



А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



А. И. ПЕРЕЛЬМАН

АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ
ФЕРСМАН



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1968

Эта книга — научная биография выдающегося советского ученого, одного из основоположников «науки XX столетия» — геохимии, крупнейшего минералога, организатора советской науки, путешественника, академика Александра Евгеньевича Ферсмана (1883—1945). Рассказывая об этапах жизни и научной деятельности ученого, о его большом вкладе в развитие советской науки и культуры, в освоение минеральных богатств СССР, автор особо останавливается на роли Ферсмана в создании горнопромышленного района за Полярным кругом (Хибины), в исследовании гор и пустынь Средней Азии, Урала. Читатель не только знакомится с главными путями научного творчества Ферсмана — изучением роллонов в геохимии, пегматитов, кларков, региональной геохимии, геохимической деятельности человека, — но и узнает его как личность, как человека. В книге также рассматриваются метод и стиль работы Ферсмана, его мастерство популяризатора науки.

Книга богато иллюстрирована фотографиями, часть которых публикуется впервые.

ВВЕДЕНИЕ

Почти полстолетия жизни исканий и увлечений, почти полстолетия любви, упорной и упрямой, любви безраздельной к камню, к безжизненному камню природы, к самоцвету, к куску простого кварца, к обломку черной руды! И за эти многие десятки лет он научился языку этих безжизненных и мертвых тел, он познал многие тайны их существования, зарождения и гибели, он сроднился с их природой, таинственной и скрытной, с их великими законами гармонии и порядка.

А. Ферсман

Поколение ученых, к которому принадлежал Александр Евгеньевич Ферсман, жило в эпоху величайших преобразований общества и науки. Их юность — это годы первой русской революции 1905—1907 гг., а зрелость — годы мировой империалистической войны 1914—1917 гг., Великой Октябрьской социалистической революции, гражданской войны и интервенции, строительства социализма, Великой Отечественной войны против немецкого фашизма в 1941 — 1945 гг.

Глубокие социальные катаклизмы были дополнены революцией в естествознании, крушением многих казавшихся незыблемыми представлений, развитием новых «странных» идей, возникновением целых наук, предметом которых становился ранее таинственный и неделимый, а ныне вполне реальный и очень сложный физический объект — атом. Такая эпоха нуждалась в сильных характерах, больших талантах, смелых умах, трудолюбивых и непреклонных в достижении поставленных целей. И тем, кто отвечал этим требованиям, кто понял величие времени и место науки в нем, эпоха отплатила сторицей, создав условия научного творчества, о которых не могли и мечтать прошлые поколения.

Первая половина XX в. блистала именами замечательных ученых, прославивших русскую и советскую науку. Среди них одно из первых мест принадлежит выдающемуся геохимику и минералогу, крупному организатору советской науки, ученому, с именем которого связаны многие славные страницы освоения природных богатств СССР, — академику Александру Евгеньевичу Ферсману.

Среди его современников можно найти равных ему по научному таланту, но едва ли можно назвать ученого, в котором большая одаренность соединялась с невероятной работоспособностью, с качествами крупного общественно-го деятеля, практического работника в области минерального сырья, художника.

Вместе со своим учителем В. И. Вернадским Ферсман — признанный основатель «науки XX столетия» — геохимии. Не будет преувеличением сказать, что биография А. Е. Ферсмана — это в значительной степени история советской геохимии. Он больше, чем кто-либо другой, сделал для развития геохимии, ее связи с народным хозяйством, подготовки кадров, популяризации достижений.

Ферсман был и замечательным минералогом, он внес значительный вклад в кристаллографию, немало сделал для географии и других естественных наук. Его печатное наследство огромно — более 1500 публикаций!

Но Ферсман являлся не только ученым-теоретиком. Это был общественный деятель, организатор нашего народного хозяйства, науки и культуры. Из воспоминаний современников возникает образ исключительно живого, веселого, общительного, полного обаяния человека, для которого научное творчество было величайшей радостью и счастьем жизни.

Сейчас, более чем через 20 лет после смерти ученого, его жизненный и научный подвиг не перестает поражать воображение.

Проблемы «ученый и эпоха», «научное творчество и практическая деятельность», «теоретические и прикладные науки», «источник творчества», «наблюдение в природе и лабораторный эксперимент» и многие другие представляют выдающийся интерес и для современного поколения. Сейчас они актуальны, как и во времена Ферсмана и во все предыдущие эпохи.

В своем творчестве Ферсман чрезвычайно удачно решил эти проблемы.

Яркая личность Ферсмана, его богатая событиями жизнь, интереснейшие путешествия, научные достижения привлекали внимание ученых и писателей. Ферсману посвящены научные биографические очерки, воспоминания, художественные произведения для юного и взрослого читателя, в том числе в серии «Жизнь замечательных лю-

дей». Но среди этого материала еще нет обстоятельной научной биографии ученого, в которой нашли бы отражение важнейшие стороны его деятельности и анализ его творчества.

В предлагаемой книге автор стремился осветить все стороны деятельности Ферсмана, рассказать об эволюции его творчества, о важнейших достижениях ученого, об источнике его интереса к отдельным проблемам, о роли в его жизни грандиозных исторических событий, свидетелем и участником которых ученый был.

В первой части книги в хронологическом порядке освещены важнейшие события жизни Ферсмана — рассказано о его главнейших научных трудах, экспедициях, заграничных поездках, организационной и общественной деятельности. Естественно, что в центре нашего внимания Ферсман-ученый. Однако хронологическая последовательность не всегда позволяет дать анализ научного творчества.

Ферсман был постоянен в своих интересах, материалы для обобщений накапливались им десятки лет. Так, первые исследования по проблеме кларков датировались им 1907 г., а наиболее крупные обобщения в этой области он сделал в 1933—1937 гг.

Интерес к пегматитам возник у Ферсмана на Эльбе в 1908 г., а последнее переработанное автором издание монографии «Пегматиты» опубликовано в 1940 г.

В интервале 1922—1941 гг. укладываются исследования по региональной геохимии.

В связи с этим во второй части книги автор освещает главнейшие теоретические проблемы, которым Александр Евгеньевич уделял внимание на протяжении почти всей жизни. Основные направления научного творчества А. Е. Ферсмана сгруппированы здесь в пять важнейших проблем: «ионы в геохимии и минералогии» (особенно «геоэнергетическая теория», разработанная Ферсманом), «пегматиты», «распространенность элементов (кларки)», «региональная геохимия» и «геохимическая деятельность человечества». Естественно, что речь идет преимущественно о трудах зрелого Ферсмана. Другие научные вопросы, которым в отдельные периоды жизни уделял внимание Александр Евгеньевич, рассмотрены в первой части книги (магнезиальные силикаты, алмаз, драгоценные камни и т. д.).

Ограниченный объем книги не позволил автору дать исчерпывающую характеристику всего того, что сделал Ферсман для науки. Рассказано только о самом главном, представляющем наибольший интерес для современного читателя.

За свою жизнь Ферсман встречался с сотнями, тысячами ученых, политических деятелей, хозяйственников, рабочих, старателей, школьников. Эти встречи происходили и в научных аудиториях Ленинграда, Москвы, Ташкента, и в приемных наркомов и секретарей обкомов, и на рудниках и шахтах Урала, Средней Азии, Забайкалья, и в университетах и институтах Германии, Дании, Норвегии, Австрии, Швейцарии, и у колодцев в жаркой Каракумской пустыне, и в саамском чуме на берегу тихого озера в глухой Хибинской тайге.

О многих встречах и событиях своей жизни Ферсман рассказал в прекрасных поэтических книгах — «Путешествия за камнем», «Воспоминания о камне», «История одной тропы» и др. В них ученый, по сути дела, изложил свою биографию от первых детских впечатлений в Крыму до «Хибинской эпопеи», экспедиций в Среднюю Азию, последних дней, проведенных в Сочи.

В 1965 г. издательство «Наука» опубликовало книгу воспоминаний об Александре Евгеньевиче. Среди авторов мы находим его соратников по Академии наук академиков Н. Д. Зелинского, В. Л. Комарова, А. П. Виноградова, А. В. Шубникова, С. И. Вольфовича, его учеников-геохимиков и минералогов — академика Д. И. Щербакова, члена-корреспондента А. А. Саукова, докторов наук В. В. Щербину, В. А. Варсонофьеву, Э. М. Бонштедт-Куплетскую и многих других, горных инженеров, журналистов, писателей.

Особый интерес представляет опубликованная в этой книге переписка А. Е. Ферсмана с его учителем — академиком В. И. Вернадским.

Все эти разнообразные материалы были использованы в работе над настоящей книгой. Однако, составляя биографию ученого, мы, естественно, в ее основу положили научные труды Ферсмана, старались проследить ход его мысли, внутреннюю логику исследования, определявшую многие черты жизни и деятельности Александра Евгеньевича.

Много помогли автору беседы с ближайшими учениками Ферсмана, ныне, к сожалению, уже покойными,—

Дмитрием Ивановичем Щербаковым и Александром Александровичем Сауковым. В книге нашли отражение и личные воспоминания о встречах с Ферсманом.

Большую помощь в работе оказала Екатерина Матвеевна Ферсман, которой автор обязан возможностью ознакомиться с архивом Александра Евгеньевича, первыми изданиями его статей и книг, фотографиями и другими материалами.

Всем лицам, способствовавшим улучшению книги, автор выражает благодарность. Пусть эта книга будет данью глубокого уважения автора к памяти замечательного ученого и человека, сделавшего так много для своей Родины и Науки.

ЖИЗНЬ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ

1883—1903

Камень владел мною, моими мыслями, желаниями, даже снами... Какая-то детская любовь к камню, красивому чистенькому кристаллу с аккуратно наклеенным номерком и чистенькой этикеткой; потом юношеские увлечения красотой камня...

А. Ферсман

Вспоминая на склоне лет свои детские и юношеские годы, Ферсман писал, что этот первый этап жизни «дал мне любовь к камню, зажег тот огонь, которым я горел всю свою жизнь и который наполнял мою жизнь и создавал единство цели»¹.

Александр Евгеньевич родился 8 ноября (27 октября) 1883 г. в Петербурге. Его отец, Евгений Александрович Ферсман (1853—1937), увлекался архитектурой и готовился стать архитектором. Однако из-за напряженной чертежной работы у него сильно ослабло зрение и он не смог посвятить себя любимому делу. В 1878 г. во время русско-турецкой войны Е. А. Ферсман в качестве вольноопределяющегося поступил в действующую армию, а по окончании войны был принят в Академию генерального штаба в Петербурге. Его дальнейшая карьера преимущественно была связана с военно-педагогической деятельностью.

Мать будущего геохимика, Мария Эдуардовна Кесслер (1855—1908), знала естественные науки, хорошо рисовала и играла на рояле. И отец, и мать, каждый по-своему, оказывали влияние на эстетическое воспитание и образование сына, укрепляли его любовь к камню. Особенно велико было влияние матери.

¹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем. Л., Детгиз. 1956, стр. 487.



Отец ученого —
Евгений Александрович Ферсман

Большое влияние на Ферсмана в детстве и юности оказал и его дядя по матери — Александр Эдуардович Кесслер — ученый-химик, ученик Бутлерова. В начале 90-х годов в связи с болезнью А. Э. Кесслер вынужден был покинуть Петербург. Он поселился в Крыму, в селении Тотайкой (ныне — Ферсманово), около Симферополя, где купил небольшое имение, в котором семья Ферсмана обычно проводила лето.

Вблизи имения имелись выходы коренных горных пород, речка с разноцветной галькой на дне. Здесь шестилетний Саша стал собирать свою первую минералогическую коллекцию. «Увлёкся я минералогией в своеобразных условиях горного Крыма, среди научных интересов научной семьи», — вспоминал А. Ферсман в 1927 г. в своей автобиографии². Дядя водил будущего ученого в свою лабораторию и показывал кристаллы различных солей, отец рассказывал о роли камня в архитектуре, а мать об их научных названиях.

² См. «Александр Евгеньевич Ферсман». М., изд-во «Наука», 1965, стр. 461.



Мать ученого —
Мария Эдуардовна Ферсман (Кесслер)

В 1889 г. Е. А. Ферсман был назначен военным атташе в Грецию и вместе с семьей отправился в большое путешествие по странам Средиземноморья (Греция, Турция, Италия).

Это путешествие произвело огромное впечатление на Александра.

«...Я вижу себя шестилетним мальчиком, — вспоминал он позднее, — на берегу моря, около Афин; весь берег Елевсинской бухты усыпан серой и белой обточенной галькой, а я, забавляюсь, бросая плоские камешки в тихо набегающую волну.

— А знаешь ли ты, что все эти камешки мрамор? — говорит мне отец, и слово «мрамор» врежется мне в память, как острый шип шиповника. — Это не простой камень, это тот мрамор, из которого построен Акрополь в Афинах...

«Мрамор, мрамор»... Я не могу успокоиться, перестаю бросать камешки, собираю лучшие, обточенные водой, бережно кладу их в спичечную коробку и храню, храню как

талисман много десятков лет»³. Вскоре Е. А. Ферсмана назначают директором кадетского корпуса в Одессе, и семья переезжает в этот город, где Саша поступает в IV классическую гимназию.

Однако гимназия не оказала большого влияния на его развитие: из-за болезни он в ней почти не учился. Интерес к минералам, к естественным наукам поддерживался той обстановкой, которая царила в семье. Александр часто бывал в Новороссийском (Одесском) университете, посещал минералогический кабинет проф. Р. А. Пренделя, химическую лабораторию друга их семьи проф. П. Г. Меликова. «Каждую субботу приходил он (П. Г. Меликов.— А. П.) вечером к нам, а я, десятилетний мальчишка, спрятавшись в углу дивана, с каким-то благоговением слушал его, пришедшего из большой лаборатории, полной стаканов, колб, банок с солями, жидкостями и каким-то особенным запахом.

Каким праздником было для меня разрешение навесить его в самом университете, пройти по темным коридорам старого здания к нему в лабораторию и тихо, зажав дыхание, смотреть, как ученый переливает какие-то жидкости, кипятит что-то на газовых горелках или осторожно капает окрашенные капельки в большой стакан»⁴.

Каждое лето семья Ферсманов по-прежнему выезжала в Крым.

В возрасте 10—12 лет Ферсман целыми днями бродил по окрестностям Тотайкоя, устраивал далекие экскурсии на известную каменоломню близ с. Курцы. Однажды он нашел здесь странный камень, напоминающий лист бумаги — минерал палыгорскит, который позднее надолго захватил его воображение. «Целыми часами я работал молотком, зубилом, киркой над отдельными жилками с кальцитом и палыгорскитом в Курцах, просматривал нарядные цеолиты в мелафирах Саблов и горные хрустали в меловых породах северных склонов Таврических гор. Эти часы наблюдений оставили неизгладимое впечатление. Они научили меня понимать детали, научили очень трудной и сложной обязанности естествоведа — наблю-

³ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне. М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 10.

⁴ Там же, стр. 56.



А. Е. Ферсман-гимназист с сестрой Верой

дать»⁵, — писал много позднее Александр Евгеньевич. Ферсман 11 раз был в Карлсбаде (ныне Карловы Вары), где его мать лечилась от болезни печени.

Большое впечатление на юного Ферсмана произвели минеральные богатства Богемии, переживавшей в то время расцвет горного дела. В магазинах Карлсбада можно было приобрести прекрасные штуфы минералов для коллекций. В эти годы камень уже полностью завладел мыслями Ферсмана, стал его страстью.

