической энергии. 1. О кристаллизации вещества в присутствии готового кристалла другого тела // Там же. **1908.** № 2. С. 215–229. О кристаллической энергии. 2. Об одновременной кристаллизации двух несмешивающихся тел // Там же. **1908.** № 11. С. 945–956.
- Вернадский В.И.* Наука и проект университетского устава А.Н. Шварца // Русские ведомости. **1908 а.** № 258. 6 нояб. С. 2.

*Вернадский В.И.* Отзыв об ученых трудах проф. П.Н. Чирвинского // Изв. Екатеринбург. высш. горн. училища. **1908**. Т. 4. Вып. 2. С. 9–10.

*Вернадский В.И.* Опыт описательной минералогии. СПб.: Акад. наук. Т. 1. Самородные элементы. Вып. 1. **1908**. 176 с. Вып. 2. **1909**. С. 177–336. Вып. 3. **1910**. С. 337–496. Вып. 4. **1912**. С. 497–656. Вып. 5. **1914**. С. 657–840. Т. 2. Сернистые и селенитые соединения. Петроград: Рос. Акад. наук. Вып. 1. **1918**. 144 с. Вып. 2. **1922**. С. 145–264.

*Вернадский В.И.* Заметки о распространении химических элементов в земной коре: 1. К истории Rb, Cs и Tl. 2. О распространении Tl в земной коре // Изв. Имп. Акад. наук. **1909**. № 12. С. 821–832; 3. Наблюдения 1909–1910 гг. // Там же. **1910**. № 14. С. 1129–1148; 4. О распространении In // Там же. **1911**. № 3. С. 187–193; 5. Наблюдения 1910 г. // Там же. **1911**. № 14. С. 1007–1018; 6. История Rb в земной коре // Там же. **1914**. № 13. С. 951–956; 7. Bi в земной коре // Там же. **1916**. № 15. С. 1323–1342.

*Вернадский В.И.* О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи. СПб.: Имп. Акад. наук. **1910а**. 54 с.

*Вернадский В.И.* О Румянцевском минералогическом собрании // Русские ведомости. **1910**. № 96. 28 апр.

*Вернадский В.И.* Парагенезис химических элементов в земной коре // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М.: Московский ун-т. **1910в**. С. 73–91.

*Вернадский В.И.* Задача дня в области радия // Изв. Имп. Акад. наук. **1911**. № 1. С. 61–72.

*Вернадский В.И.* К вопросу о задачах Полярной комиссии // Протоколы физ.-мат. отд. Имп. Акад. наук. 21 янв. **1915а**. С. 481–434.

*Вернадский В.И.* О необходимости незамедлительного исследования Геолкомом месторождений золота // Изв. Геол. комитета. **1915б**. Т. 34. № 7. С. 441–444.

*Вернадский В.И.* О метеоритах и их коллекции в Академии наук // Изв. РАН. **1921**. Т. 15. № 1/18. С. 119.

*Вернадский В.И.* О новом никелевом минерале – коловратите // Докл. АН. **1922**. Сер. А. С. 31–40.

*Вернадский В.И.* История минералов земной коры. Т. 1. Вып. 1. Петроград: Научхимтехгиздат. **1923**. 208 с. Т. 1. Вып. 2. Л.: Там же. **1927**. 168 с. Т. 2. Вып. 1. Л.: Госхимтехиздат. **1933**. 201 с. Т. 2. Вып. 2. Л.: Химтеоретиздат. **1934**. 200 с. Т. 2. Вып. 3. Л.: Там же. **1936**. 160 с.

*Вернадский В.И.* Записка о необходимости возобновления работ Комиссии по истории знаний // Изв. АН СССР. **1926**. № 18. С. 1692–1694.

*Вернадский В.И.* По поводу критических замечаний акад. А.М. Деборина // Изв. АН СССР. **1933**. № 3. С. 395–407.

*Вернадский В.И.* Об анализе почв с геохимической точки зрения // Почвоведение. **1936а**. № 1. С. 8–16.

*Вернадский В.И.* Геологические науки в Московском университете // Известия. **1936б**. № 141. 18 июня.

*Вернадский В.И.* Геохимия Mn в связи с учением о полезных ископаемых // Тр. конф. по генезису руд Fe, Mn и Al. Л.–М.: Изд. АН СССР, **1937**. С. 229–246.

*Вернадский В.И.* Биогеохимическая роль Al и Si в почвах // Почвоведение. **1939**. № 2. С. 39–41.

