

Александр Евгеньевич Ферсман

Занимательная геохимия

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
А46

А46 **Александр Евгеньевич Ферсман**
Занимательная геохимия / Александр Евгеньевич Ферсман – М.: Книга по Требованию, 2013. – 422 с.

ISBN 978-5-458-36131-6

В книге «Занимательная геохимия» академик Александр Евгеньевич Ферсман рассказал о своей многолетней работе над созданием новой ветви геологической науки — геохимии, стремясь показать химическую жизнь нашей планеты так, как она рисовалась его обогащенному научным опытом воображению. Эта новая ветвь науки о земле возникла в начале нашего века и изложена в трудах выдающихся советских ученых — академиков В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана. Потребовалось много работы и времени для того, чтобы из разрозненных наблюдений могли появиться общие представления о химическом составе земной коры. Успехи атомной физики и химии — наук о строении вещества — помогли геологу и минералогу составить ясное представление о распределении и круговороте вещества в земной коре. Человек понял единство процессов, протекающих в мельчайших частицах вещества — атомах и молекулах — и в громадных мировых сгущениях его — солнцах и отдаленнейших звездах. Создавалась геохимия — наука, которая уводит нас в область завоеваний химической физики, космической химии, астрофизики и в то же время смыкает данные этих наук с проблемами изучения полезных ископаемых. Александр Евгеньевич Ферсман был энтузиаст геохимии, глубоко понимавший ее значение в хозяйственной и культурной жизни нашей Родины.

ISBN 978-5-458-36131-6

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

До В. И. Вернадского минералогия преподавалась в университете скучно и сухо. Минералоги конца XIX в. занимались преимущественно описанием минералов, изучением их кристаллографических форм и их систематикой.

В. И. Вернадский внес в эту описательную минералогию живую струю. Он стал рассматривать минералы как продукты естественных (земных) химических реакций и интересоваться условиями образования минералов: их рождением, жизнью и превращением в другие минералы.

Это была уже не старая минералогия, равнодушно описывающая диковины земных недр. Молодые исследователи жили новыми увлечениями и новыми идеями. Они были не просто минералогами, но химиками-минералогами. «Так нас учил учитель,—вспоминал потом А. Е. Ферсман,—который сочетал химию с природой, химическую мысль с методами натуралиста. Это была школа нового естествознания, основанного на точных данных науки о химической жизни земли». Научная работа в университете велась не только в тиши кабинетов и лабораторий, но прежде всего на лоне природы. Экскурсии и экспедиции дополняли теоретический курс. Не раз их вспоминал потом А. Е. Ферсман.

Годы шли за годами. Знание давалось в упорном труде. Молодые исследователи дни и ночи просиживали за своими исследованиями; иногда по несколько дней не выходили они из университетского здания.

В 1907 г. А. Е. Ферсман блестяще заканчивает Московский университет. Еще на студенческой скамье им были выполнены под руководством В. И. Вернадского и опубликованы пять научных работ по вопросам кристаллографии, химии и минералогии.

За эти работы А. Е. Ферсман получил золотую медаль имени А. И. Антилова, присуждавшуюся Минералогическим обществом молодым ученым.

В возрасте двадцати семи лет Александр Евгеньевич был избран профессором минералогии и в 1912 г., впервые в истории науки, начал читать лекции по новой дисциплине — геохимии.

В своих лекциях Александр Евгеньевич особенно подчеркивал, что «...мы должны быть химиками земной коры. Мы должны изучать не только распространение и образование минералов, этих временно устойчивых комбинаций элементов, мы должны изучать и самые элементы, их распределение, их переходы, их жизнь».

С этого же года началась не прерывавшаяся до конца жизни деятельность Александра Евгеньевича в Академии наук, сначала в Петербурге, а затем в Москве.

Великая Октябрьская социалистическая революция создала совершенно новые, небывало благоприятные условия для научно-исследовательской работы ученых. Перед Александром

Евгеньевичем раскрылись безграничные возможности проявления всех творческих дарований, и он целиком отдался разрешению вопросов, связанных с заданиями Коммунистической партии и правительства и историческими указаниями В. И. Ленина в статьях «Очередные задачи Советской власти»¹ и «Набросок плана научно-технических работ»² — о систематическом изучении и обследовании естественных производительных сил страны.