В Россию из Карлсбада Ферсманы обычно возвращались через Вену — это был первый большой заграничный город, который увидел Александр Евгеньевич. Его внимание привлек Минералогический музей. «Что могло быть прекраснее этого музея! — писал он. — Для меня в Вене ничего больше не существовало. Со скучающим

⁵ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 40.

видом ходил я за отцом по залам живописи и несколько оживлялся, только когда он объяснял мне архитектуру тянувшихся к небу готических храмов, и испытывал подавляющее чувство скорби перед мраморной гробницей Августинской капеллы... Нет, только музей, только музей!»⁶

Уже 12-летним мальчиком Ферсман записывает свои наблюдения. Этому Александра учит дядя-химик, который объясняет ему химические процессы, показывает, как правильно документировать образцы, записывать их химический состав.

В ином направлении оказывал влияние отец. Он заставлял сына читать Гёте, объяснял ему трудные стихи, которые десятилетнему мальчику были «совершенно непонятны» и «совершенно неинтересны». «Единственно, что примиряло меня с Гёте,— вспоминал А. Е. Ферсман,— это то, что он тоже любил камни и был минералогом»⁷.

С годами росло увлечение минералами. Его минералогическая коллекция все увеличивалась, минералы в ней располагались в строго научной системе. Поездки в Крым, в Карлсбад, на Кавказ давали все новые и новые образцы.

К гимназическим годам Александра Евгеньевича относятся и его первые шаги в преподавании — отец поручает ему проводить с кадетами занятия по минералогии, которые проходят успешно.

Уже в это время четко выявились характерные особенности его личности: увлеченность своим делом, работоспособность и целеустремленность. Ферсман очень тонко чувствовал красоту камня, восхищался ею. Александр готовился поступить в университет или горный институт, чтобы посвятить себя изучению камня. Но на этом пути его ждало серьезное испытание, оказавшее большое влияние на всю последующую жизнь.

В 1901 г. А. Е. Ферсман оканчивает с золотой медалью Одесскую классическую гимназию и поступает на I курс физико-математического факультета Новороссийского университета. Он желает изучать минералогию.

В курсах минералогии того времени преобладало детальное описание свойств минералов, их классификация,

⁶ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 39.

⁷ Там же.

в то время как процессы образования минералов в природе нередко оказывались в тени или же вообще игнорировались. Между уровнем научной работы и университетским образованием наблюдался большой разрыв.

Лучшие умы естествознания, начиная с Ломоносова, обращали большое внимание именно на природные процессы образования минералов. Эти идеи нашли яркое выражение в трудах многих ученых XIX в. — нашего соотечественника В. М. Севергина, немцев Брейтгаупта и Бишофа, француза Эли де Бомона и др. Однако генетический подход мало отразился на преподавании минералогии, которая продолжала оставаться «сухой» описательной наукой — инвентаризацией минералов. Правда, в конце XIX в. в Петербургском университете проф. В. В. Докучаев уже читал минералогию по-новому, обращая большое внимание на минералообразование. Его ученик В. И. Вернадский, с 1891 г. в Московском университете, приступил к перестройке преподавания минералогии. Однако новые веяния не коснулись Новороссийского университета, и проф. Прендель читал курс минералогии по старым канонам.

Лекции Пренделя разочаровали молодого Ферсмана. Они кажутся ему скучными и сухими, его начинают увлекать «иные дали».

Среди профессоров Новороссийского университета в то время были талантливые педагоги и ученые, чьи лекции произвели большое впечатление на Ферсмана. Так, он увлекся политической экономией, которую преподавал проф. Орнатский, историей искусств, геофизикой и особенно молекулярной физикой в мастерском изложении Б. П. Вейнберга. Против увлечения Ферсмана историей искусств резко восстал проф. Меликов. Он неоднократно напоминает Александру о его призвании — минералогии и химии. Вспоминая впоследствии эти годы, Ферсман писал, что он все же не мог оторваться от затягивающих его лекций Орнатского, от практических занятий с капиллярами у Вейнберга и, «может быть, совершенно забыл бы о минералогии, если бы не резкий перелом в моей жизни — отца перевели в Москву, и я перешел в Московский университет...»⁸

⁸ Там же, стр. 42.

Однако интерес Александра к гуманитарным наукам и, в частности, к истории искусств не был случайным. Он с новой силой вспыхнул в Ферсмане через много лет, когда прославленный минералог и геохимик обратил внимание на историю культуры, художественное слово.

В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

1903—1907

Слово «геохимия» еще не было произнесено. Но мы становились геохимиками, вдумываясь и углубляясь в вечные законы химического превращения земли.

А. Ферсман

Кафедрой минералогии в Московском университете руководил с 1891 г. Владимир Иванович Вернадский. Ко времени поступления в университет А. Ферсмана на кафедре сложилось определенное научное направление, сформировалась школа талантливых молодых ученых.

Это было время бурных событий в естествознании, крупнейших открытий, перевернувших представления о строении вещества. В 1895 г. В. Рентген открыл таинственные «икс-лучи» (ныне «лучи Рентгена»), а супруги Кюри в 1898 г. обнаружили в урановой смоляной руде еще более таинственный радий, обладавший непонятными свойствами. Атом уже представлялся сложной и вполне реальной физической системой.

Революция в естествознании и в первую очередь в физике — вот та атмосфера, в которой Вернадский по-новому строил здание минералогии, намечая контуры будущей «науки XX столетия» — геохимии. До Вернадского минералогия в Московском университете, как и в Одессе, была описательной наукой, «инвентаризацией минералов». Коллекции оформлялись беспорядочно, в экспедициях минералоги не участвовали.

В своей научной работе и преподавании Вернадский обращал большое внимание на условия образования минералов в природе. Он почти ежегодно устраивал экскурсии и экспедиции в различные районы России. Выезжал он и за границу, где знакомился с лучшими минералогич-

ческими коллекциями мира. Вернадский лично собрал большую коллекцию.

Минералогию Вернадский понимал как химию природных соединений земной коры (минералов) и большое значение придавал точному химическому анализу минералов. Много внимания уделял он и физическим свойствам минералов, в частности их кристаллографической структуре.

Таким образом, для школы Вернадского было характерно сочетание естественноисторического подхода к минералу, т. е. изучения его генезиса, с углубленным анализом химического состава и кристаллографических свойств. Сам Вернадский создал теорию строения алюмосиликатов, разрабатывал вопросы генезиса минералов, основы геохимии.

И хотя условия работы были не очень благоприятны — минералогическая лаборатория занимала лишь две маленькие полутемные комнаты площадью не более 20 м², — творческая молодежь с энтузиазмом занималась научными исследованиями под руководством гениального учителя. На кафедре в это время работали П. К. Алексат, Г. О. Касперович, Я. В. Самойлов, В. В. Карандеев и другие ученые. Многие из них стали впоследствии видными представителями науки.

Обстановка напряженной творческой работы, талантливый коллектив, общение с крупнейшим ученым создавали прекрасные условия для учения. Позднее Ферсман писал: «Это было время тяжелой, упорной, многолетней работы, нередко продолжавшейся 13—14 часов в сутки. И я вынес из этого периода самое важное в жизни — умение работать»⁹.

В Московском университете Ферсман прошел хорошую школу. В «Путешествиях за камнем» он вспоминает, с какой требовательностью помощник Вернадского П. К. Алексат относился к студентам. Он заставлял их несколько раз переделывать анализы минералов (а выпаривать растворы порой приходилось целыми ночами!), был «беспощаден» при редактировании статей, выбрасывал каждое лишнее слово. Первое задание, которое получил Ферсман, заключалось в анализе ярозита с о. Челе-

⁹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 487.

кен. Почти ежедневно в химическую лабораторию, где работали студенты, приходил В. И. Вернадский. Он неизменно спрашивал: «Что у вас?» — проявляя живой интерес ко всем темам. Его горячее увлечение проблемами химии минералов и уже витавшими тогда в воздухе идеями геохимии передавались и нам, вспоминал Ферсман.

Каждый месяц под председательством Вернадского проходили заседания минералогического кружка, на которых студенты делились результатами работы, а учитель развивал свои новые идеи.

Большое значение придавал Вернадский и работе с коллекциями, требуя, чтобы студенты «набивали глаз» в определении минералов.

Огромную роль в воспитании будущих минералогов и геохимиков играли экскурсии и экспедиции, организуемые Вернадским. При решении этого вопроса ему пришлось встретить немалое сопротивление университетского начальства, не понимающего, зачем экспедиции минералогам. Однако Вернадский настоял на своем. Ежегодно летом со своими учениками он отправлялся изучать минералы в природе. Знакомство начиналось с ближайших окрестностей Москвы — карьера в Подольске, каменоломни в Дорогомилово, обнажений в Хорошеве и Мячкове.

Во время экскурсии Вернадский обращал внимание учеников на историю минералов. Он все время подчеркивал, что минералы непостоянны на Земле — они образуются и «умирают». «Владимир Иванович обращал наше внимание на то, что купорос — лишь временное образование, что достаточно первого дождя, чтобы смыть растворимые соли, окислить железо, покрыть буро-ржавыми пятнами прекрасные раковины аммонита... Мы учились понимать историю минерала: его образование из железного колчедана, его гибель в струйках воды, его превращение в новые соединения»¹⁰.

В Подольском карьере, в каменноугольных известняках А. Ферсман опять обнаруживает листочки «горной кожи» — палыгорскита. Теперь уже он приступает к серьезному изучению этого минерала. В 1906 г. Ферсман писал Вернадскому: «За лето я окончил целый ряд работ, и обо многом мне хотелось бы переговорить с Вами...

¹⁰ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 46.



А. Е. Ферсман-студент.

Больше всего я сидел над палыгорскитом. Почти 2 месяца я провозился с этим минералом и пришел к некоторым результатам...

Закончив полный анализ этого минерала из Симферополя, я поразился необыкновенной близости цифр моего анализа и анализа Купфера, Менделеева и Савченкова»¹¹.

В университетские годы в характере Ферсмана проявилось качество будущего ученого — умение полностью отдаваться решению проблемы, забыв обо всем остальном. Не удивительно, что все свое время Ферсман посвящал минералогии. При этом он забросил остальные курсы, перестал сдавать экзамены и, по его словам, был на границе ряда «недоразумений». Энергичное вмешательство Вернадского поставило все на свое место — и в 1907 г. Ферсман приступил к сдаче государственных экзаменов. Но и здесь дело не обошлось без курьезов. Позднее он вспоминал: «...пошел на экзамен сравнительной анатомии с очень легким багажом, меня спасли только мои познания по

¹¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 434.

палеонтологии. Я «заложил» общий курс зоологии и лишь благодаря своим научным трудам по минералогии получил «удовлетворительно». Таким образом с грехом пополам кончились экзамены, во время которых я обдумывал формулы цеолитов вместо ботаники. И, наконец, я был «свободен»¹²...

Пребывание Ферсмана в Московском университете совпало с революцией 1905—1907 гг.¹³ Вспоминая эти годы, Александр Евгеньевич много позднее писал, что «пестрая семья» студентов принимала бурное участие в студенческих сходках, что студенческая жизнь того времени накладывала на каждого из них свой отпечаток. . .

В университетские годы были опубликованы первые печатные труды А. Ферсмана. Два из них посвящены кристаллической форме некоторых органических соединений, а пять — минералогии, преимущественно минералам Крыма («К минералогии Симферопольского уезда», «Барит из окрестностей Симферополя» и т. д.).

В эти же годы внимание Ферсмана привлекают минералы, которые благодаря малым размерам кристаллов, спутанно-волокнистой структуре, трудноопределимым примесям представляли большую сложность для научного исследования. Речь идет о цеолитах и палыгорскитах. О строении и составе этих минералов ученые тогда еще почти ничего не знали. Трудно сказать, что побудило Ферсмана обратиться к этим минералам. Вероятно, здесь сыграли роль и воспоминания о детских экскурсиях, и отсутствие данных о природе этих минералов, и, что вернее всего, методическая сложность проблем, необходимость особо тщательного и даже виртуозного подхода к их изучению. Задачи такой сложности уже тогда особенно привлекали Ферсмана. Первые его публикации, посвященные палыгорскитам и цеолитам, появились в 1908 г., когда А. Ферсман находился в заграничной командировке. В дальнейшем эта тематика играла важную роль во всех предвоенных (до 1913 г.) исследованиях ученого.

¹² Цит. по: В. А. Варсановьев а. Александр Евгеньевич Ферсман. Бюлл. МОИП, отд. геол., 1946, т. 21, № 1.

¹³ Мать Ферсмана, Мария Эдуардовна, в эти годы помогала революционной молодежи; это отразилось на служебном положении ее мужа — начальника Александровского юнкерского училища в Москве. В 1908 г. он был переведен на работу в Бобруйск, где вскоре вышел в отставку и переехал в Петербург. В этом городе протекала его дальнейшая жизнь.

В ГЕРМАНИИ, ФРАНЦИИ, ИТАЛИИ 1907—1909

И много лет алмаз в тысячах, десятках тысяч каратов проходил перед моими глазами, заворачивая меня своим сверкающим блеском, и законы его рождения казались мне величайшими тайнами мира.

А. Ферсман

Способности Ферсмана, его интерес к науке, умение трудиться до самозабвения не прошли мимо внимания Вернадского. По его рекомендации А. Е. Ферсмана оставляют при университете для подготовки к профессорскому званию. Вскоре он направляется за границу для повышения квалификации. Позднее, в автобиографии Ферсман вспоминал, что в Московском университете получил хорошие знания в области методики химического анализа, но недостаточно владел методами оптики и кристаллографии. С ними Ферсман предполагал ознакомиться в лабораториях Франции и Германии.

Сначала он едет в Гейдельберг — в те годы крупный научный центр. В Гейдельбергском университете преподавали кристаллограф В. М. Гольдшмидт (1853—1933)¹⁴, петрограф Г. Розенбуш и другие известные ученые. Ферсман посещает их лекции, но большую часть времени проводит в «крохотных комнатках» лаборатории Гольдшмидта, где под его руководством изучает кристаллографию алмаза на теодолитном гониометре новой системы, сконструированном Гольдшмидтом. «Упорная работа по алмазу отнимала у меня до пятнадцати часов в сутки... Во Франкфурте, Идаре, Ганау, Берлине на особых столах передо мной рассыпали десятки тысяч каратов природного алмаза. Целыми часами я отбирал наилучшие кристаллы этого диковинного минерала, не замечая, что при помощи системы зеркал за моими руками наблюдали из другой комнаты, учитывая каждое мое движение. Отобранные камни через банк отправляли в Гейдельбергский университет, где они и поступали на исследование», — вспоминал А. Е. Ферсман много лет спустя¹⁵.

¹⁴ Не следует путать с известным геохимиком В. М. Гольдшмидтом (1887—1947).

¹⁵ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 55.

