

СОВЕТСКИЕ  УЧЕБНИКИ

АЛЕКСАНДР
ФЕРСМАН

великий ученый, академик, геохимик

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ГЕОХИМИЯ

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗЕМЛИ



КЛАССИКА НАУЧПОПА

Александр Евгеньевич Ферсман
Занимательная геохимия.
Химические элементы Земли
Серия «Советские учебники.
Классика научпопа»

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=74131351
Занимательная геохимия. Химические элементы Земли:
ISBN 978-5-04-250301-6*

Аннотация

Почему в одних местах Земли сосредоточены богатые руды, а в других – только «пустая» порода? Откуда берутся минералы и кристаллы, почему реки и подземные воды меняют камень и как химические элементы путешествуют по планете? Можно ли по составу крошечного образца понять историю целого района?

Ответы на эти вопросы дает книга Александра Ферсмана «Занимательная геохимия. Химические элементы Земли» – увлекательное и понятное введение в науку, которая объясняет Землю через язык химии. Здесь нет сухого перечисления фактов: автор ведет читателя от наблюдений и ярких примеров к пониманию закономерностей – как «работает» земная кора, почему элементы распределены неравномерно и как формируются месторождения.

В книге:

– Что изучает геохимия и почему без нее невозможно понять строение Земли?

– Как элементы распределяются в земной коре и что заставляет их концентрироваться или рассеиваться?

– Как вода, температура и давление меняют породы и создают новые минералы?

– Почему возникают рудные тела и чем «геохимические следы» помогают их находить?

– Как химия связывает воедино горные породы, почвы, воды и живую природу?

Живой язык, образность и ясная логика делают книгу Ферсмана отличным чтением для всех, кто любит научные открытия и хочет видеть в камнях не просто «серые куски», а историю планеты. «Занимательная геохимия» будет полезна школьникам и студентам, преподавателям и участникам кружков, а также всем, кто интересуется природой, минералами и тем, как устроена Земля.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

Содержание

Предисловие	6
Введение	17
Атом	21
Что такое геохимия	21
Конец ознакомительного фрагмента.	25

**Александр
Евгеньевич Ферсман
Занимательная геохимия
Химические
элементы Земли**

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2026

Предисловие

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.

Широкой популярности Александра Евгеньевича Ферсмана среди советской молодежи способствовала его горячая любовь к науке и жизни, вдохновлявшая его, видного ученого, занятого большой научной и государственной работой, на создание замечательных научно-популярных книг для молодежи; к лучшим из них относятся его «Занимательная минералогия» и «Занимательная геохимия».

К сожалению, книгу «Занимательная геохимия» автор не успел закончить. Некоторые главы были дописаны друзьями и учениками Александра Евгеньевича Ферсмана: «Мир невидимого», «Атом разрушается» – академиком В. Г. Хлопиным, «Углерод», «Атомы в воде» и «Атомы в живой клетке» – академиком А. П. Виноградовым, «Редкие рассеянные элементы» – профессором В. В. Щербиной, «Метеориты – вестники Вселенной» – Е. Л. Криновым. По материалам Александра Евгеньевича составлены главы «Из истории геохимических идей» и «Атомы в истории человечества».

Первое издание книги вышло в 1948 г. под общей научной редакцией профессора Н. К. Разумовского, при консультации академика В. Г. Хлопина. Они сделали все, чтобы книга вышла такой, какой она была задумана А. Е. Ферсманом.

«Занимательная геохимия» не утратила своего значения и до настоящего времени. Наоборот, интерес к ней со стороны широких кругов советских и зарубежных читателей за про-

шедшие годы еще более увеличился, в связи с возросшим значением геохимии и тех проблем, которые так мастерски освещает на страницах своей книги А. Е. Ферсман. В книгу по сравнению с предыдущим, третьим, изданием, вышедшим в 1954 г., редакция сочла необходимым внести некоторые дополнения и примечания, связанные с достижениями последних лет в области геохимии и сопредельных с ней наук, особенно физики.

Академик Александр Евгеньевич Ферсман широко известен в нашей стране как выдающийся минералог, геохимик и географ, как настойчивый исследователь минеральных богатств нашей Родины, неутомимый путешественник, блестящий писатель и популяризатор геологических знаний.

Александр Евгеньевич Ферсман родился 27 октября (8 ноября н. ст.) 1883 г. в С.-Петербурге. Все детство будущего ученого прошло в Крыму, где он научился любить камни. «Крым был моим первым университетом», – говорил Александр Евгеньевич.

Юношу, увлекавшегося на первых порах внешней красотой камней, начинали постепенно интересовать вопросы их состава и происхождения.

По окончании гимназии Александр Евгеньевич Ферсман учился в Московском университете, где слушал лекции по минералогии и вел работу под руководством выдающегося русского естествоиспытателя – Владимира Ивановича Вернадского.

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 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 нескольку дней не выходили они из университетского здания.

В 1907 г. А. Е. Ферсман блестяще заканчивает Москов-

ский 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. Антипова, 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 место ставил полевые исследования. Он вел большую экспедиционную деятельность. Александр Евгеньевич посетил самые разнообразные районы нашей страны: Хибинские тундры на Кольском полуострове, цветущую Ферганскую долину, знойные пески Кара-Кумов и Кызыл-Кумов в Средней Азии, таежные

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

² Там же.

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 горнопромышленный 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:

«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 эпопея Хибин не заслоняет других научных исследований Александра Евгеньевича. Его неиссякаемой энергии 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 дол-

гих лет творческого труда и опыта; в них отражена вся жизнь ученого и его научные интересы. В то же время это книги опытного, талантливое 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 но-

вой 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 тяжелой 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

Несколько 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 значительно, 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 обра-

зом часть третья – «История атома в природе».

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

Что 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 «Занимательная 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 раз-

личных 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 дают нам то, что мы называем минералом: например, хлор 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 кирпичики и их странствование в природе – геохимией...»

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

Ее задачи заключаются в том, чтобы проследить и выяснить судьбу и поведение в земле химических элементов, ле-

жащих 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 десятиллионную 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 с центральным солнцем – ядром и движущимися вокруг него планетами – электронами.

У разных сортов атомов – химических элементов – число электронов различно. Благодаря этому они отличаются друг от друга по своим химическим свойствам. Атомы, обмениваясь между собой своими электронами, входят в соединения – образуют молекулы.

На менделеевской таблице намечается ряд естественных семейств элементов, которые встречаются вместе не только на таблице, но и в самой природе.

Величие системы Менделеева и заключается именно в том, что это – не теоретическая схема, а выражение тех природных взаимоотношений, которые существуют между отдельными элементами и которые определяют их сходство, их различие, их перемещения в земле.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.