Глубокий и проникновенный исследователь, А. Е. Ферсман был в то же время одним из самых убежденных и страстных сторонников прикладной деятельности, неустанно призывая ученых не отрываться от практических, народнохозяйственных задач.

В 1919 г., в возрасте тридцати пяти лет, А. Е. Ферсман был избран действительным членом Академии наук СССР и одновременно занял должность директора Минералогического музея Академии наук.

Оценивая творческий путь Александра Евгеньевича, приходится изумляться разнообразию его научных и практических интересов и совершенно исключительной работоспособности. Развивая научные основы геохимии и минералогии, Александр Евгеньевич на первое местоставил полевые исследования. Он вел большую экспедиционную деятельность. Александр Евгеньевич посетил самые разнообразные районы нашей страны: Хибинские тундры на Кольском полуострове, цветущую Ферганскую долину, знайные пески Кара-Кумов и Кызыл-Кумов в Средней Азии, таежные пространства Прибайкалья и Забайкалья, лесистые восточные склоны Урала, Алтай, Украину, Крым, Северный Кавказ, Закавказье и др.

Исключительный интерес представляет поистине героическая эпопея исследований Кольского полуострова, начатая Александром Евгеньевичем в 1920 г. в Хибинах и в 1930 г. в Монче тундре и продолжавшаяся до последних лет его жизни.

Величайшим его достижением было открытие месторождений апатита и никелевых руд, имеющих мировое значение.

В 1929 г. по решению партии и правительства началось промышленное освоение богатств Кольского полуострова. Когда-то глухой, дикий, почти не изученный уголок далекого Севера превратился в важнейший горно-промышленный район. В пустынном краю, как по волшебству, выросли новые города: сначала — Хибиногорск, ныне Кировск, вскоре — Мончегорск и др.

Вот что пишет сам А. Е. Ферсман о работах на Кольском полуострове:

¹ В. И. Ленин. Сочинения, т. 27 стр. 228.

² Там же.

«Среди всех переживаний прошлого, среди разнообразных картин природы, человека, хозяйства, самыми яркими в моей жизни явились впечатления Хибин — целого научного эпоса, который почти двадцать лет заполнял все мои думы, силы, энергию, овладел всем моим существом, заострил волю, научную мысль, желание, надежды... Только упорством и упрямством, только огромной работой над Хибинами мы смогли добиться результатов в этой стране чудес, стране, которая, как в сказке, раскрывала перед нами свои богатства». Блистательная эпоха Хибин не заслоняет других научных исследований Александра Евгеньевича. Его неиссякаемой энергией хватало на все.

В 1924 г. Александр Евгеньевич начинает свои работы в Средней Азии, и интерес его к ним не ослабевает до конца жизни. В 1925 г. он предпринимает смелое путешествие в тогда почти неизведанные центральные Кара-Кумы и изучает богатое месторождение самородной серы, которое становится достоянием советской промышленности. Построенный при его участии серный завод работает и в настоящее время.

За время с 1934 по 1939 г. Александр Евгеньевич завершил свой основной четырехтомный труд «Геохимия», посвященный химии элементов земной коры, — замечательное по своей силе и творческому предвидению произведение, где на основе законов физической химии дан широкий анализ закономерностей перемещения атомов в земной коре. Этот труд принес А. Е. Ферсману, и в лице его — русской геохимии, мировую славу.

В 1940 г. Александр Евгеньевич заканчивает труд «Полезные ископаемые Кольского полуострова». В этой работе он дает блестящий пример геохимического подхода к изучению ископаемых богатств и намечает открытие ряда новых месторождений полезных ископаемых. За эту работу в 1942 г. А. Е. Ферсман получает Сталинскую премию первой степени.

Литературное наследие А. Е. Ферсмана огромно. Он опубликовал около 1500 статей, книг, больших монографий. Кроме работ по кристаллографии, минералогии, геологии, химии, геохимии, географии, аэрофотосъемке, он оставил работы по астрономии, философии, искусству, археологии, почвоведению, биологии и другим наукам.

Александр Евгеньевич Ферсман был не только ученым, но и государственным и общественным деятелем.

Необходимо особо отметить деятельность Александра Евгеньевича как блестящего, талантливого писателя — популяризатора геологических знаний, — «поэтом камня» назвал его А. Н. Толстой.

Его доклады, лекции, личные беседы вдохновляли, захватывали слушателей, а многочисленные научно-популярные статьи увлекали читателей самых различных возрастов и профессий.