*Вернадский В.И.* Бурение скважины для определения глубинных пород в районе Абельмановской заставы // Вечерняя Москва. **1941а**. № 106. 7 мая.

*Вернадский В.И.* О необходимости выделения и сохранения чистых тяжелых изотопов природных радиоактивных процессов // Природа. **1941б**. № 1. С. 63–66.

*Вернадский В.И.* О необходимости организованной научной работы по космической пыли // Проблемы Арктики. **1941в**. № 5. С. 55–64.

*Вернадский В.И.* Памяти профессора Петра Андреевича Земятченского // Изв. АН СССР. Сер. геол. **1943**. № 1. С. 105–114.

*Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. **1944**. Т. 18. Вып. 2. С. 113–120.

*Вернадский В.И.* Гете как натуралист: мысли и замечания // Бюлл. МОИП. **1946**. № 1. С. 5–52.

*Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Книга по требованию, **2016**. 573 с.

*Вернадский В.И., Левинсон-Лессинг Ф.Ю.* Записка об ученых трудах проф. В.А. Обручева // Записки об ученых трудах д. чл. АН СССР по отделению физ.-мат. наук, избранных 12 янв. 1929 г. Л.: Изд. АН СССР, **1930**. С. 117–128.

*Вернадский В.И., Ферсман А.Е.* Дискразит из Златны в Трансильвании // Изв. Имп. Акад. наук. **1910**. № 6. С. 487–489.

*Войтеховский Ю.Л.* Минеральный агрегат: к истории определения понятия // ЗРМО. **2022**. № 6. С. 101–120.

<https://doi.org/10.31857/S0869605522060089>

*Галуллин Р.В.* Кристаллографическая картина мира // Успехи физ. наук. **2002**. Т. 172. № 2. С. 229–233.

*Григорьев Д.П.* Онтогенез минералов. Львов: Изд. Львов. ун-та. **1961**. 284 с.

*Зуев В.В.* Остовно-электронная кристаллохимия и свойства минералов. СПб.: Наука, **2009**. 270 с.

Карпинский А., Вернадский В., Никитин В. Отзыв Комиссии по присуждению медали А.И. Антипова в 1909 г. по предмету минералогии // Зап. СПб. минерал. об-ва. **1909**. № 3. С. 45–49.

Косыгин Ю.А. (Ред.) Формы геологических тел. Терминологический справочник. М.: Недра. **1977**. 247 с.

Косыгин Ю.А., Воронин Ю.А., Борукаев Ч.Б. Геологическое пространство как основа структурных построений // Геология и геофизика. **1965**. Ст. 1. Статическое геологическое пространство. № 9. С. 3–11; Ст. 2. Геологические границы и выделение геологических тел. № 10. С. 3–11; Ст. 3. Описание геологических тел. № 11. С. 3–12.

Кюри П. О симметрии в физических явлениях: симметрия электрического и магнитного полей // Избр. труды. М.: Наука. **1966**. С. 95–113.

Личков Б. Границы познания в естественных науках. Киев: Книгоизд-во И.И. Самоненко. **1914**. 259 с.

Марин Ю.Б. О минералогических исследованиях и использовании минералогической информации при решении проблем петро- и рудогенеза // ЗРМО. **2020**. № 4. С. 1–15.

Павлов А.П., Вернадский В.И. Проект устава Общества для обеспечения и организации русских естественноисторических научных съездов. М.: Тип. Иноземцева. **1892**. 12 с.

Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым. 1940–1944. М.: Наука. **1980**. 224 с.

Руднев С.В. Применение эллиптической геометрии Римана к исследованию решетчатых структур реальных кристаллов. Л.: ЛГУ. **1986**. 18 с.

Федоров Е.С. Симметрия правильных систем фигур. СПб.: Тип. А. Якобсона. **1890**. 148 с.

Ферсман А.Е. Энергетическая характеристика геохимических процессов // ДАН СССР. **1935**. Т. 2. № 3/4. С. 263–268; Система эквов // Там же. № 8/9. С. 559–566; Периодическая система энергетических коэффициентов // Там же. Т. 3. № 4. С. 173–176.

Ферсман А.Е. Геоэнергетический анализ миаскитовых пегматитов Ильменских гор // Матер. по минералогии Ильменских гор. М.; Л.: АН СССР, **1936**. С. 39–52.

