

в раствор из окисленных руд составило 75–87 % при расходе серной кислоты 16,2 кг/т, а из полуокисленных руд — 70 % при расходе серной кислоты 32 кг/т.

Проведенные исследования минерального и химического состава приповерхностных руд, а также лабораторные исследования по извлечению золота и урана способом КВ позволяют выделить два технологических типа руд: I — первичные, II — окисленные, а среди окисленных — четыре сорта руд по степени окисленности и содержанию урана (табл. 4).

Граница между окисленными и первичными рудами не является горизонтальной. Она, то узкими карманами опускается вдоль рудных тел до 200–300 м, то в виде диапиров воздымается почти до дневной поверхности. Точное ее положение можно определить по результатам технологического картирования и экспрессных лабораторных работ по извлечению золота из рудных проб в режиме КВ. Такая методика была опробована в АО «ВНИИХТ» при изучении месторождения Лунное. Для ускорения процесса цианирования пробы измельчаются до аналитической крупности, и пульпа активно перемешивается, что позволяет время анализа сократить до одних суток. Условные границы между первичными, полуокисленными и окисленными рудами устанавливаются по степени извлечения золота. Ориентировочно к окисленным рудам можно отнести пробы с извлечением золота более 80 %, к полуокисленным — 50–80 %. Эти значения уточняются при статистическом анализе всех результатов экспрессного анализа.

Результаты минералого-технологического картирования технологических типов и сортов руд и степени извлечения золота из рудных проб экспрессным анализом позволяют получить исходные данные к подсчету запасов золота, извлекаемого способом КВ, а оконтуривание частей рудных залежей, обогащенных ураном, определить запасы извлекаемого урана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов, В.Е. Золото и уран в мезозойских гидротермальных месторождениях Центрального Алдана (Россия) / В.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко // Геология рудных месторождений. — 1998. — № 4. — С. 354–365.
2. Тарханов, А.В. Оценка потенциальной золотоносности линейных кор выветривания золотоурановых месторождений Эльконского урановорудного района / А.В. Тарханов, И.С. Постников, В.В. Казанцев, А.С. Салтыков, Г.И. Авдонин, А.А. Данилов // Уран: геология, ресурсы, производство: Тезисы третьего междунар. симпозиума — М., 2013. — С. 152–153.

© Коллектив авторов, 2020

Тарханов Алексей Владимирович
Бугриева Елена Павловна // otdel-a@vniiht.ru
Колпаков Геннадий Аркадьевич // kolpakgen@mail.ru
Балакина Ирина Геннадьевна // lavrentievav@vniiht.ru
Смагин Анатолий Петрович

Широкова В.А. (Государственный университет по землеустройству, Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН)

ХИМИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В МИНЕРАЛОГИИ И ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ СЕВЕРГИН

«Минералы — остатки тех химических реакций, которые происходили в разных точках земного шара; эти реакции идут согласно законам, нам известным, но которые, как мы можем думать, находятся в тесной связи с общими изменениями, какие претерпевает Земля как звезда».

Из письма В.И. Вернадского жене (1888) [цит. по: 1].

*Статья посвящена научной деятельности русского минералога и химика, академика Императорской российской академии наук (с 1793 г.) В.М. Севергина — одного из основателей химического направления в минералогии. Его работы были весьма прогрессивными и в основном посвящены минералогии, неорганической химии, металлургии. Он впервые сформулировал (1798) понятие о парагенезисе («смежности минералов»). В научной деятельности продолжатель трудов М.В. Ломоносова видел в изучении минеральных сообществ не только путь к выяснению условий образования минералов, но и основу для научных поисковых прогнозов. **Ключевые слова:** В.М. Севергин, химическое направление, минералогия, химия, минеральные воды, минералогия природных вод.*

Shirokova V.A. (State University of Land Use Planning, S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of Russian Academy of Sciences)