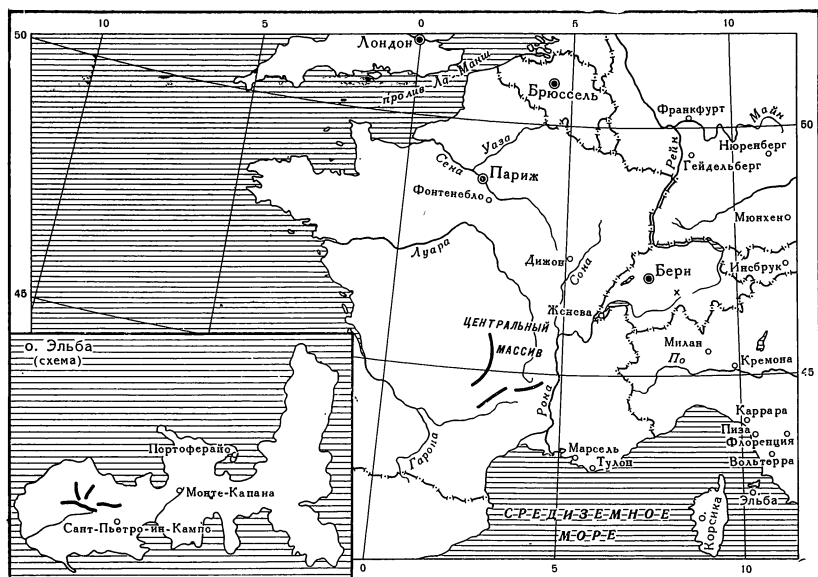


Схема районов поездок А. Е. Ферсмана по Германии, Франции, Италии

Работая с алмазом, Ферсман обратил внимание на кристаллизацию минералов вообще. «Последнее время очень увлекаюсь той кристаллографической работой, которую вместе с Гольдшмидтом мы предприняли для выяснения явлений кристаллизации алмаза», — пишет он Вернадскому из Гейделльберга в начале 1908 г.¹⁶ Ферсман считал, что в форме и поверхности кристаллов отражаются условия их образования. В классической двухтомной монографии «Der Diamant», опубликованной Ферсманом совместно с Гольдшмидтом в 1911 г.¹⁷, изложены результаты этих исследований. Александр Евгеньевич сделал для монографии художественные зарисовки кристаллов алмаза и световые картины, наблюдавшиеся на гониометре.

Авторы пришли к выводу, что округлые кристаллы алмаза — продукты частичного растворения, в то время как

¹⁶ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 436.

¹⁷ Русский перевод был опубликован Издательством АН СССР в 1955 г. в серии «Классики науки» под наименованием: А. Е. Ферсман. Кристаллография алмаза.

плоскогранные кристаллы образовались только в процессе кристаллизации. Ферсман сформулировал закон роста и растворения кристаллов: «Тела растворения (*ра*) являются противоположностью тел роста (*ро*) в следующем смысле: на месте главных граней *ро* и *ра* образуются вершинки; на месте зон *ро* и *ра* образуются ребра (границы)»¹⁸. По его мнению, в вулканических кимберлитовых трубках Южной Африки происходила не только кристаллизация алмаза, но и его растворение.

Ферсман считал, что в кимберлитовых трубках часто менялись физико-химические условия и давление. Это в свою очередь оказывало большое влияние на кристаллизацию алмаза из магматической силикатной магмы. Подъем магмы к поверхности сопровождался уменьшением давления, что благоприятствовало растворению кристаллов алмаза. В результате и появлялись округлые формы кристаллов. Когда верхняя часть трубки закупоривалась застывшей магмой, в ее нижней части повышалось давление, и кристаллы алмаза начинали снова нарастать.

Изменение физико-химических условий в разных частях магмы также влияло на образование алмаза. Ферсман описал кристаллы, на одной половине которых преобладали явления растворения, а на другой — роста.

И Гольдшмидт и Ферсман предполагали, что глубокий анализ процессов кристаллизации алмаза позволит говорить о синтезе этого минерала. Они даже начали эксперименты по его искусственному росту. Исследователям удалось получить первые интересные результаты, но необходимость возвращения Александра Евгеньевича в Россию прервала работу.

Основные положения классической монографии об алмазе сохранили свое значение и в наши дни. Работу по изучению алмаза Ферсман чередовал с посещением каменоломен, рудников, фабрик, музеев Германии.

Летом 1908 г. Александр Евгеньевич предпринимает более длительные экскурсии. Он посещает Париж, где работает в лаборатории Лакруа. В окрестностях Парижа Ферсман знакомится с гипсами Монмартра, песчаниками Фонтенбло. Отправляется он и на знаменитое плато Оверни, а также изучает рудные «альпийские» жилы в Швейцарии.

¹⁸ А. Е. Ферсман. Кристаллография алмаза, стр. 58.

Ферсмана влечет на юг, к теплому морю, к местам, похожим на Крым, Грецию... И он решает поехать в Италию. «Не в города Италии, с ненавистной для меня толпой туристов, не в картинные галереи, даже не на знаменитое кладбище Кампо-Санто в городе Пизе, где искусство ваятеля подчеркивается красотой самого камня — каррарского мрамора, красного и зеленого порфира, мрачного, темного нефрита и мраморов Сиены веселых, желтых тонов. Я задумал поехать посмотреть мало кем посещаемые рудники Вольтерры, соффионы Тосканы, подняться на вершины Каррарских Альп. Но главной целью своего путешествия я наметил остров Эльбу..., минералы с которого сверкали всеми красками во всех музеях мира»¹⁹.

Александр Ефимовичу удалось осуществить свой план. В течение трех летних месяцев ознакомился он с геологическими достопримечательностями Италии, много работал.

Свое посещение Вольтерры — крепости старой Этрурии, центра художественной обработки алебаstra, он потом красочно описал в книге «Воспоминания о камне». Большое впечатление на Ферсмана произвели и ломки Каррарского мрамора, и соффионы Тосканы, «где из земли вырывались массы пара и перегретой воды, содержащей борную кислоту и ее соли»²⁰.

Остров Эльба известен широкой публике главным образом как место первой ссылки Наполеона и как прибежище уральских горнозаводчиков Демидовых, приобретших здесь титул «графов Сан-Донато». Но минералогов на Эльбе в первую очередь привлекает гранитный массив Монте-Капани, расположенный в западной части острова. Здесь граниты пронизаны многочисленными пегматитовыми жилами. Крупные, хорошо ограненные кристаллы, характерные для пегматитов, произвели сильное впечатление на Ферсмана. Целые дни проводит он на жилах, изучая многоцветные турмалины, полевые шпаты, бериллы, цеолиты, очень редкий цезиевый минерал поллукс.

Здесь, на Эльбе, впервые зародился его интерес к пегматитам, который он пронес через всю жизнь. Пегматиты стали одной из центральных тем его творчества. Их изучению он отдал много сил. Со временем его работы

¹⁹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 56.

²⁰ Там же, стр. 64.

в этой области приобрели и большое практическое значение. Но тогда на Эльбе ученого скорее привлекли сложность и неизученность самого природного процесса и, конечно, красота тех минералов, которые он мог наблюдать и о которых так красочно позднее писал в новелле «Testa nera»²¹.

Результаты своих наблюдений на о. Эльба Ферсман изложил в обстоятельной статье «Материалы к минералогии острова Эльбы», опубликованной в 1909 г. Позднее она вошла в I том собрания его избранных сочинений (1952).

МОСКОВСКИЙ ПЕРИОД

1909—1911

И от старой минералогии с ее объектами исследования — минералами мы переходим к молодой геохимии, где единицей исследования является химический элемент.

А. Ферсман

Если в годы учения Ферсмана в Московском университете идеи геохимии «носились в воздухе», но само слово «геохимия» еще не было произнесено, то к моменту возвращения Александра Евгеньевича из заграничной командировки положение существенно изменилось.

Именно в это время В. И. Вернадский особое внимание уделяет использованию спектрографии для анализа минералов и определяет в их составе различные примеси. Он создает представление о рассеянном (не минеральном) состоянии вещества в природе и показывает роль рассеяния на примере распространения рубидия, скандия и других редких элементов. Внимание ученого привлекают природные газы, явления радиоактивности. Постепенно объектом его изучения становятся не природные соединения, т. е. минералы, а их составные части — химические элементы. Таким образом, Вернадский закладывает основы геохимии — науки, изучающей историю химических элементов в земной коре.

²¹ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне, стр. 49.

Большое значение для пропаганды новой науки имело выступление Вернадского на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей в 1909 г. Оно называлось «Парагенезис химических элементов в земной коре».

Рождение геохимии именно в это время не было случайностью — она могла появиться только после создания атомистики, после открытия радиоактивности, электрона, когда атом стал рассматриваться как реальная физическая система.

Пожалуй, из всех учеников Вернадского того времени только Ферсман был наиболее подготовлен к восприятию гениального взлета мысли своего учителя. Талант Ферсмана и синтетический склад его ума, физический и химический уклон в образовании, его научный темперамент, восторженно встречавший новые идеи, наконец, его молодость, любовь к учителю и вера в силу научной мысли Вернадского помогли ему сразу же включиться в разработку новой науки.

В. И. Вернадский воспитал много талантливых ученых. Однако в силу различных причин ни один из них не сыграл ведущей роли в развитии геохимии²². И только Ферсман по праву может быть причислен к основателям геохимии²³. Однако в годы своего зарождения (1908—1912) геохимия еще не отграничивалась резко от минералогии. Поэтому в творчестве Ферсмана минералогические и геохимические исследования развивались параллельно, причем первые явно преобладали.

В то время деятельность Ферсмана протекала в стенах Московского университета (в 1909 г. он стал сверхштатным ассистентом на кафедре минералогии), в Народном университете им. А. Л. Шанявского, в Московском обществе испытателей природы (с 1908 г.). В 1909 г. это общество наградило Александра Евгеньевича золотой медалью им. А. И. Антипова за работы по минералогии.

Прогрессивная интеллигенция России всегда прилагала много усилий для преодоления ограниченности систе-

²² Из ближайших учеников и сотрудников Вернадского П. К. Алексат и Г. О. Касперович умерли в первые годы развития геохимии (в 1912 и 1913 гг.). В. В. Карандеев умер в 1916 г. С. П. Попов, П. П. Пилипенко впоследствии стали известными советскими минералогами. Крупный вклад в развитие геохимии внес Я. В. Самойлов.

²³ Большую роль в становлении геохимии играли также труды Ф. Кларка (1847—1931) и В. М. Гольдшмидта (1887—1947).



В. И. Вернадский и его ассистенты в Московском университете
(1911)

*С л е в а н а п р а в о : В. В. Карандеев, Г. О. Касперович,
В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман, П. К. Алексат*

мы высшего образования. В 1908 г. по инициативе ряда ученых и общественных деятелей в Москве был создан Народный университет им. А. Л. Шанявского²⁴. Для поступления в Народный университет не требовалось иметь законченного среднего образования, в нем читались лекции по новым наукам.

Одним из организаторов Народного университета были и А. Е. Ферсман. Он читал там лекции по минералогии и кристаллографии. В 1910 г. Ферсман был избран профессором минералогии этого университета, а в 1912 г. впервые в мире прочитал его слушателям курс новой науки — геохимии.

²⁴ А. Л. Шанявский (1837—1905) — либеральный общественный деятель в области народного образования. Свое большое состояние он завещал на организацию Народного университета. В Народном университете было два отделения — научно-популяризаторское, соответствующее среднему образованию, и академическое — высшему образованию. На академическом отделении подготовка велась по естественнонаучным и общественно-философским наукам. В 1908 г. в Народном университете было 400 слушателей, а в 1912 г. — 3669. Среди преподавателей университета были видные ученые, не имеющие из-за своих прогрессивных убеждений возможности преподавать в официальной высшей школе.

Лекции Александра Евгеньевича пользовались большим успехом. В 1913 г. из Москвы²⁵ в письме к В. И. Вернадскому он писал: «Слушателей много, среди них химики, геологи, Алексей Петрович (А. П. Павлов — геолог, академик, профессор Московского университета.— А. П.) и большинство знакомых минералогов. Считаю я с массой эффектных таблиц»²⁶. Ферсман предполагал издать свои лекции в виде «серьезного учебника» — «Очерки по химии Земли» и много работал над ним в 1912 и 1913 гг. К сожалению, работа не была закончена²⁷.

В университете Шанявского Александр Евгеньевич руководил небольшой минералогической лабораторией. По свидетельству тогдашнего преподавателя этого университета А. В. Шубникова (впоследствии советского академика), в ней быстро выросло число сотрудников. Помимо работы в своей лаборатории Ферсман много внимания уделял и преподаванию в Народном университете. Он подарил университету свою минералогическую коллекцию, которую начал собирать еще в детские годы в Крыму.

Александр Евгеньевич участвовал в работах старейшего в нашей стране Московского общества испытателей природы (МОИП). Еще в студенческие годы он был одним из наиболее активных читателей научной библиотеки МОИП. В 1908 г. Ферсман становится действительным членом общества (в дальнейшем он был избран членом Совета МОИП, в 1936 г. — почетным членом, а в 1944 г. — вице-президентом). Александр Евгеньевич аккуратно посещал заседания общества, выступал там с докладами, был «душой» минералогической комиссии, избирался хранителем минералогических коллекций. Особенно интересным явился доклад Ферсмана на годичном собрании МОИП 3 октября 1912 г. «Химическая жизнь земной оболочки и новые пути ее исследования». Надо отметить, что годичные собрания общества всегда проходили в торжественной обстановке и поручение выступить с докладом являлось большой честью для молодого

²⁵ В конце 1911 г. Ферсман переехал в Петербург, но зимой приезжал в Москву, где в 1913 г. снова прочитал курс геохимии.

²⁶ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 442.

²⁷ Уже в советское время, в 1923 г., вышла из печати книга Ферсмана «Химические элементы Земли и Космоса», в которую вошли материалы этих лекций.

ученого и вместе с тем признанием его научных заслуг. Спустя много лет В. А. Варсанофьева, известный советский геолог, вспоминая это событие, писала: «Помню, как мы, молодежь, слушали его, замороженные красотой образной речи, красотой и смелостью мысли, раскрывавшей перед нами широкую перспективу новых путей познания, новых исканий. Мы чувствовали, может быть бессознательно, интуитивно, что присутствуем при таинстве зарождения новой науки, которой суждено сыграть большую роль в будущем»²⁸.

Много внимания в 1909—1911 гг. А. Е. Ферсман уделял изучению минералов из группы палыгорскита и цеолитов.

В Народном университете Александр Евгеньевич приступил к исследованию минералов Подмосковского края. Вместе со своими слушателями он совершает экскурсии в окрестности Москвы, знакомится с геологией и минералогией каменноугольных и юрских отложений. Во время поездок в более удаленные районы изучались минералы и пермских отложений.

Об одной из экскурсий вспоминал позднее А. В. Шубников: «Как только тронулся дачный поезд, Александр Евгеньевич открыл заседание и заставил одну из участников экскурсии сделать доклад о прочитанных ею работах, относящихся к теме экскурсии. Доклад закончен. Пора выходить из поезда. Не теряя ни минуты, Александр Евгеньевич рассказывает нам, куда мы приехали, в какой геологический период, в какое непостижимо далекое прошлое мы окунулись, какие красавцы аммониты и белемниты лежат тут и ждут веками, что мы их, наконец, поднимем, какие изумительные кристаллы горного хрусталя мы сейчас увидим, если разобьем молотком этот валяющийся у нас под ногами белый круглый камень...»²⁹

Ферсман и его помощники сделали в Подмосковье много новых наблюдений. Результаты этих исследований ученый позднее обобщил в книге «Геохимия России» (1922). Интересные данные были получены по минералогии осадочных пород: изучен минерал ратовкит (земли-

²⁸ В. А. Варсанофьева. Вдохновенный пропагандист науки. В кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 177.

²⁹ А. В. Шубников. Штрихи большой жизни. В кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 118.