## Rereading V.I. Vernadsky: on the 160th Anniversary of the Birth

Yu. L. Voytekhovskiy\*

*Herzen Russian State Pedagogical University,  
48, Saint Petersburg, Russia*

*\*e-mail: vojtehovskij@herzen.spb.ru*

On the base of analysis of the bibliography and the main scientific works, there is traced the creative evolution of V.I. Vernadsky: from special issues of mineralogy and crystal chemistry to the creation of the basis of geochemistry and biogeochemistry, and further to the concept of the biosphere and the noosphere. Not only his scientific results have methodological importance but also the way of formation of his scientific outlook which absorbed the discoveries in physics and biology in the end of XIX–first half of XX centuries. The article is timed to the 160th anniversary of his birth.

*Keywords:* V.I. Vernadsky, mineralogy, crystal chemistry, geochemistry, history of science, biosphere, noosphere

## REFERENCES

- Belov N.V. Essays on structural mineralogy. Moscow: Nedra. **1976**. 344 p. (*in Russian*).
- Brodskaya R.L. Thermodynamic (kinetic) criteria for the formation and evolution of the structure of mineral aggregates. *Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.)*. **1988**. N 5. P. 623–633 (*in Russian*).
- Brodskaya R.L., Marin Yu.B. Energy characteristics of internal boundaries and technological properties of mineral aggregates. *Doklady RAN*. **1995**. Vol. 344. N 5. P. 654–656 (*in Russian*).
- Brodskaya R.L., Marin Yu.B. Ontogenic analysis at the micro- and nanoscale of mineral individuals and aggregates to reconstruct the conditions of ore formation and assess technological properties of minerals. *J. Mining Institute*. **2016**. Vol. 219. P. 369–376 (*in Russian*).
- Curie P. Sur la symétrie dans les phénomènes physiques, symétrie d'un champ électrique et d'un champ magnétique. *J. de Physique*. **1894**. N 3(1). P. 393–415.
- Fedorov E.S. Symmetry of regular systems of figures. Saint Petersburg: A. Jacobson's typography. **1890**. 148 p. (*in Russian*).
- Fersman A.E. Energy characterisation of geochemical processes. *Doklady USSR Acad. Sci*. **1935**. Vol. 2. N 3/4. P. 263–268; The system of ec's. *Ibid*. N 8/9. P. 559–566; A periodic system of energy coefficients. *Ibid*. Vol. 3. N 4. P. 173–176 (*in Russian*).