CHEMICAL DIRECTION IN MINERALOGY AND VASILY MIKHAILOVICH SEVERGIN

*The article is devoted to the scientific activity of the Russian mineralogist and chemist, academician of the Imperial Russian Academy of Sciences (since 1793) V.M. Severgin — one of the founders of the chemical field in mineralogy. His work was very progressive and mainly devoted to mineralogy, inorganic chemistry, metallurgy. First formulated (1798) the concept of paragenesis («adjacency of minerals»). In scientific activity, the successor of M.V. Lomonosov, seeing in the study of mineral communities not only a way to elucidate the conditions for the formation of minerals, but also the basis for scientific search forecasts. **Keywords:** V.M. Severgin, chemical field, mineralogy, chemistry, mineral waters, mineralogy of natural waters.*

Введение

Минералогия — наука о минералах, изучающая их внешний вид, геометрические формы (кристаллография), физические свойства (кристаллофизика) и химические состав и свойства (кристаллохимия). Она является древнейшей из наук геологического цикла.

Минералогия появилась задолго до оформления геологии в самостоятельное научное направление. Ее развитию в России способствовало возникновение в конце XVIII в. «горного дела» — освоение недр Земли. Главная задача минералогии — создание научных основ для поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, их обогащения для практического использования в народном хозяйстве.

Основополагающая роль в становлении минералогии как науки принадлежит многим ученым XVIII—начала XIX вв., но особенно — М.В. Ломоносову и В.М. Севергину. Ряд работ М.В. Ломоносова посвящены вопросам минералогии, геологии и горного дела. Его идеи области минералогии и кристаллографии далеко опередили свое время.

Последователь и продолжатель трудов М.В. Ломоносова В.М. Севергин (1765–1826) осуществил его идею о создании «Общей системы Российской минералогии», обобщив громадный материал, собранный академическими экспедициями (вторая половина XVIII в.) и выпустив в 1809 г. два тома «Опыт минералогического землеописания Государства Российского». Будучи химиком, В.М. Севергин

при изучении минералов обращал внимание не только на внешние физические их свойства, но и на химические признаки, считая химический состав минералов самым основным их атрибутом, определяющим все их свойства (рис. 1).

Обсуждение результатов

Василий Михайлович Севергин принадлежал к плеяде знаменитых ученых-энциклопедистов. С одинаковым успехом занимался он вопросами минералогии, химии, геологии, физической географии, физики, поэзии, истории и филологии (рис. 2).

Но в основном В.М. Севергин отдавал предпочтение минералогии и химии. Он автор многочисленных сводок по минералогии и полезным ископаемым России. Достаточно сказать, что из 250 названий, составляющих список его печатных трудов, 192 относятся к области минералогии и химии, причем на долю минералогии приходится 92 названия, на долю химии — 100. Среди его многочисленных работ по минералогии особого внимания заслуживают: «Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел» (1798), «Подробный словарь минералогический» (1807), «Краткое начертание минералогии» (два издания — 1804, 1824 гг.) и др. Важнейшие труды его по химии — «Словарь химический» (1810–1813) и «Руководство к удобнейшему разумению химических книг иностранных» (1815) и др. «Словарь химический» — это еще и результат удачного соединения минералого и химика в лице В.М. Севергина, как одного из создателей русской химической номенклатуры («окисление», «кремнезем», «углекислые соли» и пр.).

Крупные успехи химии во второй половине XVIII в. делали невозможным дальнейшее развитие минералогии (и ряда других естественных наук) без химии. Химическое осмысление уже накопленного фактического (минералогического) материала, главным образом благодаря академическим экспедициям, перестройка минералогии на химической основе и внедрение в минералогии химических методов исследования стали необходимостью. Известный ученый академик РАН Н.П. Юшкин писал: «История химического направления в минералогии — это по сути дела история самой



Рис. 2. Василий Михайлович Севергин, лат. *Basilio Sewergin*, фр. *Basile Severgine* или фр. *V. Severguine* (1765–1826) — российский химик, минералог, геолог, академик Императорской академии наук (1793)



Рис. 1. Камень (шокшинский кварцит) у входа в Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН. Надпись на камне: «Минералогия есть часть естественной истории, которая научает нас познавать ископаемые тела, то есть отличать оныя от всех других тел по существенным их признакам, знать их свойства, месторождения, пользу и все отношения их как между собою, так и к другим телам. Академик Василий Севергин, 1798 год». Фото: А. Евсеев

химии на ранних ее этапах, так как химическое знание формировалось главным образом на исследовании химических свойств и состава минералов. Большая часть химических элементов была открыта в результате разложения и анализа минералов» [16].