В 1928 г. появилось первое издание «Занимательной минералогии», ныне переведенное на многие иностранные языки и выдержавшее 25 изданий. В 1940 г. вышли «Воспоминания о камне». Уже после смерти А. Е. Ферсмана были напечатаны «Путешествия за камнем», «Рассказы о самоцветах» и «Занимательная геохимия». Все эти книги доставили Александру Евгеньевичу широкую популярность.

Такие книги не рождаются внезапно. Это результат долгих лет творческого труда и опыта; в них отражена вся жизнь учёного и его научные интересы. В то же время это книги опытного, талантливого педагога, которому дороги задачи воспитания научной молодежи, нашей молодой смены. Своим горячим словом вдохновенного писателя и блестящего оратора А. Е. Ферсман привил любовь к минералогии и геохимии огромной армии молодежи и увлек большое число научных работников к новым исследованиям и исканиям.

Хочется особо подчеркнуть его великую любовь к Родине. Она чувствуется в каждом его очерке и во всех его высказываниях. Все его очерки являются гимном трудового подвига, призывающим к овладению природой нашей страны и ее творческому преобразованию на основе точного научного знания.

«Мы не хотим,— говорил Александр Евгеньевич,— быть фотографами природы, земли и ее богатств. Мы хотим быть исследователями, творцами новых идей, хотим быть завоевателями природы, борцами за ее подчинение человеку, его культуре, его хозяйству.

Мы не хотим быть простыми точными наблюдателями, бесстрастными туристами, записывающими свои впечатления в записную книжку. Мы хотим глубоко переживать картины природы, хотим, чтобы из глубокого вдумчивого исследования природы рождалась не только мысль, но и дело. Мы не можем просто гулять по раздолью нашей Родины, мы должны быть участниками ее переустройства и творцами новой жизни».

Без работы и без науки для Александра Евгеньевича не было жизни. Чем труднее была задача, тем с большим жаром брался он за ее разрешение.

20 мая 1945 г. после тяжкой болезни оборвалась его жизнь.

«Безмерны и бессмертны,— сказал академик Д. С. Белянкин,— заслуги Александра Евгеньевича перед наукой и Родиной. По широте научных своих интересов и по сочетанию с неустанными заботами о пользе и славе нашего Отечества он вполне напоминает наших бессмертных Ломоносова и Менделеева. Недаром так священны были для него эти имена».

Академик Д. И. Щербаков

ВВЕДЕНИЕ

*Н*есколько лет назад я написал «Занимательную минералогию». Ко мне приходили десятки, сотни писем от учащихся, рабочих и различных специалистов. В этих письмах я видел столько неподдельного, живого увлечения камнем, его исследованием и историей его использования! В некоторых обращениях детей было вместе с тем так много молодого задора, смелости, бодрости, энергии... Меня увлекли эти письма, и я решил написать вторую книгу для юношества, для нашей будущей смены.

Последние годы я работал в другой области, гораздо более трудной, гораздо более отвлеченной,— моя мысль увлекла меня в замечательный мир — мир бесконечно малых, ничтожных крупинок, из которых сложена вся природа и сам человек.

По окончании университета мне пришлось принимать участие в создании новой науки, которую мы называем геохимией. Мы создавали ее не сидя за листом бумаги в удобном кабинете,— эта наука рождалась из множества точных наблюдений, опытов, измерений; она рождалась в борьбе за новое, марксистское понимание нашей жизни и природы; и прекрасны были те минуты, когда завершались отдельные новые главы этой науки будущего.

Что же занимательного я буду рассказывать о геохимии, да и что это за наука? Почему не просто химия, а геохимия? И почему о ней пишет не химик, а геолог, минералог, кристаллограф?

Ответ на этот вопрос читатель получит, в сущности, не в первом очерке; нет, там будет сказано о многом, но кратко.

Поймет глубину и занимательность геохимии только тот, кто дочитает книгу до конца.

Тогда он скажет: «Вот что такое геохимия, какая интересная, но трудная наука! Как мало я еще знаю и химию, и геологию, да и минералогию, чтобы полностью понять ее!».

Но понять ее стоит, так как будущее геохимии значительнее, чем это предполагают: именно она вместе с физикой и химией подчинит воле человека величайшие запасы энергии и вещества.