стая разность флюорита), обнаружен новый минерал шанявскит (разновидность гидроокиси алюминия), изучены сульфиды свинца, цинка и меди в каменноугольных отложениях, собраны новые коллекции палыгорскита на р. Оке.

В 1908 г. американский химик Кларк опубликовал сводку «The data of geochemistry». В ней были собраны результаты множества химических анализов разных природных тел и, в частности, вычистан средний (в весовых процентах) элементарный химический состав земной коры.

Вернадский сразу же оценил огромное значение чисел Кларка для геохимии³⁰. Анализом данных, полученных американским химиком, увлекся и А. Е. Ферсман. Как химик, он хорошо понимал, что химические элементы в земной коре вступают во взаимодействие друг с другом не пропорционально их весовым количествам, а в зависимости от их атомного веса и валентности. Поэтому Ферсман предложил вычислять средний состав земной коры не в весовых процентах, а в процентах числа атомов. (Позднее по его предложению эти величины получили наименование «атомных кларков».)

Свое сообщение Ферсман опубликовал в 1912 г. Оно поставило автора в ряд выдающихся геохимиков. Подобный подход к вопросу имел фундаментальное значение для геохимии. Он позволил сделать в дальнейшем ряд важнейших теоретических выводов (кривые распространённости элементов, элементы дефицитные и избыточные и т. д.).

О взглядах А. Е. Ферсмана тех лет на геохимию можно судить по программе курса, который он читал в университете им. Шанявского, а также по научно-популярной статье, опубликованной в 1912 г. в журнале «Природа». В качестве основной задачи новой науки Ферсман выдвигает изучение миграции химических элементов в земной коре, их поведения в изверженных горных породах, горячих и холодных источниках, на поверхности зем-

³⁰ Сам Кларк не ставил перед геохимией задачу изучения истории химических элементов в земной коре. Эту задачу сформулировал В. И. Вернадский. Однако объективно данные Кларка были направлены на решение указанной задачи. Это и определило место Кларка в качестве одного из основателей геохимии.

ли. Особо подчеркиваются проблема совместного нахождения элементов (парагенезиса) и условия образования их главнейших соединений. Важное значение придает он также определению содержания элементов в земной коре и метеоритах, сравнению метеоритных минералов с земными.

«Сами минералы остаются только временными продуктами химических реакций Земли...— писал он.— Минералог видит только отдельные моменты из длинной цепи природных явлений. От глаз минералога ускользает та цепь химических процессов, которые медленно перегруппировывают элементы в земной коре... Если минерал есть только этап в длинном природном процессе, то не естественнее ли взять за единицу в своих исследованиях не минерал, а те его составные части, те неизменяемые в наших обычных представлениях простые тела, которые мы называем элементами?»

И от старой минералогии с ее объектами исследования — минералами мы переходим к молодой геохимии, единицей которой являются химические элементы»³¹.

Курс геохимии, который читал А. Е. Ферсман, был рассчитан на 5 двухчасовых лекций³². Он состоял из 6 основных разделов.

В 1-м разделе Ферсман говорил о *предмете геохимии*. При этом он подчеркивал связь этой науки с минералогией.

В следующем разделе — «*Элемент как объект исследования геохимии*» — рассматривался вопрос о распространенности элементов в земной коре, а также относительность понятия о редком элементе. Автор специально останавливался на периодической системе элементов Д. И. Менделеева и изоморфных рядах.

Далее Ферсман переходил к *химическим реакциям земной оболочки*. Он анализировал такие факторы миграции, как давление и температура, подчеркивал роль физической химии для геохимии, останавливался на законе Оствальда, правиле фаз. Здесь разбирались «эвтектические смеси и термический анализ».

³¹ «Природа», 1912, № 7—8, стр. 862—864.

³² «Курс геохимии (программа 5 двухчасовых лекций. 22/IX-1912—4/I-1913)». СПб., 1912, 2 стр.

В 4-м разделе говорилось о *минерале как продукте химических реакций земной коры*, его свойствах и полях устойчивости.

Важное место в курсе занимал обзор химических реакций отдельных зон Земли — от «центросферы» и магмы до зоны выветривания, гидросферы и атмосферы. В программе упоминались и пегматиты.

Последний раздел Ферсман посвящал истории отдельных элементов в земной коре. Интересно, что наряду с распространенными элементами автор характеризовал также редкие — ниобий, тантал, уран, радий и др.

В заключение Ферсман говорил о геохимии как части астрохимии, рассматривал влияние космических причин на химические процессы земной коры, останавливался на будущем геохимии.

Таким образом, уже в 1912 г. А. Е. Ферсман сформулировал ряд важнейших проблем геохимии, позднее в развернутом виде изложенных в известном четырехтомном труде «Геохимия», опубликованном в 1932—1939 гг.

В 1911 г. произошел известный «разгром Московского университета», сыгравший большую роль в жизни Вернадского и Ферсмана.

Революция 1905—1907 гг. вынудила царское правительство пойти на некоторые уступки в вопросах высшего образования. Не удивительно, что после подавления революции царизм только и ждал удобного момента, чтобы обрушить на высшую школу новый удар. В борьбе за реформу высшей школы участвовали и многие прогрессивные профессора Московского университета, в том числе и В. И. Вернадский. Ни по составу профессуры, ни по составу студентов Московский университет вообще не внушал властям большого доверия. Правители России не могли забыть студенческих волнений, охвативших университет в годы революции.

В 1911 г. в Московском университете вновь вспыхнули студенческие волнения. Власти ввели в университет полицию, предоставив ей право распоряжаться там по своему усмотрению. Это вызвало резкий протест ректора А. А. Мануйлова и его помощников, которые решили уйти с административных постов. Совет университета одобрил их шаг. В ответ на это министр народного просвещения черносотенец Кассо вообще уволил этих профессоров из университета. В знак протеста подали в отставку

В. И. Вернадский, Н. А. Умов, Н. Д. Зелинский, К. А. Тимирязев, Б. К. Млодзеевский, С. А. Чаплыгин и другие выдающиеся представители русской науки (всего 21 человек). Вслед за ними университет покинули многие приват-доценты, ассистенты, ординаторы, прозекторы, в том числе и А. Е. Ферсман (всего 126 профессоров и преподавателей). Это был подлинный разгром университета царской властью. «Старый Московский университет перестал существовать», — писал В. И. Вернадский³³.

В ПЕТЕРБУРГЕ ПЕРЕД ВОЙНОЙ 1912—1914

Так оживают перед нами старые схемы «скучной» минералогии; из отдельных страниц ее мы вырываем отдельные строчки и, перекраивая их, создаем картины химической жизни Земли. Ведь мы берем для этого старые классификационные схемы и на них строим новое здание — геохимию. Мы научаемся ценить огромный материал, накопленный веками «скучной», педантичной, описательной работы, и те старые искусственные схемы, которые казались нам столь бесплодными.

А. Ферсман

В 1911 г. В. И. Вернадский переехал из Москвы в Петербург, где приступил к работе в Академии наук³⁴. Он развил энергичную деятельность, организовал ряд экспедиций на Урал и в Среднюю Азию. Особое внимание Вернадский обращал на необходимость изучения радиоактивных минералов. К этим работам он привлек и А. Е. Ферсмана. В сентябре 1911 г. Вернадский писал Ферсману из Петербурга: «...Ко мне обратились с предложением занять кафедру минералогии Высших женских курсов — я определенно и решительно отказался и указал на Вас как на самого желательного заместителя (...).

³³ В том же 1911 г. царское правительство разгромило подобным образом и Киевский политехнический институт, откуда были уволены деканы, Томский горный институт, Томский университет и т. д.

³⁴ В 1906 г. Вернадский был избран адъюнктом Академии, в 1909 — экстраординарным академиком, а в 1912 г. — ординарным академиком.

Здесь из минералогов нет никого конкурирующего. Я очень бы советовал Вам занять эту кафедру, и так бы хорошо работали вместе!

Думаю, что нам с Вами удалось бы тогда добиться исследовательского института и широко поставить минералогические исследования России!..»³⁵ В новом письме, примерно через месяц, он сообщил Ферсману приятную весть: «Вы выбраны преподавателем единогласно. Очень радуюсь и поздравляю Вас. Теперь скоро будем работать вместе...»³⁶.

В конце года в Петербург переехал Ферсман. Однако Министерство просвещения не спешило с утверждением его в должности — чиновники Министерства не забыли ухода Ферсмана из Московского университета! К чтению лекций на Бестужевских курсах³⁷ Александр Евгеньевич приступил лишь после длительной борьбы с царским бюрократизмом. В 1912 г. Ферсмана избрали членом Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. Одновременно он начал работать в Академии наук в должности старшего хранителя минералогического отделения Геологического и минералогического музея, директором которого был Вернадский.

С 1911 г. на Урале проводила исследования уральская радиевая экспедиция, организованная В. И. Вернадским. В 1912 г. в ее работах принял участие и Ферсман. Вместе с В. И. Вернадским и В. И. Крыжановским он посетил Ильменские горы³⁸ на Южном Урале, а затем — район знаменитой Мурзинки на Среднем Урале. Эта поездка сыграла огромную роль в жизни молодого ученого, окончательно определив его интерес к пегматитам и самоцветным камням.

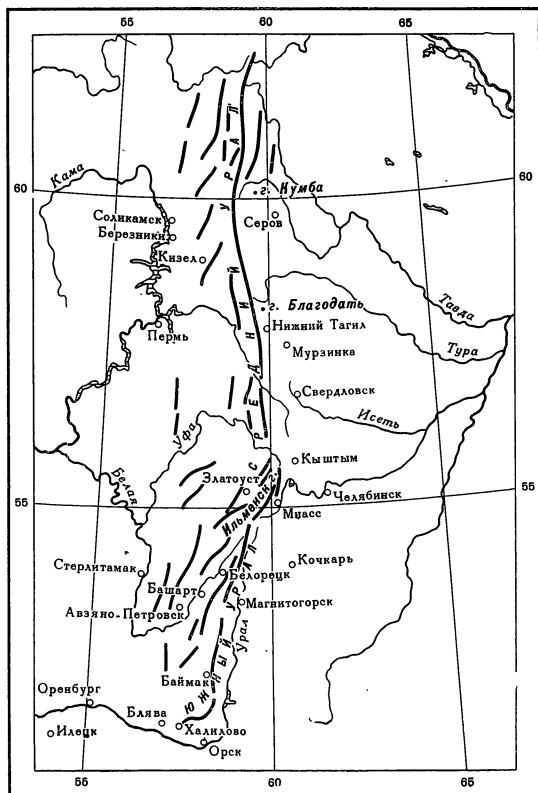
По разнообразию минералов Ильменские горы — уникальное место на земном шаре, настоящий «минералогиче-

³⁵ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 414.

³⁶ Там же.

³⁷ Бестужевские курсы — женское высшее учебное заведение, созданное в 1878 г. по инициативе прогрессивной интеллигенции во главе с профессором А. Н. Бекетовым. На курсах было два отделения — словесно-историческое и физико-математическое. Название курсов связано с профессором русской истории К. И. Бестужевым-Рюминым, назначенным первым заведующим курсами. В 1914 г. на Бестужевских курсах занималось 6996 слушательниц.

³⁸ В Ильменах в то время добывался радиоактивный минерал самарскит.



Районы работ А. Е. Ферсмана на Урале (1912—1943)

ский рай»³⁹. Ферсман обследовал месторождения минералов в собственно Ильменских горах, сложенных щелочным комплексом пород (нефелиновыми сиенитами и сиенитами), и разработки пегматитовых жил на горе Косой, сложенной гранитоидами. Особое внимание Александр Евгеньевич уделял пегматитам. По воспоминаниям В. И. Крыжановского, целыми часами просиживал Ферсман на отвалах из амазонита, изучая кристаллы топаза и других минера-

³⁹ Об истории Ильмен в советский период см. ниже.

лов. Здесь Ферсман впервые наблюдал закономерности срастания кварца и полевого шпата в пегматитах. Позднее на основе этих закономерностей он сформулировал ряд точных законов.

Ферсман с увлечением работал на амазонитовых копиях: «...нигде меня не охватывало такое глубокое чувство восхищения перед богатством и красотой природы, как на этих амазонитовых копиях. Глаз не мог оторваться от голубых отвалов прекрасного шпата; все вокруг было засыпано остроугольными обломками этого камня, которые блестели на солнце и отливали своими мельчайшими пертитовыми вrostками, резко выделяясь на зеленом фоне листья и травы. Я не мог скрыть своего восхищения этим богатством, и невольно мне вспомнился немного фантастический рассказ Квенштедта о том, что одна каменоломня в Ильменских горах была заложена в цельном кристалле амазонского шпата.

Красоту этих копий составлял не только самый амазонит с его прекрасным сине-зеленым тоном, но и сочетание амазонита со светлым серовато-дымчатым кварцем, который закономерно как бы прорастает полевым шпатом в определенных направлениях, создавая причудливый рисунок. Это то мелкий узор, напоминающий еврейские письмена, то крупные серые иероглифы на голубом фоне. Этим необыкновенным камнем восторгались путешественники-исследователи XVIII в., и из него готовились красивые столешницы, еще и сейчас украшающие залы Эрмитажа. Разнообразны и своеобразны эти рисунки, и невольно стараешься прочесть в них какие-то неведомые нам письмена природы.

Здесь впервые на отвалах Стрижевской копи у меня зародилась идея исследования этой загадки...»⁴⁰

Южный Урал произвел на Ферсмана тяжелое впечатление. К югу от Сибирской железной дороги (Уфа—Челябинск) не было почти никакой промышленности, копи с уникальными месторождениями драгоценных камней оказались запущенными, разработка их велась хищнически, часто тайком, многие прекрасные кристаллы были погублены. Правда, Александр Евгеньевич столкнулся здесь с уральскими «людьми камня», старателями, влюбленными в самоцветы, тонкими наблюдателями природы,

⁴⁰ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 84—85.

хорошо знавшими признаки камней. Один из таких знатоков — Андрей Лобачев — содействовал работе экспедиции Академии наук.

Позднее в своей книге об Урале Ферсман вспомнил Андрея Лобачева: «Лобачев знал Ильменский лес, знал каждую яму и каждый ёлтыш⁴¹ [...]. При содействии этого своеобразного угрюмого человека, беззаветно любившего Ильменский лес и знавшего все его тайны, и работала несколько лет наша экспедиция [...].»

Как определял он камни, как познакомился с научными терминами — сказать трудно. Но Лобачев не ошибался; на ощупь, на вкус, «на зубок» проверял он свои определения и много раз «осаживал» новичков, дававших с налету неправильные определения хорошо знакомым ему ильменским диковинкам⁴².

Огромное впечатление произвела на Ферсмана Мурзинка. Сюда он попал тем же летом 1912 г. после посещения Ильменских гор.

Еще до поездки на Урал А. Е. Ферсман писал в апреле 1912 г. Вернадскому: «Страшно увлечен Мурзинкой и вообще пегматитовыми жилами! Чудная область для работы. Знаете ли Вы, что Мурзинка открыта в 1669 году? Собираю литературу...»⁴³

Мурзинка — это целый район на восточном склоне Среднего Урала, включающий в себя деревни Мурзинку, Адуй, Липовку, Шайтанку и др. Географически — это уже не Уральский хребет, а однообразная равнина Западной Сибири, местами заболоченная, местами распаханная или занятая тайгой. Но геологически это еще Урал: на глубине нескольких метров под четвертичными песками и суглинками залегают все те же изверженные породы Уральского хребта. Сам хребет, простиравшийся здесь миллионы лет назад, был полностью абрадирован водами палеогенового моря. На заболоченных равнинах Мурзинки можно было встретить пегматитовые жилы с многочисленными месторождениями драгоценных камней. Это «копи», известные русским людям с XVII в., места старого горного промысла, копи, давшие прекрасные топазы, аметисты, турмалины и другие драгоценные камни. «Трудно во всем мире

⁴¹ Ёлтышами называют на южном Урале отдельные обломки скал и камней, выделяющиеся из почвенного покрова (прим. Ферсмана).