- Fersman A.E. Geo-energetic analysis of the miascitic pegmatites of the Ilmeny Mts. *Mater. on mineralogy of the Ilmeny Mts.* Moscow, Leningrad.: USSR Acad. Sci., **1936**. P. 39–52 (*in Russian*).
- Galiulin R.V. Crystallographic picture of the world. *Advances in physical sciences*. **2002**. Vol. 172. N 2. P. 229–233 (*in Russian*).
- Grigoriev D.P. Ontogeny of minerals. Lvov: Lvov university, **1961**. 284 p. (*in Russian*).
- Karpinsky A., Vernadsky V., Nikitin V. Review from the Commission for the Award of the A.I. Antipov Medal for the Subject of Mineralogy in 1909. *Zapiski (Proceedings) of Saint Petersburg Miner. Soc.* **1909**. N 3. P. 45–49 (*in Russian*).
- Kosygin Yu.A. (Ed.) Shapes of geological bodies. Terminology handbook. Moscow: Nedra, **1977**. 247 p. (*in Russian*).
- Kosygin Yu.A., Voronin Yu.A., Borukaev Ch.B. Geological space as a basis for structural constructions. *Geology and geophysics*. **1965**. Static geological space. N 9. P. 3–11; Geological boundaries and delineation of geological bodies. N 10. P. 3–11; Description of geological bodies. N 11. P. 3–12 (*in Russian*).
- Lichkov B. The limits of cognition in the natural sciences. Kiev: I. I. Samonenko Book Publ. **1914**. 259 p. (*in Russian*).
- Marin Yu.B. On mineralogical research and the use of mineralogical information in solving petro- and ore-genesis problems. *Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.)*. **2020**. N 4. P. 1–15 (*in Russian*).
- Pavlov A.P., Vernadsky V.I. Draft statutes of the society for the provision and organisation of Russian natural history scientific congresses. Moscow: Inozemtsev's typography. **1892**. 12 p. (*in Russian*).
- Rudnev S.V. Application of Riemann elliptic geometry to the study of lattice structures of real crystals. Leningrad: State university. **1986**. 18 p. (*in Russian*).
- Schoenflies A. Krystallsysteme und Krystalstruktur. Leipzig: Verlag von B. G. Teubner. **1891**. 639 S.
- Vernadsky V.I. Report on a trip to Ruskiyala: conditions of Russian marble occurrence. *Proc. SPb. Soc. of Naturalists*. **1887**. Vol. 18. P. 24–25 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. On phosphorites of Smolensk Province. *Proc. Free Econ. Soc.* **1888**. N 3. P. 84–85; N 11. P. 263–294. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Travel notes on the soils of Chaplynka river basin in Novomoskovsk uyezd, Yekaterinoslav province. *Proc. Free Econ. Soc.* **1889**. N 3. P. 22–29. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. A short course in mineralogy given to medical students in 1891–1892. Moscow: Moscow university. **1891a**. 158 p. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. On the sillimanite group and the role of alumina in silicates. *Bull. Moscow Soc. of Naturalists*. **1891b**. N 1. P. 1–100 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Genesis of minerals. *Brockhaus and Efron Encyclopaedic Dictionary*. **1892a**. Vol. 8. Columns 306–311 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. On polymorphism as a general property of matter. *Sci. Proc. (Zapiski) Moscow university*. **1892b**. Vol. 9. P. 1–18. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. In memory of N. I. Koksharov and A. V. Gadolin. *Bull. Moscow Soc. of Naturalists*. **1892c**. N 4. P. 506–510 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Chemical composition, crystal form of the most important minerals. Moscow: Moscow university. **1894**. 22 p. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Signs of iron ores in Poltava province. *Khutoryanin*. **1897a**. N 32. P. 448–449 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Slip phenomena of crystalline matter. Moscow: Moscow university. **1897b**. 182 p. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Andrey Yeremeyevich Artsruni. *Russian Gazette*. **1898a**. N 202. Sept. 23. P. 3. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. About archbishop Neil's collection. *The Northern Region*. **1898b**. N 16. Dec. 17. P. 3–4 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. About chrome tourmaline from Beryozovsk. *Bull. Moscow Soc. of Naturalists*. **1898c**. N 4. P. 21–26 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. On the basis of university reform. Moscow: Moscow university. **1901**. 17 p. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. On the scientific worldview. *Issues of philosophy and psychology*. **1902**. N 65. P. 1409–1465 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Fundamentals of crystallography. Moscow: Moscow univ., **1903**. 344 p. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Kant and natural science in XVIII century. *Issues of philosophy and psychology*. **1905**. N 76. P. 36–70 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Towards a physical theory of crystal twins. *Izvestiya Acad. Sci.* **1907**. N 11. P. 335–352; About crystalline energy. 1. On the crystallisation of a substance in the presence of a crystal of another body. *Ibid.* **1908**. N 2. P. 215–229. About crystalline energy. 2. On the simultaneous crystallisation of two immiscible bodies. *Ibid.* **1908**. N 11. P. 945–956 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Science and the draft university charter by A. N. Shvarts. *Russian Vedomosti*. **1908a**. N 258. Nov. 6. P. 2. (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. Review of the scientific works of Prof. P. N. Chirvinsky. *Izvestiya Ekaterinoslav Higher Mining School*. **1908b**. Vol. 4. Is. 2. P. 9–10 (*in Russian*).
- Vernadsky V.I. The experience of descriptive mineralogy. Saint Petersburg: Acad. Sci. Vol. 1. Native elements. Is. 1. **1908**. 176 p. Is. 2. **1909**. P. 177–336. Is. 3. **1910**. P. 337–496. Is. 4. **1912**. P. 497–656.