Подготовленный к восприятию новых идей в химии физико-химическими сочинениями М.В. Ломоносова, В.М. Севергин, хорошо усвоивший их, стал убежденным пропагандистом антифлогистической химии А.Л. Лавуазье.

Обоснование и развитие химического направления в отечественной минералогии — главная научная заслуга В.М. Севергина. Химию он называл верной «путеводительницей» всех физических наук. Не отрицая практического значения классификации минералов по внешним признакам, предложенной А.Г. Вернером, Севергин считал наиболее существенным признаком минералов их химический состав. Он рассматривал химический состав минералов как важнейшую сторону их внутренней природы, позволяющей более глубоко познать их свойства и форму: «Лучший способ определения минеральных тел есть тот, который основан на химических признаках, ибо они ясно, точно, кратко и основательно определяют минеральное тело». Разделяя признаки минералов на «физические и химические» В.М. Севергин писал, что «самые простые ископаемые тела почти никогда не состоят из однородных частей в химическом смысле. Обычно смешаны или составлены они бывают из различных веществ, кои открываются только химическим разрешением их на составляющие части» [5].

Одновременно с этим В.М. Севергин отмечал, что в описании минералов отдельные физические и химические признаки тонут в массе «наружных» признаков. Процессы минералообразования он сводит к десяти способам: «Главные способы к образованию минералов суть сраствывание, растворение, свертывание, кристаллообразование, осаждение, возгонка, плавление и брожение, к чему присовокупить можно выветривание и ссушение» [5].

В работе «Первые основания минералогии или естественной теории ископаемых тел» (1798) рассматривается учение о парагенезисе минералов, впервые выдвинутое В.М. Севергиным под термином «смежность минералов»: «Смежностью минералов называю я совокупное пребывание двух или многих минералов в каком-либо месте, которое заслуживает особого примечания (кварц со слюдой, с самородным золотом, известковый шпат со свинцовым блеском)» [5] (рис. 3).

В 1797–1798 гг. им написан первый учебник минералогии и петрографии на русском языке, в этом учебнике нет ни одного описания минерала без характеристики смежных ему минералов. Это совместное

нахождение минералов, которое В.М. Севергин назвал «смежностью» лишь через полвека, в середине XIX в. получило от немецкого минералога И. Брейтгаупта (Johann Friedrich August Breithaupt, 1791–1873) название парагенезиса и под этим именем вошло в геологическую литературу.

Севергин дает прогрессивную для того времени трактовку термина «минералогия»: «Минералогия есть часть естественной Истории, которая научает нас познавать ископаемые тела, то есть отличать оные от всех других тел по существенным их признакам, знать их свойства, месторождения, пользу и все отношения их как между собой, так и к другим телам» [5]. Соответственно этому определению В.М. Севергин делил «Минералов на Систематиков, Технологов и