⁴² А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 33.

⁴³ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 441.

назвать другой уголок земного шара, где бы было сосредоточено большее количество ценнейших самоцветов, чем в знаменитом Мурзинке — этом заповедном для минералога районе Урала», — писал Ферсман⁴⁴.

В годы работ уральской экспедиции горный промысел в Мурзинке заглох, но живы были отдельные горщики — «люди камня», у которых хранились штуфы самоцветов. Много прекрасных кристаллов приобрели в Мурзинке Ферсман и Крыжановский для Минералогического музея.

В заброшенных коях и на отвалах горных выработок Мурзинки Александр Евгеньевич продолжал изучать пегматиты; здесь он установил один из законов сростания кварца и полевого шпата, названный им «мурзинским».

Изучение местных пегматитов помогло Ферсману глубже разобраться в геохимии пегматитового процесса. В частности, на материале Мурзинки он построил ныне хорошо известные геохимические диаграммы.

В 1913 г. вышла в свет крупная монография Ферсмана «Исследования в области магнезиальных силикатов». Этот труд справедливо считается классическим образцом минералогических исследований. В нем проявилась разносторонность интересов молодого ученого: если при изучении алмаза и пегматитов он имел дело с глубинными высокотемпературными процессами, то здесь в центре его внимания оказались холодные растворы земной поверхности, область выветривания.

Минералы коры выветривания в то время были изучены очень плохо главным образом из-за исключительной сложности объекта исследования. Эти минералы обычно имеют очень мелкие размеры, их кристаллическая форма выражена неярко или чаще отсутствует, отдельные минеральные агрегаты тесно спутаны друг с другом.

Одна из главных задач при изучении подобных минералов — выделение самого объекта исследования. В начале своей работы Александр Евгеньевич пробовал разделять эти минералы отмучиванием тяжелыми жидкостями, фракционной отборкой, кислотами, щелочами и т. д. Однако все классические минералогические методы оказались неприменимыми. Пришлось остановиться на механической от-

⁴⁴ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 93.

борке под бинокулярной лупой с контролем под микроскопом.

В своем исследовании ученый использовал многочисленные материалы личных сборов, а также коллекции 7 русских и 11 заграничных музеев. Он обработал данные по 135 месторождениям.

В русских и заграничных библиотеках Ферсман изучил обширную литературу, в том числе труды ученых XVIII в. Он с удивлением обнаружил, что эти ученые хорошо знали палыгорскит и подробно его описывали (конечно, доступными в то время методами). Группа спутанно-волокнистых минералов, изученных Ферсманом, в литературе была известна под различными наименованиями — горная кожа, горная пробка, ксилотил, пилолит и т. д. Их рассматривали как разновидности роговообманковых и хризотилowych асбестов. Ферсман показал, что к числу этих образований относится самостоятельная группа минералов, которую он назвал «группой палыгорскита».

Для характеристики минералов А. Е. Ферсман в первую очередь использовал химический анализ, привлекая кристаллооптику и другие методы. В итоге ему удалось разобраться в систематике этой чрезвычайно сложной группы минералов и установить их генезис.

Пилолитические асбесты Ферсман разделил на три группы.

Группа целлерита, включающая структурные разновидности тремолита и актинолита. Эти минералы образуются в зоне анаморфизма (по Ван-Хайзу).

Группа церматита, включающая серпентин-хризотил. Эти минералы образуются в зоне цементации (по Ван-Хайзу).

Группа палыгорскита, образующаяся в коре выветривания в результате взаимодействия вод, содержащих кремнезем, с доломитами и глинами.

Исходя из теории строения силикатов, разработанной В. И. Вернадским, Ферсман построил структурные формулы палыгорскита и попытался объяснить их свойства. Современные рентгеноструктурные исследования установили строение палыгорскита, которое оказалось иным, чем предполагал Ферсман. Поэтому раздел о структуре минералов в его монографии представляет ныне лишь исторический интерес. Однако выводы Ферсмана о генезисе минералов группы палыгорскита, а также многие общие

выводы по минералогии коры выветривания вполне актуальны и в наше время. Тем более велико было их значение свыше 50 лет тому назад.

В работе Ферсмана о магнезиальных силикатах, а также в статье «Соединения переменного состава в земной коре», опубликованной в 1914 г., и в ряде других статей того времени особенно подчеркивается изменчивость минералов коры выветривания, непостоянство их состава («мутабильные соединения»). Согласно Ферсману, минералы в этой зоне нередко образуют цепь непрерывных переходов от одной устойчивой формы к другой. Для объяснения этого явления он использует так называемый закон Оствальда. По этому закону при химических реакциях часто получаются не конечные и устойчивые формы, а промежуточные, менее устойчивые (но более устойчивые, чем исходные формы).

Александр Евгеньевич показал огромную роль коллоидных растворов в коре выветривания, в том числе в образовании палыгорскита. Однако он не соглашался с теми исследователями (например, Ф. Корню), которые прямо противопоставляли коллоиды кристаллоидам. По Ферсману, коллоидные минералы — лишь начальный этап образования минералов, которые в дальнейшем приобретают упорядоченную кристаллическую структуру. Этот вывод Ферсмана подтвердился последующими исследованиями, основанными на более совершенной методике.

Таким образом, верный идеям Вернадского, Ферсман внес в изучение коры выветривания концепцию развития, показал изменчивость ее образований, стал рассматривать ее минералы с геохимических позиций как определенные этапы в миграции атомов.

Эти идеи были важны не только для минералогии и геохимии — они оказали также большое влияние на развитие почвоведения. Почвоведы высоко оценили работы Ферсмана. В 1915 г. он был избран действительным членом Докучаевского почвенного комитета.

В этой связи не лишне вспомнить один эпизод из истории данной науки. В 1906 г. была опубликована работа известного русского почвовед К. Д. Глинки (1867—1927) «Исследования в области процессов выветривания», представленная в Московский университет как докторская диссертация. Глинка развивал идею о стадийности выветривания минералов, о том, что полевые шпаты, превра-

щаясь в каолинит, проходят через ряд промежуточных стадий. Свои положения он обосновал химическими анализами различных продуктов выветривания полевых шпатов из района Батуми. Официальные оппоненты — профессора Московского университета В. И. Вернадский и А. Н. Сабанин — были невысокого мнения о данном исследовании (искомую степень Глинка получил лишь по совокупности работ). И только Ферсман в своих трудах 1913—1914 гг. оценил значение работы Глинки, показав, что образование соединений переменного состава представляет характерную особенность выветривания.

В 1912 г. в Петербурге начал выходить научно-популярный журнал «Природа». Его организаторами были известные русские ученые Н. К. Кольцов, Л. А. Тарасевич, Л. В. Писаржевский. Деятельное участие в организации журнала принял и А. Е. Ферсман, вошедший в редакцию.

Вскоре он стал и одним из самых активных авторов нового издания. Достаточно сказать, что с 1912 по 1916 г. Ферсман поместил в «Природе» более ста статей и заметок. По свидетельству С. Ю. Липшица, в далекой Уфе гимназисты старших классов в то время «зачитывали «Природу» до дыр»⁴⁵. И одним из самых любимых авторов был А. Е. Ферсман. «Выписывая журнал «Природа», начавший издаваться в 1912 г., — вспоминал профессор И. К. Тихомиров, — я буквально зачитывался помещаемыми там многочисленными статьями и заметками А. Е. Ферсмана, удивляясь и живости изложения, и широте кругозора, и плодovitости автора»⁴⁶. Действительно, в те годы Ферсман поместил в журнале «Очерки по геохимии», статьи об алмазе, о радии в Южной Австралии, о цеолитах, изумрудах Урала, платине на Урале, природном газе в Венгрии, лунных кратерах, сплавах радия и др.

Интерес к этому журналу Александр Евгеньевич проявлял на протяжении всей жизни.

В 1914 г. заканчивается первый период научной деятельности Ферсмана. Ему 30 лет. Позади годы напряженной учебы и работы. Все колебания отброшены — жизненное призвание и направление научной деятельности определились. И в развитии старой минералогии, и в молодой

⁴⁵ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 241.

⁴⁶ Там же, стр. 300.

геохимии проявился его большой талант ученого. Ферсман — автор выдающихся исследований об алмазе, магнезиальных силикатах, цеолитах.

Однако в творчестве молодого тридцатилетнего ученого тогда еще не было тесной связи научных исследований с практикой — внимание Ферсмана пока направлено на изучение минералов, далеких от насущных потребностей страны (магнезиальные силикаты, цеолиты и т. д.).

Экономическая отсталость царской России, слабая связь науки с практикой, ничтожные средства, выделявшиеся на научные исследования, не благоприятствовали актуальности исследований. Не находили в эти годы применения и организаторские способности молодого ученого. Царская власть относилась с недоверием даже к далекой от революционных идей интеллигенции и всячески препятствовала любым начинаниям, исходящим не от официальных кругов.

В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ 1914—1917

В первую мировую войну была проведена значительная геологическая работа, которая до сих пор не подытожена...

Наиболее важное выражение она нашла в организации при Академии наук Комиссии естественных производительных сил, исключительно интересного научного центра, который помогал в изыскании источников сырья, необходимого для нужд армии.

А. Ферсман

Первая мировая война внесла большие изменения в научную деятельность А. Е. Ферсмана. Как и большинство русских ученых, он был далек от марксистской идеологии и вряд ли понимал истинный характер развязанной империалистами войны. 24 сентября 1914 г. он писал Вернадскому из Петербурга: «В городе здесь обычная жизнь и мало заметно то, что разворачивается на западе... Подъем всюду большой, но русского характера — спокойный, серьезный, сознательный...»⁴⁷

⁴⁷ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 445.

Определенный «подъем», который наблюдался у части русского общества (в том числе у интеллигенции), в известной степени был связан с событиями, развертывающимися на фронте. В начале войны русская армия одержала ряд внушительных побед. Правда, в первые же недели русские дивизии, действующие в озерах и болотах Восточной Пруссии, были окружены и наступление на этом участке фронта захлебнулось, но зато на юго-западе, в Галиции, оно развивалось успешно. Русские войска, разгромив здесь австро-венгерские армии, прорвали фронт на широком участке, заняли столицу Галиции, г. Львов, вышли в Карпаты и готовились вступить в Венгерскую низменность. Были взяты крупные трофеи и множество пленных. Успехи были тем более значительны, что на западе союзники потерпели крупное поражение: немецкие войска оккупировали Бельгию и Северную Францию, подошли к Парижу. Но уже в конце 1914 г. русская армия вынуждена была перейти к обороне, началась долгая позиционная, «окопная» война.

Одной из причин этого послужил недостаток боеприпасов и вообще слабое материальное обеспечение действующей армии. Царское правительство и русский Генеральный штаб (так же, как, впрочем, и правительства других воюющих держав) не учли характера будущей войны и не заготовили необходимого количества боеприпасов, не обеспечили работу промышленности. Выяснилось, что Россия не располагала многими видами стратегического сырья. До войны часть сырья поступала из-за границы, а теперь, когда экономические связи нарушились, оказалось, что заводам и фабрикам не хватает самых необходимых руд и минералов.

Так, уже в начале войны прекратился подвоз итальянской серы. В России в то время сера не добывалась и даже не было известно, есть ли вообще серные руды в стране. Для производства осветительных ракет необходимы были соли бария и стронция, но и они практически не добывались. Не было сурьмы для шрапнели, а также алюминия, бора и другого минерального сырья.

Перед русской наукой возникла проблема создания собственной рудной базы. Инициатором в этой области явился В. И. Вернадский.

В январе 1915 г. Вернадский от своего имени и от имени академиков А. П. Карпинского, Б. Б. Голицына,

Н. С. Курнакова и Н. И. Андрусова предложил организовать при Академии наук постоянную «Комиссию по изучению естественных производительных сил России (КЕПС)». Вскоре по постановлению Общего собрания Академии наук такая комиссия была создана. В ее состав вошло 12 академиков, председателем избрали В. И. Вернадского. В дальнейшем в Комиссию вошли и другие крупнейшие русские ученые, в том числе Д. Н. Прянишников, Д. Н. Анучин, В. А. Обручев, В. Е. Тищенко, Л. А. Чугаев, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Е. С. Федоров, И. А. Каблуков, К. Д. Глинка, а также представители министерств, научных обществ, военно-общественных организаций. Деятельное участие в работах КЕПС принимал и А. Е. Ферсман, избранный в 1915 г. ее ученым секретарем.

На первых заседаниях КЕПС в 1915 г. обсуждались проблемы исследования соляных месторождений, добычи глин и огнеупорных материалов, использования сапропелитов. В задачу Комиссии входила «инвентаризация» природных богатств, т. е. учет всех тех естественных производительных сил, которыми располагала Россия. Предполагалось посвятить этому большой сводный труд в 6 томах (31 000 страниц):

- I. Ветер как двигательная сила.
- II. Белый уголь.
- III. Артезианские воды.
- IV. Полезные ископаемые.
- V. Растительный мир.
- VI. Животный мир.

Сведения о производительных силах должны были содержать технические и экономические характеристики. Применительно к полезным ископаемым это означало не только геологические сведения о месторождениях, но и химико-технологические данные о способах извлечения полезного компонента, экономическую целесообразность его разработки. Этот первоначальный план не был выполнен, из печати вышли только 4 тома сборника «Естественные производительные силы России».

Деятельность КЕПС развевывалась очень медленно, средства выделялись с большим трудом.

В 1915—1916 гг. был проведен ряд совещаний по учету и добыче полезных ископаемых, выпущено 12 очерков-обзоров по отдельным видам полезных ископаемых и отраслям промышленности, организованы командировки

специалистов для осмотра месторождений. Однако экономическая отсталость царской России, несовершенство общественного устройства определили скромные размеры и незначительный практический эффект этой деятельности. Работа КЕПС в основном сводилась к «инвентаризации» ресурсов, изучению известных месторождений, составлению записок и планов. Проблема обеспечения страны сырьем в то время не могла быть и не была решена.

Сложные задачи, возникшие перед страной в период войны, вызвали к жизни и другие учреждения. Одним из них стал «Комитет военно-технической помощи», в котором в ноябре 1915 г. по инициативе Ферсмана была создана «Комиссия сырья и химических материалов». Ныне покойный академик Д. И. Щербаков вспоминал в 1963 г.: «Молодежь остро реагировала на все военные события. Вскоре шовинистический угар первых месяцев, подогреваемый победными реляциями, сменился разочарованием. Мы все поняли, что Россия к войне была совершенно не подготовлена, что ее промышленность находилась в значительной степени в руках иностранных капиталистов; стало ясно, что мы не знали природных богатств нашей страны и не умели их эксплуатировать. Начали возникать отдельные учреждения, работавшие на оборону страны. В этих учреждениях трудились преподаватели и профессора, выполняя в своих лабораториях отдельные задания. Они привлекали к этим работам и студентов. В это время автор данной статьи познакомился с А. Е. Ферсманом, который возглавлял специальную Комиссию сырья Комитета военно-технической помощи. Члены этой комиссии изучали потребности нашей промышленности в минеральном сырье, знакомились с требованиями, предъявляемыми к нему технологами; узнавали, где может быть это сырье, вернее, где находятся его месторождения, какими рудами они обладают и в каких масштабах может осуществляться их эксплуатация»⁴⁸.