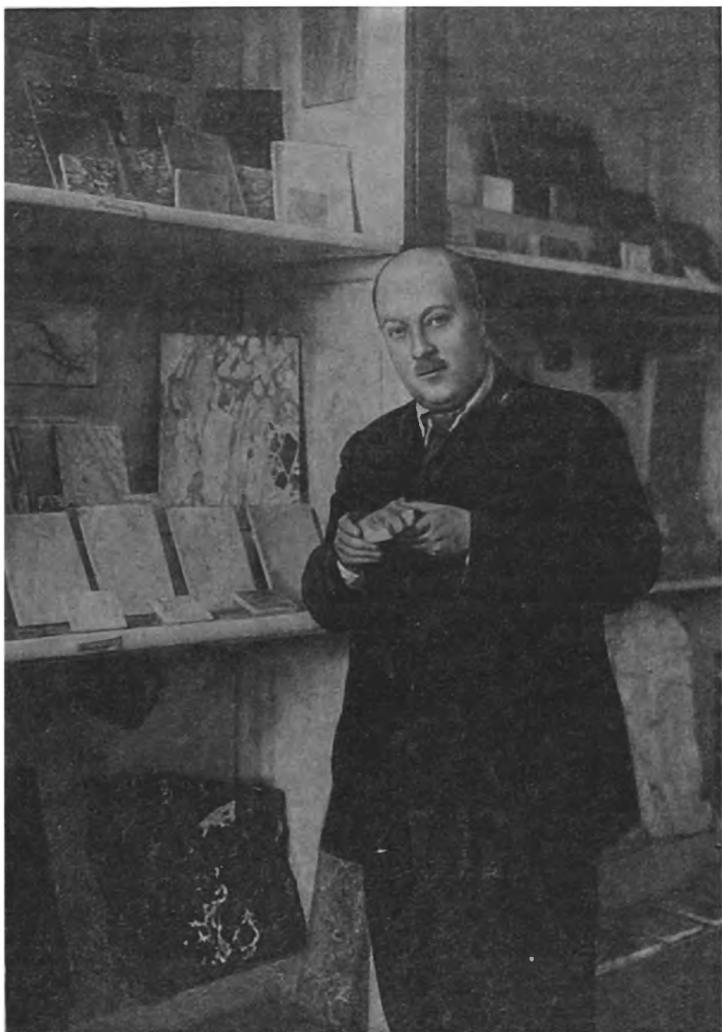
Прежде чем закончить введение, я хочу обратиться к читателям с несколькими советами, как читать эту книгу. Ведь мало сказать, что надо читать,— часто еще гораздо важнее сказать, как надо читать, каким образом надо изучать книги и научиться извлекать из них больше пользы. Одни книги читаются запоем, когда интересный рассказ увлекает вас и вы не можете оторваться от него, пока не прочтете последнюю страницу. Так читают, например, занимательные приключенческие романы. Другие книги надо изучать: в них читатель найдет изложение отдельных наук, научных проблем или научных данных, описание явлений природы, сообщение о научных выводах. Такие книги нужно читать, вникая в каждое слово, не пропуская ни отдельных страниц, ни даже строк или слов.

Наша же книга не увлекательный роман и не научный трактат. Она построена по особому плану. Ее четыре части одна за другой переходят от общих вопросов физики и химии к вопросам геохимии и ее будущего. Читатель, который мало знаком с основами этих наук, должен читать книгу неторопливо и внимательно, быть может, даже перечитывать заинтересовавшие его или трудные страницы. Но если читатель знает физику и химию, он может перескакивать через отдельные очерки, которые ему знакомы: автор старался каждый очерк сделать самостоятельным целым, по возможности не зависимым от других. Книга пригодна и для углубления знаний по химии или геологии.

Учащимся очень полезно читать отдельные главы во время прохождения общего курса химии, так как каждая из этих глав может в значительной части иллюстрировать те или иные сухие страницы учебника химии.

Изучая металлоиды, можно попутно прочесть главу о фосфоре и сере; изучая черные металлы,— познакомиться с главами о железе и о ванадии.

При изучении геологии точно так же надо было бы пользоваться соответственными главами, освещающими большие химические проблемы распространения элементов в земной коре. Особый интерес в этом отношении представляют главы, посвященные описанию земной коры, и главным образом часть третья — «История атома в природе».