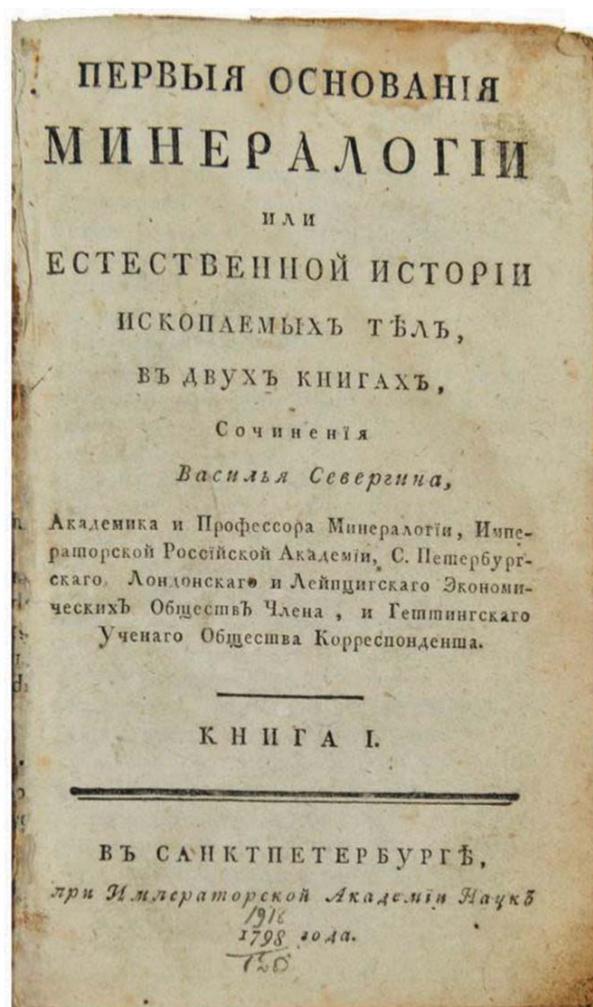


Рис. 3. Титульный лист. Севергин В. Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел / соч. Василья Севергина, академика и профессора минералогии, Императорской Российской Академии, С. Петербургского, Лондонского и Лейпцигского Экономических обществ члена, и Геттингского ученого общества корреспондента. В 2 кн. Кн. 1–2. СПб.: При Императорской Академии Наук, 1798. Кн. 1: [2], VI, XXXII, 498 с.

Философов в пространном смысле. Первые, приводя ископаемые тела в надлежащий порядок, научают оные познавать; вторые — употреблять их в пользу, а последние, созерцая различные их отношения, свойства и разные явления, доискиваются причин оных. Того, кто все сие предметы надлежащим объемлет образом, называем мы совершенным Минералогом». Особое внимание уделялось систематизации сведений о минералах и признаках (эмпирические, физические, внешние и химические), по которым следует их квалифицировать» и, что «лучшие признаки для главного разделения суть химические, ибо они ясно, точно, кратко и твердо определяют ископаемое тело» [6, 7].

Севергин подразделял минералогию на: 1) частную (описательную) минералогию, 2) минералогическую химию, 3) минералогическое землеописание, 4) экономическую минералогию, 5) науку о горах, 6) историческую минералогию. Многие в таком подразделении сохранили свое значение и в наши дни, например, минералогическая химия, минералогическое землеописание.

Широкий диапазон задач и глубина изучения каждой конкретной задачи, стоящих перед минералогией, определяется научными традициями учителей В.М. Севергина — участников академических экспедиций, в частности И.И. Лепехина (1740–1802) и И.Г. Георги (1729–1802).

В 1785 г. И.И. Лепехиным перед отправкой В.М. Севергина в Геттингенский университет для продолжения образования по специальности минералогия была составлена инструкция, в которой он рекомендовал при изучении минералогии посещать рудники, каменоломни, где наблюдать и описывать характер поверхности, сложение гор, порядок слоев, положение рудных жил и отношение их к слоям, «слияние разных пород ископаемых в какой-либо горный состав», испытывать состав минеральных вод. Такой метод, по заключению инструкции, принесет больше пользы, чем просто изучение минералов в коллекциях [4, прот. III, 14].

Представляет интерес изучение В.М. Севергиным минеральных вод, как одного из компонентов геологической обстановки территории. По Севергину «минеральной» вода называется, когда «примеси заимствуются от ископаемого царства, и соединяются с водой, истекающей из недр земных, химически, а притом в столь приметном количестве, что вода особые от этого приобретает свойства и действия» [11].

В.М. Севергин один из первых в России предпринял попытку разработки методики химического анализа минеральных вод. К 1800 г. были разработаны, часто специально для анализа воды, все основные реакции качественного анализа. Эти реакции необходимо было рассортировать, хотя и не совсем ясно было, каким принципом следует при этом руководствоваться.

В 1800 г. В.М. Севергин опубликовал «Способ испытывать минеральные воды», где указывал в предисловии к этой работе, что она является переработанным переводом методик анализа английских, шведских, германских и французских химиков. В основном он использовал реакции, описанные Т. Бергманом в работе «Об анализе вод» (1784), И. Геттлингом — «Полный пробирный кабинет» (1790) и Р. Кирваном — «Очерки по анализу минеральных вод» (1799). Отличительной особенностью работы В.М. Севергина является подробная систематика методов и предложенная им четкая схема анализа.