К работе в Комиссии сырья Ферсман привлек геологов, минералогов и химиков петроградских научных учреждений. Среди них следует упомянуть профессора-химика В. Д. Курбатова, В. Г. Хлопина (впоследствии академика, директора Радиевого института).

⁴⁸ Д. И. Щербаков. Из истории Комиссии по изучению естественных производительных сил России. В кн.: «Воспоминания о В. И. Вернадском». М., Изд-во АН СССР, 1963, стр. 36—37.

При физико-химическом обществе был создан Военно-химический комитет. Он рассматривал вопрос о снабжении промышленности бором и серой, организовав с этой целью изучение месторождений Крыма, Закавказья, пограничных районов Турции, занятых русскими войсками. Поднимались в комитете и другие геологические вопросы, в разрешение которых принимал участие А. Е. Ферсман.

Проблема минерального сырья захватила Ферсмана. Со свойственным ему энтузиазмом ученый занимался новыми для него вопросами качества руд и минералов, технологии извлечения полезных ископаемых, экономической оценки месторождений, их генезисом.

По заданию Комиссии сырья Ферсман посещал различные месторождения, изучал литературу по многим видам ископаемых. Больше всего внимания он уделял нерудному сырью.

Ферсман исследовал месторождения минеральной краски в Петергофском уезде, осматривал железорудные месторождения и грязевые вулканы Керченского полуострова. «Мы посетили известные Керченские грязевые вулканы,— писал он об этом времени.—На этот раз нас волновала не таинственная проблема происхождения этих замечательных образований нашей страны, не разгаданных и до сих пор, не тайна тех глубин, из которых они поднимались, а чисто практическая проблема, вставшая тогда перед страной...»⁴⁹.

Летом 1915 г. Ферсман едет в Селенгинскую Даурию для поисков алюминиевых руд. В Забайкалье он посещает также Борщовочный кряж, знакомится с пегматитовыми жилами Малханского хребта и других районов, осматривает молибденовые рудопроявления. На обратном пути ученый исследует пегматиты у Красноярска и ненадолго задерживается на Урале.

Вскоре он в связи с проблемой обеспечения промышленности углем выезжает на полевые работы в Боровичи под Петроград. В этой поездке в одном из угольных пластов вместе с пиритом Ферсман обнаружил галенит и сфалерит, т. е. минералы, которые считались исключительной принадлежностью эндогенных процессов⁵⁰.

⁴⁹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 24—26.

⁵⁰ А. Е. Ферсман. Уголь с содержанием тяжелых металлов из окрестностей Боровичей. «Природа», 1915, № 9.



А. Е. Ферсман во время экспедиции в Забайкальскую тайгу
на одной из копей самоцветов. 1916 г.

В 1916 г. Александр Евгеньевич знакомится с Журавлинским месторождением бокситов и алунитов на Среднем Урале, а затем едет на Рудный Алтай, посещает известные свинцово-цинковые месторождения.

В эти годы внимание ученого продолжают занимать пегматиты и цеолиты. В 1915 г. были напечатаны две его статьи о пегматитах, а в 1916 г. вышла в свет обстоятельная статья «Материалы к исследованию цеолитов России». В ней ученый подводил итоги своих многолетних (с 1909 г.) исследований в этой области. Но главное внимание Ферсмана в эти годы привлекали практические проблемы, связанные с сырьем.

Уже одно перечисление тех видов полезных ископаемых, изучением которых занимался в это время Ферсман, поражает своим разнообразием. Д. И. Щербаков в упомянутой статье приводит следующий «далеко не полный» их перечень: естественные минеральные краски, целестин и барит, огнеупорные и бентонитовые глины, полевой шпат для керамической промышленности, самородная сера и серный колчедан, слюда, плавиновый шпат, фосфориты, алунит, титановые минералы, бор, йод и

бром, оптические минералы, вольфрамит и молибденит, кобальтовые руды. Многочисленные статьи об этих ископаемых публиковались Ферсманом в «Материалах КЕПС», «Природе» и других изданиях.

А. Е. Ферсмана интересовали и сырьевые ресурсы противника — он пишет ряд статей о марганцевых и железных рудах Германии, о потреблении металлов в этой стране. Ученый задумывался и о таких общих проблемах, как «Война, промышленность и сырье», «Наука и война», «Война как геологический фактор», «Принципы экономической и государственной целесообразности при перемобилизации русской химической промышленности».

Работа в тылу не удовлетворяла ученого. Ему хотелось приносить больше пользы, быть ближе к боевым действиям. Об этом красноречиво говорило его письмо к Вернадскому, присланное с фронта, куда Ферсман выехал в 1915 г.: «Поезд тащится бесконечно, хотя скоро уже буду в Минске... Сегодня снова я попал в боевую обстановку... Я должен сознаться, что последнее время я сильно нервничал и был неудовлетворен своей работой. Не скрою, что я твердо решил весной бросить все и пойти на фронт и надеюсь устроиться в химической команде. Это решение намечалось у меня уже давно и мешало даже работать. Я определенно не сочувствую сейчас какой-либо чисто научной отвлеченной работе, не сочувствую тому строительству, которое касается более или менее отдаленного будущего, и считаю положение слишком серьезным, чтобы думать о чем-либо другом, чем о задачах момента... Завтра утром излагаю свои наблюдения Юго-Западного фронта перед начальниками инженеров отдельных армий и надеюсь завтра же выехать в Смоленск»⁵¹.

На фронте Ферсман занимался обеспечением действующей армии местными минеральными строительными и маскировочными материалами, решением других вопросов, которые позднее стали объединяться понятием «военная геология». Таким образом, А. Е. Ферсман является одним из основателей военной геологии в нашей стране.

Для нужд фронта ученый составлял карты строительных материалов, писал брошюры, изучал возможность использования глауконитовых песков для маскировки окопов. С этими работами была связана организация «зе-

⁵¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 447.

ленного завода» глауконита в Петрограде, принадлежащего Академии наук и Комитету военно-технической помощи. К работам, выполненным в Петрограде, в Центральной научно-технической лаборатории военного ведомства, Ферсман привлек отозванного из действующей армии почвоведом Б. Б. Полынова. Их совместная работа в лаборатории в 1917 г. способствовала и личному сближению.

В 1917 г. с Западного фронта Ферсман писал Вернадскому:

«Я здесь застрял на довольно долгое время, так как нам поручено изучить и применить на практике метод маскировки. Пока еще странствовал мало, но в боевую жизнь окунулся вовсю, и надо сознаться, что здесь лучше, чем в Вашем петроградском тылу. Погода отчаянная, и это тормозит дело, так как автомобиль с трудом пролезает через грязь. Мне приятно было здесь узнать, что мои карты строительных материалов оказались весьма полезными и всюду в инженерных кругах их знают и пользуются...»⁵²

Вскоре после Февральской революции М. Горький создал в Петрограде «Свободную ассоциацию для развития и распространения положительных наук». В ее задачу входила организация научной работы в России и популяризация научных и технических знаний среди рабочих. Горький привлек в ассоциацию крупных ученых — В. А. Стеклова, Д. К. Заболотного, С. П. Костычева и А. Е. Ферсмана. С этого времени началось личное знакомство и сотрудничество Ферсмана с великим русским писателем.

В те годы дало о себе знать здоровье А. Е. Ферсмана. Оно часто не выдерживало напряженного темпа работы ученого. В 1915 г. он писал Вернадскому: «Я ужасно сержусь на себя, что разболелся, когда столько важной и интересной работы!..»⁵³ В 1917 г. состояние его здоровья вновь ухудшилось, и для лечения он поехал в Крым, где тогда находилась его семья. В Крыму Ферсман скучал по живой работе, его беспокоили судьбы России. 28 мая он писал Вернадскому из Симферополя: «Здоровье мое по-немногу налаживается, и я начинаю сильно скучать по работе... Ужасно хочется опять к активной работе, хотя

⁵² Там же.

⁵³ Там же, стр. 446.

и здесь я довольно много работаю по письменной-литературной части... Собираюсь на Карадаг, вообще хочется опять природы, но не политики. У меня такое чувство, что сейчас ничего нельзя сделать, но что настанет время, когда придется вновь собирать Россию и вновь пытаться поднять ее из нищеты и разорения...»⁵⁴

НАЧАЛО НОВОЙ ЭПОХИ

1918—1920

...Постепенно, в связи с ростом нашей великой страны, с ее новым строительством перед нами возникали все более и более широкие проблемы; ломались старые навыки, старые идеи сменялись новым мировоззрением.

А. Ферсман

Великая Октябрьская социалистическая революция поставила перед А. Е. Ферсманом вопрос, от которого зависела вся его дальнейшая жизнь: как относиться к новой власти. В кругах интеллигенции, к которым он принадлежал, этот вопрос решался по-разному. Правильное понимание происходящих событий многими ученым и деятелям культуры давалось не сразу. Они находились в плену идеологии, резко враждебной большевикам. Значительная часть буржуазной интеллигенции саботировала новый режим, многие в дальнейшем активно боролись с ним, участвуя в гражданской войне на стороне белых армий и интервентов. Но были и такие представители культуры, которые, не разбираясь глубоко в политике и программе партии большевиков, но интуитивно чувствуя, на чьей стороне правда, перешли в этот «звездный час истории» на сторону победившего народа. Пожалуй, лучше всего выразил настроение таких кругов беспартийной интеллигенции А. Блок. В известной статье «Интеллигенция и революция» он, в частности, писал: «Что же задумано?»

Переделать все. Устроить так, чтобы все стало новым; чтобы лживая, грязная, скучная, безобразная наша

⁵⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 448.

жизнь стала справедливой, чистой, веселой и прекрасной жизнью.

Когда *такие* замыслы, искони таящиеся в человеческой душе, в душе народной, разрывают сковывавшие их путы и бросаются бурным потоком, доламывая плотины, обсыпая лишние куски берегов, — это называется революцией. Меньшее, более умеренное, более низменное называется мятежом, бунтом, переворотом. Но *это* называется *революцией* [...]

«Мир и братство народов» — вот знак, под которым проходит русская революция. Вот о чем ревет ее поток. Вот музыка, которую имеющий уши должен слышать»⁵⁵.

К чести русской науки в ней нашлось немало представителей, отдавших свои силы на службу Советской власти. К их числу принадлежал и А. Е. Ферсман.

В то время Ферсман был далек от передовых политических идей, но как ученый он видел, какие огромные возможности развития производительных сил России сковывал царский режим; он любил Родину и жаждал деятельности; его путь к социализму, как и путь многих представителей дореволюционной интеллигенции, лежал не через политическую борьбу, а, как гениально предвидел В. И. Ленин, через данные науки.

Большевики понимали, что борьба за интеллигенцию, за ее привлечение к строительству новой жизни являлась одной из форм классовой борьбы между буржуазией и пролетариатом. И они отдавали много сил, чтобы выиграть эту борьбу. Правильная политика Советской власти в отношении интеллигенции помогла последней избрать правильный путь.

В. И. Ленин много внимания уделял науке, боролся за привлечение ученых к активной деятельности на пользу Советской власти, лично встречался с представителями Академии наук, в том числе и с Ферсманом, на которого произвел сильное впечатление.

«В разговорах с делегацией, в которой мне пришлось участвовать, Владимир Ильич призывал «зубами» отстаивать интересы научной работы и считал, что в этом направлении сами ученые должны проявить самостоятельность и инициативу.

⁵⁵ А. Б л о к. Собрание сочинений, т. VI. М.—Л., Гослитиздат, 1962, стр. 12—13.

Это отношение к науке чрезвычайно красочно характеризует фигуру Ленина, считавшего, что хозяйственное строительство страны может быть успешно лишь на базе ее научного исследования.

С редкой интуицией охватывал Владимир Ильич исторические и социальные процессы: он поразительно улавливал черты будущего развития, и, когда еще в 1919 г. мне пришлось с ним беседовать по вопросам организации научных сил, он подчеркнул, что ждет от русской науки больших достижений, но при условии, если она не будет отставать от народного хозяйства.

«Впрочем, хозяйственное строительство на новых началах неизбежно вовлечет науку в сферу своих интересов», — прибавил он. Эти слова оказались пророческими⁵⁶, — писал Ферсман.

Научные учреждения в то время подчинялись Наркомату народного просвещения, во главе которого стоял человек высокой культуры и таланта — А. В. Луначарский. Сравнение этого «большевистского министра» с министрами царского правительства, понятно, было не в пользу последних.

Не могло не радовать Ферсмана и внимание Советской власти к охране природы, так резко контрастировавшее с полным безразличием к этому вопросу царских чиновников. Чувством огромного уважения и любви к Ленину проникнуты следующие строки Ферсмана: «В эти годы титанической борьбы Владимир Ильич находит время для того, чтобы выслушать и обсудить, казалось бы, совершенно несвоевременный проект, представленный в Совнарком Горным отделом Высшего Совета Народного Хозяйства, — создать на Южном Урале около станции Миасс первый в мире заповедник минеральных богатств. И 14 мая 1920 года был подписан В. И. Лениным этот замечательный документ, который в эту эпоху борьбы за сырье укреплял величайшую идею охраны недр и способствовал разумному и полному использованию производительных сил страны.

Так гением Владимира Ильича был создан первый в мире заповедник земных недр — Ильменский заповедник, теперь носящий имя В. И. Ленина»⁵⁷.

⁵⁶ «Петроградская правда», 27 января 1924 г.

⁵⁷ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 92.

Весной 1918 г., после заключения «Брестского мирного договора» Советская власть смогла начать экономическое преобразование страны. В своей борьбе за социалистическую экономику большевики опирались на статью В. И. Ленина «Очередные задачи Советской власти». Большую роль Владимир Ильич отводил науке. Свои мысли по этому поводу он, в частности, изложил в «Наброске плана научно-технических работ»: «Академии наук, начавшей систематическое изучение и исследование естественных производительных сил России,— писал В. И. Ленин,— следует немедленно дать от Высшего Совета Народного Хозяйства поручение

образовать ряд комиссий из специалистов для возможно более быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России.

В этот план должно входить:

рациональное *размещение* промышленности в России с точки зрения близости сырья и возможности наименьшей потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта [...]

Наибольшее обеспечение теперешней Российской Советской Республике (без Украины и без занятых немцами областей) возможности *самостоятельно* снабдить себя *всеми* главнейшими видами сырья и промышленности»⁵⁸.

Эти установки главы Советского государства как нельзя лучше соответствовали взглядам и устремлениям Ферсмана, они открывали такие перспективы развития науки, о которых ученый прежде не мог и мечтать.

Еще в январе 1918 г. Наркомпрос создал «Отдел по мобилизации научных сил на службу крестьянской и рабочей России». В этом же году были разработаны планы изучения производительных сил Советской России, оживилась деятельность КЕПС. В ней организовался «Отдел нерудных ископаемых и драгоценных камней», заведующим которого назначили А. Е. Ферсмана. В апреле того же, 1918 г. Ферсман стал фактическим руководителем еще одного нового отдела КЕПС — «Радиового» (или «1-го особого»). Этот отдел занимался всеми вопросами, связанными с радиоактивными и редкими металлами. В даль-

⁵⁸ В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 36, стр. 228.