Is. 5. **1914**. P. 657–840. Vol. 2. Sulphur and selenium compounds. Petrograd: Rus. Acad. Sci. Is. 1. **1918**. 144 p. Is. 2. **1922**. P. 145–264 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Notes on the distribution of chemical elements in the Earth's crust: 1. Towards a history of Rb, Cs and Tl. 2. On the spread of Tl in the Earth's crust. *Izvestiya Imp. Acad. Sci.* **1909**. N 12. P. 821–832; 3. Observations 1909–1910. *Ibid.* **1910**. N 14. P. 1129–1148; 4. On the spread of In. *Ibid.* **1911**. N 3. P. 187–193; 5. Observations 1910. *Ibid.* **1911**. N 14. P. 1007–1018; 6. The history of Rb in the Earth's crust. *Ibid.* **1914**. N 13. P. 951–956; 7. Bi in the Earth's crust. *Ibid.* **1916**. N 15. P. 1323–1342 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the need to study radioactive minerals in the Russian Empire. Saint Petersburg: Imp. Acad. Sci. **1910a**. 54 p. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the Rumyantsev mineralogical collection. *Russian Gazette*. **1910b**. N 96. Apr. 28. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Paragenesis of chemical elements in the Earth's crust. *Diary of the 12th Congress of Russian Naturalists and Doctors*. Moscow: Moscow university. **1910c**. P. 73–91 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Challenge of the day in the problem of radium. *Izvestiya Imp. Acad. Sci.* **1911**. N 1. P. 61–72 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. To the question of the tasks of the Polar Commission. *Minutes of the Phys.-Math. Dpt. of the Imperial Acad. Sci.* Jan. 21, **1915a**. P. 481–434 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the need for the Geological Committee to investigate gold deposits immediately. *Proc. Geol. Committee*. **1915b**. N 7. P. 441–444 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On meteorites and their collection at the Academy of Sciences. *Izvestiya Acad. Sci. USSR*. **1921**. Vol. 15. N 1/18. P. 119. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On a new nickel mineral kolovratite. *Doklady Acad. Sci.* **1922**. Ser. A. P. 31–40. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. History of minerals in the Earth's crust. Vol. 1. Is. 1. Petrograd: Nauchkhimtekhnizdat. **1923**. 208 p. Vol. 1. Is. 2. Leningrad: *Ibid.* **1927**. 168 p. Vol. 2. Is. 1. Leningrad: Goskhimtekhnizdat. **1933**. 201 p. Vol. 2. Is. 2. Leningrad: Khimteoretizdat. **1934**. 200 p. Vol. 2. Is. 3. Leningrad: *Ibid.* **1936**. 160 p. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Note on the need to resume the work of the Commission on the History of Knowledge. *Izvestiya Acad. Sci. USSR*. **1926**. N 18. P. 1692–1694 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the critical remarks of Acad. A. M. Deborin. *Izvestiya Acad. Sci. USSR*. **1933**. N 3. P. 395–407 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the analysis of soils from a geochemical point of view. *Pochvovedenie (Soil Science)*. **1936a**. N 1. P. 8–16 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Geological sciences at Moscow University. *Izvestiya*. **1936b**. N 141. June 18. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Geochemistry of Mn in relation to the science on mineral resources. *Proc. Conf. on genesis of Fe, Mn and Al ores*. Leningrad, Moscow: Acad. Sci. USSR, **1937**. P. 229–246 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. The biogeochemical role of Al and Si in soils. *Pochvovedenie (Soil Science)*. **1939**. N 2. P. 39–41 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. Drilling a borehole to identify deep rocks in the Abelmanovskaya Zastava area. *Vechernyaya Moskva*. **1941a**. N 106. May 7. (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the need to isolate and preserve the pure heavy isotopes of natural radioactive processes. *Priroda (Nature)*. **1941b**. N 1. P. 63–66 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. On the need for organised space dust science. *Arctic issues*. **1941c**. N 5. P. 55–64 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. In memory of Professor Pyotr Andreevich Zemyatchensky. *Izvestiya Acad. Sci. USSR. Ser. geol.* **1943**. N 1. P. 105–114 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. A few words on the noosphere. *Advances in modern biology*. **1944**. Vol. 18. N 2. P. 113–120 (*in Russian*).

Vernadsky W. The biosphere and the noosphere. *Amer. Scientist*. **1945**. Vol. 33. N 1. P. 1–12.

Vernadsky V.I. Goethe as a naturalist: thoughts and remarks. *Bull. Moscow Soc. of Naturalists*. **1946**. N 1. P. 5–52 (*in Russian*).

Vernadsky V.I. The biosphere and the noosphere. Moscow: Book on demand. **2016**. 573 p. (*in Russian*).

Vernadsky's correspondence with B.L. Lichkov. 1940–1944. Moscow: Nauka. **1980**. 224 p. (*in Russian*).

Vernadsky V.I., Fersman A.E. Dyscrasite from Zlatna in Transylvania. *Izvestiya Imp. Acad. Sci.* **1910**. N 6. P. 487–489 (*in Russian*).

Vernadsky V.I., Levinson-Lessing F.Yu. Notes on the sci. works of Prof. V.A. Obruchev. *Notes on the sci. works of the Acad. Sci. USSR members, Dpt. of phys.-math. sci., elected on Jan., 1929*. Leningrad: Acad. Sci. USSR. **1930**. P. 117–128 (*in Russian*).

Voytekhovskiy Yu.L. Mineral aggregate: towards a history of defining the concept. *Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.)*. **2022**. N 6. P. 101–120 (*in Russian*).  
<https://doi.org/10.31857/S0869605522060089>

Zuev V.V. Core-electron crystal chemistry and properties of minerals. Saint Petersburg: Nauka, **2009**. 270 p. (*in Russian*).