Первоначально В.М. Севергин предлагает проводить физические, органолептические испытания — определить запах, цвет, вкус воды. Для каждого из выделяемых им типов вод (кисловатых, щелочных, горьких, соленых, железисто-купоросных, квасцовых, серных, гипсовых и железисто-теплых) В.М. Севергин дает характеристику (совокупность органолептических признаков), по которой можно установить тип исследуемой воды.

Для уточнения типа вод «весьма желательно, чтобы приведенные их свойства еще точнее определены были» и испытаны «противодействующими» средствами «мокрым путем, верными химическими опытами» [11]. Для этого В.М. Севергин предлагает разделить исходную пробу воды на 33 части и опробовать различными реагентами, к которым он относил: растворы лакмуса, чернильных орехов, уксуснокислого свинца, йодного купороса; раствор, «напитанный сероводородом»; известковую воду; мыльный раствор; нашатырь; серную, азотную, уксусную кислоты; железосинеродистый калий; азотнокислое серебро; сернокислый магний; азотнокислый свинец; бумаги, окрашенные куркумой (желтым «имбиром»), фернамбуком (красильное бразильское дерево) и др.

Для каждого реагента В.М. Севергин приводит подробные описания качественных реакций, по которым можно «однозначно» судить о присутствии тех или иных компонентов. В то же время В.М. Севергин считает, что в воде могут присутствовать только 27 соединений, таких как: свободная угольная кислота, «сернопечёнковый» газ, слабая известь, углекислое железо, слабая сода, глауберова соль, купоросный винный камень, гипс, горькая соль, квасцы, железный купорос, призматическая селитра, известная селитра, поваренная соль, горькая селитра, соляная известь, соляная магнезия, сера, серная печень, соляное железо, марганец, кремнистая земля, глина, поташ, смолистые части, мышьяк, медный и цинковый купорос.

Так как в результате качественных реакций эти составные части сразу определены быть не могут, то В.М. Севергин приводит таблицу «как каждую часть по отдельности распознавать» [11]. Например, гипс состоит из купоросной кислоты и магнезии, и если

последние определены в минеральной воде, то, следовательно, в ней присутствует гипс.

Далее В.М. Севергин рекомендует провести испытание минеральных вод перегонкой с целью улавливания содержащихся в ней летучих частей в ртутной пневматической ванне (по методике Веструмба). В отогнанных газах В.М. Севергин рекомендует определять углекислый газ («угольный газ») взбалтыванием с известковой водой и т.к. «вместе они не бывают» — либо сероводород — по запаху, либо кислород — с помощью «евдиометра» (йодометра).

На завершающей стадии анализа В.М. Севергин рекомендует выпаривать пробу воды до сухого остатка, и последовательно применяя различные растворители, разделить осадок на составные части, а осадок каждой такой части высушивать и взвешивать, и тем самым установить количественный состав минеральных вод [3, 15].

В заключение В.М. Севергин приводит «азбучным порядком расположенную таблицу, показывающую составляющие части главных, химически испытанных минеральных вод» [11].

Практически во всех исследованиях по химии природных вод, проводившихся в первой четверти XIX в. в России, использовалась схема анализа, предложенная В.М.Севергиным.

В.М. Севергин активно способствовал не только пропаганде в России новых химических представлений, в том числе широкому распространению «пробирного искусства», но и освоению минеральных богатств России, используя комплексный подход, рекомендованный инструкцией И.И. Лепехина. Он предпринял ряд экспедиций: в 1802–1803 гг. — в западные области Европейской России, в ходе которой он подробно исследовал с минералогической точки зрения основные почвы и берега многих рек; в 1804 г. — минералогическую экспедицию в Финляндию; в 1809 г. — совместно с адъютантом Т.А. Смеловским по распоряжению Министерства внутренних дел химико-минералогическую экспедицию в Тверскую губернию для исследования и установления врачебного значения Кашинских, Осташковских и Высоцких минеральных источников и др. [8, 9, 12, 13].