нейшем Радиевый отдел КЕПС был преобразован в Радиевый институт, директором которого с 1922 по 1926 г. являлся Александр Евгеньевич.

Не следует думать, что вновь созданные отделы были научными организациями со значительными штатами и ассигнованиями. Речь шла лишь о планировании науки по-новому, о создании зародышей будущих научных учреждений.

В 1918 г. под редакцией Ферсмана вышел из печати «Химико-технический справочник» (ч. I. «Ископаемое сырье»). Много статей в справочнике (алюминий, бериллий, бром, висмут, известковый шпат, йод, калий, серный колчедан, палыгорскит и морская пенка, сера и т. д.) принадлежали перу Александра Евгеньевича. Экземпляр справочника с надписью «Вл. Ил. Ульянову (Ленину)» имеется в личной библиотеке Ленина в Кремле⁵⁹.

В «Бюллетене Научного химико-технического издательства» была опубликована статья Ферсмана «О необходимости научного института хозяйственного изучения России». В ней высказывались мысли ученого о связи науки и практики, о некоторых неотложных задачах страны⁶⁰. Ферсман особенно подчеркивал роль науки в решении практических задач, стоящих перед Советской Россией, и настаивал на «гармоническом сочетании» теоретических и прикладных наук. По его словам, на отечественной науке «и ее завоеваниях должны основываться формы государственного строительства, общие мероприятия народной хозяйственной жизни, которые неизбежно являются жизнеспособными лишь постольку, поскольку они опираются на незыблемые основы научных законов»⁶¹.

Ферсман говорил о «гибельной черте русского государственного строительства» прошлого, для которого был характерен отрыв добывающей промышленности от обрабатывающей, задач техники — от успехов науки. Он заяв-

⁵⁹ «Библиотека В. И. Ленина в Кремле. Каталог, 1961». Цит. по статье Э. Либмана в кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 191.

⁶⁰ «Бюллетень № 19, 1 августа 1918 г.». «Научное химико-техническое издательство при Осведомительно-статистическом бюро химического отд. Комитета военно-технической помощи». Пг., 1918. Бюллетень печатался на средства Отдела химической промышленности Высшего Совета Народного Хозяйства; в редакционный совет входили В. Я. Курбатов, А. Е. Ферсман, В. Г. Хлопин. Общим редактором был М. А. Блох.

⁶¹ Там же, стр. 760.

лял о необходимости объединения научных работников, о создании государственного «научного института хозяйственного изучения России». Задачей института, по его мнению, должна быть разработка приемов планомерного и рационального использования различных ресурсов страны, а также охрана природных богатств.

«Борьба с безрассудным расхищением природы, нецелесообразностью использования, неумением превращать продукты в более высокие промышленные ценности, наконец, выработка мероприятий по бережливому и продуктивному использованию всех видов энергии, начиная с силы ветра и кончая мускульной силой человека, — являются теми необходимыми задачами органа по охране природных богатств, который намечается в плане ближайших мероприятий научного строительства...»⁶², — писал Ферсман. Эти мысли он развил в своих дальнейших трудах.

Ферсман наметил «общие задачи экономическо-статистического характера», мероприятия по изучению производительных сил страны, отдельные задачи по отраслям народного хозяйства. По сути дела Александр Евгеньевич разработал широкую программу развития науки и производительных сил. Сюда входили и организация ряда исследовательских институтов (по изучению природных тел, физико-технического, прикладной химии, керамического), и создание органов экономической геологии, и внимательное отношение к исследованию соленых озер, источников и минеральных вод. Ученый призывал к изучению каменных строительных материалов и созданию керамического института, изучению металлургических процессов, газовых струй, почв и удобрений. Он предлагал шире обследовать лесное дело, использовать дикорастущие растения. Ферсман обращал внимание на вопросы мелиорации земель, предлагал объединить картографические работы и т. д. (всего 29 пунктов). Последний, 29-й пункт касался пропаганды необходимости научных исследований для решения практических вопросов.

Большое внимание Ферсман уделял существующим научным силам, высшей школе, научным издательствам, связи теоретического и прикладного знания.

Намеченная А. Е. Ферсманом программа работ включала многие жизненно важные пункты. Ее, вероятно,

⁶² Там же, стр. 762.

учли бы при составлении хозяйственных планов, но начавшаяся гражданская война и иностранная интервенция заставили молодую Советскую республику прервать хозяйственное строительство и бросить все силы для отпора врагу.

Гражданская война, иностранная интервенция и экономическая блокада, которой подвергли Советскую Россию капиталистические страны, нарушили и без того ослабленную империалистической войной хозяйственную жизнь страны. В России царил голод и разруха. Особенно тяжелым было положение в больших городах, в частности в Петрограде.

Петроград того времени описал и Уэллс в известной книге «Россия во мгле»⁶³.

Но даже и в этих исключительно трудных условиях молодая Республика не только боролась со своими врагами, но и закладывала основы новой жизни. Особенно большая работа проводилась в области культуры и просвещения. В Петрограде возникали различные школы, студии, курсы, работали театры. Тяга народа к культуре была исключительно велика⁶⁴.

В голодном и замерзающем Петрограде не прекращалась и научная деятельность⁶⁵. Конечно, экспедиции, сложные лабораторные эксперименты и т. п. были невозможны, но оставшиеся в городе ученые упорно работали,

⁶³ Г. Уэллс — буржуазный интеллигент, автор известных фантастических романов, был не чужд некоторым социалистическим идеям, но совершенно не понимал марксизма и отрицательно относился к нему. Не восхищался он и капитализмом, критиковал его; в наблюдениях советской жизни был довольно объективен. Его описания петроградской жизни 1920 г. представляют известный интерес как свидетельство очевидца, близкого по мировоззрению к рядовому русскому беспартийному ученому. «Россия во мгле» Уэллса была положительно оценена В. И. Лениным.

⁶⁴ В Петрограде Горький начал грандиозное культурное мероприятие — издание серии книг — лучших образцов мировой литературы. Было создано издательство «Всемирная литература», составлена программа издания, включающего в себя сотни томов, началась энергичная работа переводчиков и литературоведов. «В этой непостижимой России, воюющей, холодной, голодной и испытывающей бесконечные лишения, осуществляется литературное начинание, немыслимое сейчас в богатой Англии и богатой Америке, — писал пораженный Уэллс. — В умирающей с голоду России сотни людей работают над переводами; книги, переведенные ими, печатаются и смогут дать новой России такое знакомство с мировой литературой, какое недоступно ни одному другому народу» (Г. Уэллс. *Россия во мгле*. М., Госполитиздат, 1958, стр. 29).

⁶⁵ Горький и наука. М., изд-во «Наука», 1964.

преподавали в вузах. Творческая мысль не замирала⁶⁶.

Ферсман принимал деятельное участие во всей этой работе.

Бывший тогда начальником «Главнауки» член партии с 1896 г. профессор Ф. Н. Петров пишет в своих воспоминаниях: «С первых дней Советской власти Александр Евгеньевич принимает самое активное участие в развитии советской науки. Он явился ко мне в «Главнауку» и заявил, что готов все свои силы и знания отдать Родине, расцвету наук.

Он был всегда связан с массовой просветительной работой Наркомпроса. Его деятельность высоко ценили В. И. Ленин, А. В. Луначарский, Н. К. Крупская, А. М. Горький»⁶⁷.

В 1918—1919 гг. Ферсман — профессор Петроградского университета, где читает курс геохимии («Геохимия России»). В эти годы он — один из организаторов, ректор и профессор Географического института, первый председатель Центрального бюро краеведения (с 1921 г.).

Помимо работы в КЕПСе Ферсман состоял также членом Постоянной полярной комиссии — ППК (1919—1925), членом Комиссии по изучению тропических стран — КИТ (1918—1925), членом Оргкомитета по организации Уральского университета (1920) и т. д. В эти же годы он продолжал исследования по драгоценным камням.

В ноябре 1918 г. академики В. Вернадский, А. Карпинский и А. Крылов обратились в Академию наук с предло-

⁶⁶ Это обстоятельство также поразило Уэллса, который отвел русской науке в своей книге несколько сочувственных строк: «Одним из самых необычных моих впечатлений в России была встреча в Доме ученых с некоторыми крупнейшими представителями русской науки, измученными заботами и лишениями. Я видел там востоковеда Ольденбурга, геолога Карпинского, лауреата Нобелевской премии Павлова, Радлова, Белопольского и других всемирно известных ученых... Наша блокада (блокада Советской России, организованная империалистическими государствами.— А. П.) отрезала русских ученых от иностранной научной литературы. У них нет новой аппаратуры, не хватает писчей бумаги, лаборатории не отапливаются. Удивительно, что они вообще что-то делают. И все же они успешно работают...

Дух науки — поистине изумительный дух. Если этой зимой (1920 г.— А. П.) Петроград погибнет от голода, погибнут и члены Дома ученых, если только нам не удастся помочь им какими-нибудь чрезвычайными мерами; однако они почти не заговаривали со мной о возможности помощи им продовольствием» (Г. Уэллс. «Россия во мгле», стр. 25—26).

⁶⁷ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 326.

жением избрать А. Е. Ферсмана действительным членом Академии по Отделению физико-математических наук. В «Записке» о его ученых трудах, составленной судя по ее содержанию, В. И. Вернадским⁶⁸, давалась подробная характеристика научных заслуг Ферсмана, особенно его работ по кристаллографии алмаза и магнизиальным силикатам. Представляет большой интерес заключительная часть «Записки», в которой приводилась общая оценка научной, организационной и общественной деятельности ученого: «В лице А. Е. Ферсмана наша страна имеет одного из наиболее талантливых минералогов, прекрасного знатока минералов вообще, энергичного исследователя часто очень трудных для изучения так называемых неблагоприятных минеральных образований, не привлекающих исследователей ни внешней красотой, ни определенными, ясно выраженными кристаллографическими признаками, — исследователя минералов в различных направлениях, выясняющих их близкое отношение к другим отраслям знания, их генезис и их роль в области, отмечаемой теперь иногда названием «геохимия». Увлеченный интересом к научному изучению природы, А. Е. Ферсман, превосходно владеющий даром ясного и красноречивого изложения, вносит это увлечение не только в среду своих учеников, но нередко и сотоварищей по науке. Лишенный всякого ложного самомнения, горящий интересом к успехам других лиц, хотя бы и не согласных с его взглядами, Александр Евгеньевич вносит умиротворяющую струю в коллективный труд, который так желателен и необходим в учреждениях, в которых протекает его работа.

Но не в одних этих учреждениях, в Академическом музее и в III университете сосредоточена такая работа. Членам Академии хорошо известны труды А. Е. Ферсмана в Комиссии сырья, энергичная деятельность в Комиссии производительных сил России, в ряде московских учреждений, его общественная просветительная деятельность в популяризации науки, в пропагандировании ее высокого значения и руководящей связи с практическими задачами; нам известны, наконец, его публичные лекции, читанные в обеих столицах и в некоторых провинциальных городах.

⁶⁸ Вернадского в то время не было в Петрограде, и «Записка» начинается словами: «По поручению нашего сочлена по минералогии и т. д.».

Академия многим обязана А. Е. Ферсману, его организаторским способностям, его энергичному отстаиванию научных ее интересов и ее достоинства, и можно лишь пожалеть, что подобная, граничащая с подвижничеством деятельность не всегда проходит безнаказанно для здоровья тех, кто затрачивает силы на пользу дела, не считаясь со своим личным благополучием»⁶⁹.

1 февраля 1919 г. Ферсмана избрали в действительные члены Академии наук. В то же время он был назначен директором Минералогического музея.

В этот период Ферсман изучал камни в музеях и дворцах Петрограда. Он много работал в архивах «Удельного ведомства», Петергофской гранильной фабрики, «Кабинета его величества» и т. д. Знакомясь с историей камня в России, Александр Евгеньевич вел учет драгоценностей русских царей в кладовых Эрмитажа, посещал дворцы в окрестностях города. В 1919 г. в КЕПС Ферсман читал лекции о самоцветах, которые были опубликованы в 1921 г. под названием «Самоцветы России». Эта «поэма о самоцветах», как ее назвал В. И. Крыжановский, в научно-популярной форме излагала сведения о драгоценных камнях, их образовании, значении в истории народов.

Годом ранее увидела свет обстоятельная научная монография Ферсмана «Драгоценные и цветные камни России», которая в 1922 г. вышла 2-м изданием. В этих книгах прежде всего поражает свойственная Ферсману широта постановки вопроса. Он описывает месторождения драгоценных камней, их минералогию и геохимию. Естественно, что при этом Ферсман подробно касается пегматитового процесса. Однако минералогия и геохимия составляют лишь часть содержания монографии. Автор с увлечением пишет об истории камня, о его технологии, о роли в развитии культуры, о безвестных горщиках, открывавших месторождения драгоценных камней.

В драгоценном камне Ферсман видит не «элемент богатства и праздной роскоши», а предмет эстетического наслаждения, играющий большую роль в истории культуры.

В 1922 г. вышла из печати книга А. Е. Ферсмана, написанная им совместно с Н. И. Влодавцем, «Государствен-

⁶⁹ Из «Записки об ученых трудах профессора А. Е. Ферсмана». 11-е приложение к протоколу XVII заседания Отделения физико-математических наук Российской Академии наук 27(14) ноября 1918 г. (к § 424).

ная петергофская гранильная фабрика в ее прошлом, настоящем и будущем». В ней авторы останавливаются на 150-летней истории старейшего в нашей стране предприятия ⁷⁰.

В 1918 г. в Петрограде был организован Географический институт, ректором которого с 1920 г. стал Ферсман.

Географический институт явился высшим учебным заведением нового типа ⁷¹. Для поступления в него первые годы даже не требовались документы об образовании — достаточно было одного желания учиться. Подготовка велась по физической географии, биогеографии, страноведению, этнографии и антропологии. На лекциях можно было встретить и юношей, еще не имеющих среднего образования, и пожилых людей, причем самых различных профессий — врача, инженера-электрика, православного священника, ксендза, путешественника и т. д. Всех их объединяла тяга к знаниям, любовь к географии.

Среди профессоров и преподавателей блистали имена Л. С. Берга, В. Н. Сукачева, Д. В. Наливкина, А. А. Борисяка, Ю. М. Шокальского и других выдающихся ученых.

«Такой живой — я думаю, самый живой в то время — институт мог возглавлять только самый живой и разносторонний ученый... Имя Ферсмана, как знамя, реяло над Географическим институтом», — вспоминал позднее Р. Ф. Геккер, бывший студентом этого института ⁷².

В Географическом институте Ферсман читал курс минералогии с основами кристаллографии и геохимии. Как и раньше, в университете им. Шаняевского и на Бестужевских курсах, лекции Александра Евгеньевича пользовались огромным успехом, их слушали «затаив дыхание». Глубина изложения материала сочеталась в них с огромной эмоциональностью лектора.

А. И. Дзенс-Литовский, у которого сохранились конспекты тогдашних лекций Ферсмана, вспоминает, что на

⁷⁰ Судьбы промышленности драгоценных камней волновали А. Е. Ферсмана еще в 1917 г., когда он был выбран председателем Комиссии по выработке плана подъема добычи драгоценных камней и гранильной промышленности.