A. E. Ферсман

Те, кто изучают химию, увидят, что в своем изложении я коснулся лишь немногих химических элементов: только пятнадцать элементов описаны сколько-нибудь детально, но я и не стремился дать полную химическую характеристику и историю всех элементов в мироздании, в глубинах земной коры, на земной поверхности и в руках человека.

Я хотел осветить только отдельные наиболее существенные черты «поведения» самых обычных и полезных элементов, живущих вокруг нас своей сложной химической жизнью среди незаметных и постоянных химических процессов земли. Я уверен, что можно написать много страниц о каждом химическом элементе. Может быть, читателю придет желание самому попытаться написать историю какого-либо элемента, о котором я ничего не сказал. Мне кажется, что это была бы полезная практическая задача, и если кто-либо, заинтересовавшись, например, куском металлического хрома, его судьбой, его месторождениями и ролью в промышленности, попытался бы пойти по этому пути, то он мог бы написать ряд интересных страниц из истории этого элемента и осветить поведение этого атома из семьи железа.

Я могу только посоветовать внимательным читателям, изучившим нашу книгу и интересующимся проблемами широкого анализа природы, попытаться выполнить такую задачу и продолжить те страницы, которые написаны мной о самых важных элементах земли.

Атом

ЧТО ТАКОЕ ГЕОХИМИЯ



то такое геохимия? — это первый вопрос, на который нужно ответить, чтобы понять все то, о чем мы будем говорить в нашей книге.

Мы знаем, что геология — наука, которая учит, что представляет собой земля, земная кора, какова ее история, как земля изменяется, как образуются горы, реки, моря, как возникают вулканы и как на дне океана медленно растут осадки илов и песков.

Нам понятна и минералогия, которая изучает отдельные минералы.

В своей книге «Занимателная минералогия» я писал: «...Минерал есть природное соединение химических элементов, образовавшееся естественным путем, без вмешательства человека. Это своего рода здание, построенное из определенных кирпичиков в различных количествах, но не беспорядочная куча этих кирпичей, а именно постройка по определенным законам природы. Мы хорошо можем понять, что из одних и тех же кирпичей, даже взятых в одном и том же количестве, можно построить разные здания. Так один и тот же минерал может встречаться в природе в самых различных видах, хотя по существу он остается всё тем же химическим соединением.

Мы насчитываем около ста сортов этих кирпичей, из которых построена вся окружающая нас природа.

К этим химическим элементам, например, относятся: газы — кислород, азот, водород; металлы — натрий, магний, железо, ртуть, золото или такие вещества, как кремний, хлор, бром и другие.

Различные сочетания элементов в различных количествах и дают нам то, что мы называем минералом: например, хлор



*Кристаллы дымчатого кварца
на полевом шпате*

ки и их странствование в природе — геохимией...».

Геохимия — еще молодая наука, которая выдвинулась только за последние десятки лет и главным образом благодаря работникам советских ученых.

Ее задачи заключаются в том, чтобы проследить и выяснить судьбу и поведение в земле химических элементов, лежащих в основе окружающей нас природы, которые, будучи расположены в определенном порядке, составляют замечательную таблицу Д. И. Менделеева.

Основной единицей исследований геохимии является химический элемент и его атом.

В каждой клетке таблицы Д. И. Менделеева, как правило, помещается один химический элемент — атом, и каждая клетка имеет очередной порядковый номер. Первый номер имеет самый легкий элемент — водород, а один из самых тяжелых химических элементов в земной коре, 92-й, называется ураном, и он тяжелее водорода в 238 раз.

Атомы чрезвычайно малы, и если представить их в виде шариков, то диаметр атома составит одну десятимиллионную долю миллиметра. Но атомы совершенно не похожи на сплошные шарики и образуют более сложную систему, состоящую из ядра атома, вокруг которого движется то или иное, разное у различных сортов атомов, число электронов.

Таким образом, по своему строению атомы скорее напоминают солнечные системы сверхмикроскопических размеров

и натрий дают поваренную соль, кислород в двойном количестве с кремнием дают кремнезем или кварц и так далее.

...Итак, из сочетаний различных химических элементов построено в земле три тысячи разных минералов (кварц, соль, полевой шпат и др.), а эти минералы, накапливаясь вместе, образуют то, что мы называем горной породой (например, гранит, известняк, базальт, песок и т. д.).

Та наука, которая изучает минералы, называется минералогией, описывающая горные породы — петрографией, а изучающая самые кирпичи-