В ходе экспедиции 1804 г., состоявшейся по поручению Академии наук для минералогического обозрения Российской Финляндии, В.М. Севергин, по всей видимости, проводил и химические исследования минеральных вод. Хотя результатов анализов в работе «Обозрение Российской Финляндии», изданной в 1805 г. в Санкт-Петербурге, он не приводит, однако в конце работы в главе «Систематическое показание ископаемых тел, найденных мною в Российской Финляндии», пишет: «Угольная кислота и серная содер-

жатся в соединении с железной известью в некоторых минеральных водах в Финляндии, как-то близ Нисюрья, близ Сердоболя, при Кольской заставе, по дороге к Рускалю, близ Видьманстранда и в других местах» [9].

Результаты экспедиции 1809 г. описаны в статьях «Описание Андреяпольских минеральных вод в Осташковском уезде Тверской губернии» (1821) и «Опыты и наблюдения, учиненные над минеральными водами в селе Высоком Кашинского уезда Тверской губернии» (1821). Следуя вышеприведенной методике, В.М. Севергин установил, что в сухом остатке «Андреяпольской» минеральной воды содержится: углекислое железо, углекислая известь, сернокислая известь, магнезия углекислая и сернокислая. Подобные результаты были получены им и для вод в селе Высоком. Обе эти работы были опубликованы в «Трудах Императорской Академии Наук» в 1821 г. (рис. 4).

В связи с тем, что работа И.Г. Георги «Географическо-статистическое описание России» (1797) не была переведена на русский язык, в 1809 г. В.М. Севергин издает «Опыт минералогического землеописания России». Эта работа во многом перекликается с работой И.Г. Георги, с одной стороны дополняя ее результатами новых открытий, а с другой — ограничивая «единственно предметами ископаемого царства». Третье «отделение» первой части книги В.М. Севергин посвящает «Водам Российского государства», которые он рассматривает «только в отношении к качеству берегов, морей, озер, рек и речек». Он приводит последовательное описание рек бассейнов Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского морей, «Восточного моря» (авт. — Тихого океана), Северного океана и Киргизской степи в основном с точки зрения геоло-

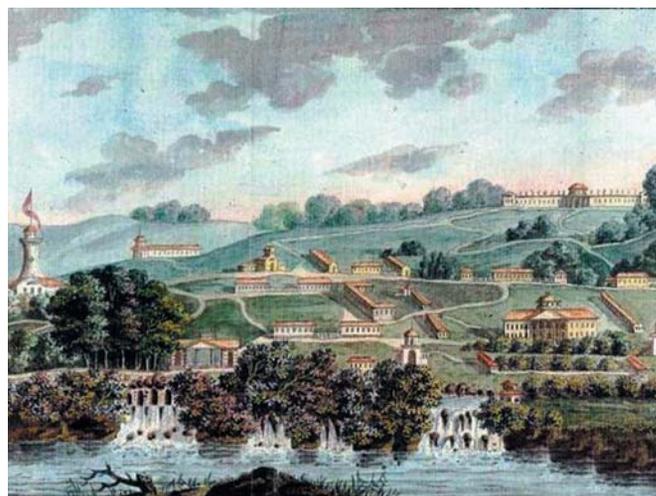


Рис. 4. Вид на курорт «Андреяпольские минеральные воды», XIX век. [Курорт в русской культуре. К 200-летию Андреяпольских минеральных вод. Статьи и материалы / Сост. Строганов М.В., Цыков В.В. Торжок: Всероссийский историко-этнографический музей, Тверь: Изд-во М. Батасовой, 2010. 360 стр., ил.]



Рис. 5. Владимир Иванович Вернадский (1863–1945). Рисунок дочери Нины Вернадской

гического строения их берегов и качества воды (цвет, запах, вкус). Встречаются также описания соляных и серных ключей [10].

В отдельную главу в первой части книги выделено «Прибавление о минеральных водах» [10]. Деление минеральных вод на типы не отличается от предложенного ранее И.Г. Георги (1798) за исключением того, что раздел «смолистые воды» (по Георги) В.М. Севергин обозначает как «нефтяные», а раздел «туфовые или землистые» как «известковые и селенитовые» [17]. В характеристику каждого типа вод он включает перечень всех известных вод данного типа с указанием их географического положения и их краткого топографо-химического описания.

Следуя наработкам предшественников, среди которых и научное наследие В.М. Севергина о «минеральных водах», В.И. Вернадский рассматривает «воду» как своеобразный минерал. Им формируется самостоятельное научное направление — минералогия природных вод, как единая система для всей Планеты Земля (рис. 5).

В.И. Вернадский считал, что каждый отдельный вид воды — это отдельный минерал, отличающийся своим строением, структурой, свойствами, химиче-

ским составом. Так, он отметил, что «и для природной воды, как это имеет место для всех минералов, твердые, жидкие и газообразные фазы одного и того же химического состава будут разными ее минералами».

Основываясь на идее «вода — минерал», В.И. Вернадский сделал первую попытку систематики природных вод, считая, что намеченные линии или принципы классификации будут иметь в последующем научное значение.

В.И. Вернадский в «Истории природных вод» (т. II — «Истории минералов земной коры») в 1933–1936 гг. отмечал, что «исключительное значение воды, связанное с резким изменением состояния ее минералов в вертикальном разрезе планеты... выдвигает в этой группе минералов геолого-географические признаки на такое место, что их нельзя оставлять без внимания» [2]. На базе минералогических идей предшественников (в частности, В.М. Севергина) В.И. Вернадским разработана классификация природных вод, где вода — важнейший минерал на Земле.

Заключение

Научное наследие В.М. Севергина позволило заглянуть в будущее. Среди многочисленных его работ особого внимания заслуживают: «Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел» (1798), «Пробирное искусство или руководство к химическому испытанию металлических руд» (1801), «Подробный словарь минералогический» (1807), «Новая система минералов, основанная на наружных отличительных признаках» (1816) и др.

При разработке и популяризации минералогических и химических вопросов В.М. Севергин обращал внимание на приложение их к «нуждам жизни». Он видел практический смысл в изучении природных тел, подчеркивая, что «при всякой науке главное дело есть польза, которую человек от нее приобрести может» [13]. Его труды были важнейшими пособиями для русских горняков, минералогов, химиков, металлургов и медиков в начале прошлого столетия. В трудах В.М. Севергина химия как основа минералогии выдвигалась на первый план, и в 1798 г. им впервые сформулировано понятие о парагенезисе («смежности минералов»), что в дальнейшем ученым, таким как Э. Мичерлих, Р. Герман, Г. Чермак и др., позволило сформулировать понятия изоморфизма и полиморфизма.

Классификация минеральных вод И.Г. Георги и его ученика В.М. Севергина во многом послужила прообразом наиболее совершенной на современном этапе геохимической классификации вод, разработанной В.И. Вернадским (1933).

Многогранное творчество ученого заложило основы прогрессивного химического направления в минералогии, сохранившего свое значение до наших дней.

В.М. Севергин внес неоценимый вклад в создание, становление и развитие многих научных дисциплин, научных школ и направлений — генетической и химической минералогии, кристаллохимии, геохимии, геохимии природных вод, бальнеологии, геохимической экологии, экологической геохимии, гидрогеологии, о полезных ископаемых и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баландин, Р.К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие / Р.К. Баландин. — М., 1979. — 176 с.
2. Вернадский, В.И. История природных вод / В.И. Вернадский / Отв. ред. С.Л. Шварцев, Ф.Т. Яншина. — М.: Наука, 2003. — 750 с.
3. Врачующие воды: Сб. Взгляд через столетие (к столетию Всероссийской промышленной и художественной выставки, 1896). — Н.-Новгород, 1996. — С. 108–113.
4. Протоколы заседаний Конференции Императорской Академии наук с 1725 по 1803 г. // Летопись Российской академии наук. Т. 1. 1724–1802 / Гл. ред. акад. Ю.С. Осипов. Отв. ред. Н.И. Невская. — СПб.: Наука, 2000. — 994 с.
5. Севергин, В.М. Первые основания минералогии или естественной истории ископаемых тел / соч. Василия Севергина, академика и профессора минералогии, Императорской Российской Академии, С. Петербургского, Лондонского и Лейпцигского Экономических обществ члена, и Геттингского ученого общества корреспондента. В 2 кн. — СПб.: При Императорской Академии Наук. — 1798. — Кн. 1. — 498 с.; Кн. 2. — 437 с.
6. Севергин, В.М. Начальные основания естественной истории, содержащие царства животных, произрастений и ископаемых: Царство ископаемых / В.М. Севергин [Издано <...> по систематическому ископаемых расположению г. Кирвана, на англ. яз. писанному]: В 4 ч. — СПб.: Тип. ИАН, 1791–1794: 2 т. 1791. — Кн. 1, 2. — Ч. I–IV.
7. Севергин, В.М. Всеобщие рассуждения о минералогии, читанные во время открытого прохождения минералогии при Академии наук летом 1792 г. / В.М. Севергин // Новые ежемесяч-

- ные сочинения. — СПб., 1792. — Сентябрь. Ч. 75. — С. 61–75.
8. Севергин, В.М. Начертание технологии минерального царства, изложенное трудами Василия Севергина. — СПб., 1821. — Т. 1. — 256 с.
9. Севергин, В.М. Обзорение Российской Финляндии или минералогические примечания, учиненные во время путешествия по оной в 1804 году / В.М. Севергин. — СПб., 1805. — 133 с.
10. Севергин, В.М. Опыт минералогического землеописания России, в 2 ч. / В.М. Севергин. — СПб.: Тип. ИАН, 1808–1809. — Ч. 1. — 262 с.
11. Севергин, В.М. Способ испытывать минеральные воды, сочиненный по новейшим о сем предмете наблюдениям трудами Василия Севергина / В.М. Севергин. — СПб.: Тип. Гос. мед. коллегии, 1800. — 147 с.
12. Севергин, В.М. Записки путешествия по западным провинциям Российского государства, или минералогические, хозяйственные и другие примечания, учиненные во время проезда через оные в 1802–1803 гг. / В.М. Севергин. — СПб.: Тип. ИАН, 1803–1804. — Ч. 1. — 224 с.
13. Севергин, В.М. Описание Андреяпольских минеральных вод в Осташковском уезде Тверской губернии. Опыт и наблюдения, учиненные над минеральными водами в селе Высоком Кашинского уезда Тверской губернии // Труды ИАН. — СПб., 1821. — Ч. 1. — С. 209–218.
14. Фрадкин, Н.Г. Инструкция для академических экспедиций 1768–1774 гг. / Н.Г. Фрадкин // Вопросы географии. — 1950. — № 17. — С. 213–218.
15. Широкова, В.А. Гидрохимия в России. Очерки истории / В.А. Широкова. — М.: ИИЕТ РАН, 2010. — 274 с.
16. Юшкин, Н.П. История минералогии и эволюция фундаментальных минералогических идей / Н.П. Юшкин / Серия препринтов «Научные доклады». — Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1984. — Вып. 102. — 52 с.
17. George, I.-G. Geographische-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches / I.-G. George.- Königsberg, 1797–1802. — 365 с.

© Широкова В.А., 2020

Широкова Вера Александровна // shirocova@gmail.com

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 622.86+622.58:553.81

Атрощенко Ф.Г. (АО «ВНИМИ»), Шкиль И.Э.
(ОАО «Севералмаз»)

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПОНИЖАЮЩИХ СКВАЖИН ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ АЛМАЗОНОСНЫХ ТРУБОК МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

В статье по данным наблюдений за ходом эксплуатации дренажного контура, созданного вокруг карьеров южной группы трубок месторождения им. М.В. Ломоносова,

приведены многочисленные факты, свидетельствующие о влиянии суффозионных процессов на состояние эксплуатируемых водопонижающих скважин (ВПС). На базе имеющихся данных за состоянием ВПС и теоретических исследований авторами обосновывается физическая модель формирования суффозионных полостей в прифильтовых зонах эксплуатируемых скважин дренажного контура, при которых возможно осуществление механизма обрушения грунта в перекрывающих отложениях с последующим нарушением целостности фильтровой колонны, произошедшего, к примеру, на ВПС 32. При различном состоянии целостности фильтровой колонны, распределения полостей вдоль фильтровой колонны и положении гравийной обсыпки в затрубном простран-