⁷¹ Географический институт возник на базе Высших географических курсов, организованных в 1916 г. Я. С. Эдельштейном, И. Д. Лукашевичем и другими учеными. На этих курсах Ферсман читал минералогию. Тогда же, в 1916 г., он был избран членом Российского географического общества.

⁷² «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 330.

первой, вводной лекции профессор «призывал студентов увлечься «миром камня и кристалла», заинтересоваться горами и каменоломнями, рудниками и копями, он советовал отправиться к берегам рек, вершинам гор, скалистым берегам морей и научиться читать там «великие законы природы, которые управляют всем миром и по которым построен весь мир», рекомендовал поехать в Крым, на Кавказ, на берега Волги и Днестра и подумать на месте «над камнем, его загадками и его жизнью»⁷³.

Положение географии в те годы было непрочным. Некоторые ученые вообще не считали географию наукой, отводя ей лишь роль «учебного предмета». Такая установка, естественно, наводила на мысль о ненужности особого, единственного в стране Географического института. Неоднократно предпринимались попытки его ликвидации. Поэтому ректору приходилось вести энергичную «борьбу за существование», ездить в Москву и отстаивать интересы географической науки. В 1925 г. Географический институт был включен в Ленинградский университет в качестве географического факультета. Первым деканом факультета назначили Ферсмана. Одновременно географические факультеты открылись и в других университетах страны.

Из стен Географического института вышли многие выдающиеся советские географы. Все они с благодарностью вспоминают своего первого ректора, много сделавшего для советской географии в самые первые и самые трудные годы ее существования.

Учитывая тяжелое материальное положение петроградских ученых в 1918—1921 гг., Советское правительство выделило из своих крайне скудных ресурсов средства для оказания им помощи. «В трудные, переходные моменты, — вспоминал позднее А. Е. Ферсман, — когда русские ученые не могли приспособиться к тяжелым материальным условиям, только благодаря энергичному вмешательству В. И. Ленина были приняты срочные меры к поддержанию научной работы. В конце 1919 г. Владимир Ильич через Максима Горького провел создание Комиссии по улучшению быта ученых; он постоянно интересовался ее деятельностью и неоднократно проводил нужные решения в Совнарком»⁷⁴.

⁷³ Там же, стр. 202—203.

⁷⁴ «Ленин и наука». «Петроградская правда», 27 января 1924 г. К. Федин в своей книге «Горький среди нас» (1943) вспоминает следующие сло-

Р. С. Ф. С. Р.
Н. К. П.
Петроградская Комиссия
по улучшению быта ученых.


УДОСТОВЕРЕНИЕ.

22 июля 1920г.
№ 909
Халтуркина ул. 27. — Тел.

Настоящее удостоверение дано Академику Российской Академии Наук Александру Евгеньевичу ФЕРСМАНУ, в том, что он состоит товарищем Председателя Комиссии по улучшению Быта Ученых, что подписями и приложением печати удостоверяется.

Председатель Комиссии *М. Горький*

Управляющий Канцелярией *А. Курский*



Мандат Ферсмана, выданный Комиссией по улучшению быта ученых

«Комиссия по улучшению быта петроградских ученых» (ПетроКУБУ), председателем которой был М. Горький, распределяла среди ученых специальные продовольственные пайки, обувь, одежду, медикаменты. В работе ПетроКУБУ деятельную помощь Горькому оказывал Ферсман.

Распределением академических пайков, одежды и обуви в ПетроКУБУ ведал особый Совет уполномоченных, в который входили представители различных учреждений. Каж-

да Горького: «Перед приходом Вашим у меня был профессор Ферсман. Он только что беседовал по прямому проводу с Лениным о делах Комиссии по улучшению быта ученых. Ленин очень отзывчив и готов помогать. Ферсман заверяет: „Ленин за интеллигенцию“».

дый представитель, естественно, старался обеспечить «своих» ученых, а так как одежды и обуви обычно не хватало на всех, то при распределении возникали энергичные дискуссии между членами Совета. Задача председателя Совета уполномоченных была, таким образом, очень нелегкой — он сталкивался с многочисленными личными огорчениями, должен был учитывать разнообразные интересы, быть особенно объективным в своих решениях. Профессор-гидролог И. К. Тихомиров вспоминал об одном из заседаний Совета: «Наш председатель — человек с яркими голубыми смеющимися глазами, большой, жизнерадостный, очень подвижный. Заседание под его умелым руководством шло быстро, деловито и как-то необычайно легко. На мой вопрос к соседу: „Кто наш председатель?“ — последовал ответ: „Академик Ферсман“»⁷⁵.

Тихомиров вспоминает заседание Совета ПетроКУБУ, на котором разгорелись прения по поводу распределения нескольких пар обуви (число кандидатов исчислялось десятками!). Умение и такт Александра Евгеньевича позволили быстро решить этот спорный вопрос. С заседания Тихомиров возвращался по набережной Невы. Неожиданно его обогнал Ферсман. «Он куда-то спешил, оживленно беседуя с двумя своими спутниками, и в такт его быстрым шагам... хлюпала по лужам полуоторванная подошва его собственного ботинка»⁷⁶.

ГОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛИЗМА

1921—1941

Мы не можем просто гулять по раздолью нашей родины,— мы должны быть участниками ее переустройства и творцами новой жизни.

А. Ферсман

Мы приступаем к характеристике поразительного периода в жизни Ферсмана. Это годы знаменитых экспедиций в Хибины и Среднюю Азию, которые, помимо больших научных результатов, привели к открытию новых рудных районов. Вместе со своими учениками Ферсман работает в тайге, тундре, пустынях. В эти же годы Ферсман являет-

⁷⁵ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 300.

⁷⁶ Там же.

ся одним из организаторов советской науки — директором многих учреждений Академии наук, участником различных съездов и конференций, ректором Географического института и т. д.

По-прежнему продолжается и напряженная творческая работа. Нескончаемым потоком выходят из печати книги и статьи ученого. Ферсман 20-х и 30-х годов и похож и непохож на дореволюционного Ферсмана. Он сам сформулировал эту эволюцию следующим образом: «Вместо отвлеченных, чуждых жизни и практике представлений о науке ради науки выростало сознание ее глубокой связи с ростом родной страны и с развитием и судьбами человечества»⁷⁷.

Говоря позднее об этом этапе своей жизни, Ферсман писал, что «...третий, послереволюционный этап научил меня постановке широких научных проблем.

Я имел возможность углубить изучение процессов образования пегматитов, а работы на Урале и в Хибинах позволили выдвинуть уже ряд острых геохимических проблем»⁷⁸.

Ферсман и в прошлом много и плодотворно работал, уделял большое внимание популяризации науки, общественной жизни. Но именно в 20-е и 30-е годы наступил исключительный расцвет творчества ученого, произошел «взрыв» его творческих сил.

В чем же причина этого «взрыва», этой почти невероятной творческой энергии? Только ли в личных качествах Ферсмана? Конечно, они имели большое значение, однако вряд ли эти качества существенно изменились за прошедшие 10 лет.

Главная причина заключалась в другом — коренным образом изменились условия работы ученых. Советское общество предъявило науке новые требования, обнаружилась острая потребность в расширении исследований, народное хозяйство нуждалось в науке, «подстегивало» ее развитие. Перед учеными открывались неисчерпаемые возможности, всюду имелись нерешенные проблемы, области приложения сил. Советская власть не жалела средств на научные исследования и подготовку кадров.

⁷⁷ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 487.

⁷⁸ Там же.

Перед каждым советским ученым встало множество проблем: надо было развивать теоретические исследования, внедрять их в практику, готовить кадры, организовывать науку на новых началах, нести науку в массы и т. д. Эта обстановка как нельзя более отвечала потребностям кипучей натуры А. Е. Ферсмана, она создавала то широкое поле деятельности, которого ему так недоставало прежде.

В 30-е годы перед советской наукой встали новые задачи. Окруженная враждебным капиталистическим миром, огромная, экономически отсталая страна, используя новые неизведанные формы общественного и хозяйственного устройства, путем колоссального напряжения сил смогла в короткий срок в технико-экономическом отношении встать в ряд наиболее развитых государств. Это были годы строительства социализма, пятилеток, индустриализации и коллективизации, быстрого развития науки.

В 1934 г. Академия наук переезжает в Москву и постепенно становится настоящим штабом советской науки. Для решения конкретных проблем народного хозяйства в эти годы были созданы отраслевые научно-исследовательские институты. Наука развивалась и «вглубь» и «вширь».

Исключительно чуткий к запросам жизни, практики, глубоко понимающий связь теоретической науки с производством, Александр Евгеньевич «шагал в ногу» со своим народом. Эволюция его как ученого в значительной мере отражала эволюцию страны. Там, где в 20-е годы проходили маленькие отряды Ферсмана, теперь работали комбинаты и заводы, начиналось систематическое и планомерное изучение территории.

И все же не экспедиционные исследования и организация научных работ определяли главное содержание деятельности Ферсмана в предвоенное десятилетие. Основную роль в его творчестве тех лет играли крупные теоретические обобщения, особенно в области геохимии. Новый этап развития производительных сил СССР, этап широкого изучения и освоения природных богатств, включение в работу большого числа геологов, минералогов и других специалистов требовал постановки и широкого использования идей генетической минералогии и геохимии.

В 1940 г., оглядываясь на прожитую жизнь, Ферсман говорил о четвертом, последнем жизненном этапе. Это был «период выводов, обработки накопленного материала, решения отдельных научных проблем.

Это — последний период, период подведения итогов заканчивающегося жизненного пути»⁷⁹.

На 20-е и 30-е годы падает расцвет популяризаторской деятельности А. Е. Ферсмана. К статьям в журнале «Природа», к корреспонденциям в газетах он добавил «Занимательную минералогию», пользующуюся огромным успехом у читателей.

В дальнейшем Ферсман создал ряд научно-популярных книг по геохимии и минералогии, рассказал читателям о своих путешествиях. Обращался ученый и к жанру художественной новеллы — «научной лирики». Обо всех этих трудах, снискавших ему славу классика научной популяризации, мы расскажем в отдельной главе.

Напряженная жизнь не прошла даром для Ферсмана. В начале 30-х годов состояние его здоровья заметно ухудшилось. Начиная с 1932 г. он часто болеет, у него появляются сердечные приступы, дает себя знать печень. Порой он надолго выходит из строя. Правда, уже небольшое улучшение вызывает бурную деятельность ученого, но, к сожалению, только до следующего приступа болезни. В. И. Вернадский в эти годы неоднократно указывает своему ученику и другу на необходимость беречь свое здоровье. В апреле 1934 г. он пишет Ферсману из Ленинграда:

«Дорогой Александр Евгеньевич!

Давно собирался написать Вам. Нездоровилось и много работы. Сейчас пишу, т. к. я в ужасе от вашего плана провести Nachkur⁸⁰ здесь, да еще оставив настоящий, обычный темп для Вас научной работы (до июля, как говорят), заняться здесь или в Хибинах постройкой!! Ведь вреднее ничего для Вашего здоровья придумать нельзя. Постройка у нас сейчас — это может и здорового сделать больным. Вам, конечно, до июля надо отдохнуть, постепенно увеличивая Вашу исследовательскую работу — очень хорошо бы после границы и небольшого отдыха в Италии или южной Словакии (например, около Дуная) провести (некоторое время) в Кисловодске»⁸¹.

В следующем году Вернадский пишет из Карловых Вар (Чехословакия):

⁷⁹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 487.

⁸⁰ Отдых после лечения (прим. ред.).

⁸¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 425.

«Дорогой Александр Евгеньевич!

Узнал из письма А(лександра) П(авловича), что Вы должны приехать в Москву. Писал Вам из-за границы, кажется, раза два, но безуспешно. Очень беспокоюсь о Вашем здоровье. Черкните словечко...

Прочел в Праге внимательно Вашу «Геохимию» — очень интересно. Мне кажется, Вы должны были бы дать ей другое название геохимия на фоне космохимии или что-нибудь подобное. Второй том в конце у Вас совсем не обработан, но всюду нахожу интересные и большие мысли.

Как Ваше здоровье — планы о здоровье?..

Напишите. Приеду с рядом планов и мыслей. Только бы Вы были здоровы...

Ваш В. Вернадский»⁸².

Особенно тяжелым для здоровья Ферсмана оказался 1937 год. В марте Александра Евгеньевича в санитарном поезде увезли из Хибин, где его свалил тяжелый приступ болезни печени. Несколько месяцев Ферсман пролежал в больнице, потом лечился в санатории в Кисловодске. Поздней осенью врачи направили его из Кисловодска на юг, ближе к солнцу и теплу. Сначала Ферсман отправился в Сочи, потом в Сухуми, Батуми, к Новому году попал в Тбилиси. Однако устойчивого улучшения его здоровья не наступило. В феврале 1938 г., так окончательно и не выздоровев, Ферсман вернулся в Москву. Он был настолько слаб, что работал на дому.

«Его здоровье меня чрезвычайно тревожит, — писал в то время В. И. Вернадский в одном из писем к Б. Л. Личкову. — Он уже несколько месяцев в больнице в Ленинграде, и точной причины болезни не знают: и почки, и печень, и сердце, и нервная система. По крайней мере на полгода выбит из жизни. Боюсь и худшего. Это огромное несчастье»⁸³.

В эти годы около Александра Евгеньевича всегда находился преданный друг — его жена Екатерина Матвеевна. Она создавала те условия жизни и работы, которые необходимы ученому и о которых сам Ферсман по свойству своего характера никогда не заботился.

⁸² Там же.

⁸³ «Природа», 1963, № 3, стр. 59.

В 20-е и 30-е годы А. Е. Ферсман являлся одним из руководителей Академии наук СССР. В первое десятилетие Советской власти в Академии наук еще были сильны традиции старой Российской академии — небольшого замкнутого учреждения, занятого разработкой отвлеченных теоретических вопросов. И хотя В. И. Ленин в 1918 г. определил новые задачи Академии наук, в 20-е годы перестройка Академии еще не была закончена, многие академики продолжали работать по-старому, по уставу, утвержденному еще в 1836 г.

Первые семь лет Советской власти Академия наук СССР подчинялась Народному комиссариату по просвещению и лишь в 1925 г. перешла в непосредственное подчинение Совету Народных Комиссаров. В 1927 г. был введен новый устав. К этому времени Академия наук насчитывала 45 академиков и 106 членов-корреспондентов; в ней имелось два основных отделения — физико-математических и гуманитарных наук; общее число сотрудников составляло 1018 человек, в том числе 683 — научного персонала⁸⁴.

Советское правительство придавало большое значение организации экспедиций для изучения нашей родины. Особое внимание уделялось союзным и автономным республикам. С этой целью в Академии были созданы два новых органа — Комиссия по научным экспедициям и Особый комитет по исследованию союзных и автономных республик (ОКИСАР). В 1923 г. при Совнаркоме СССР при участии Академии наук организовалась специальная Комиссия по комплексному исследованию Монголии и Тувы, в 1924 г. — Комиссия по изучению Якутии. Количество академических экспедиций росло с каждым годом, и если в 1925 г. их было 12, то в 1926 г. — уже 44⁸⁵.

Большую роль в перестройке работы Академии наук сыграл один из молодых ее членов — А. Е. Ферсман.

С 1924 по 1927 г. Александр Евгеньевич являлся членом Президиума и академиком-секретарем Отделения физико-математических наук. В 1927 г. его избрали вице-президентом Академии наук СССР (до 1929 г.). В эти же годы Ферсман руководил различными научными учреждениями

⁸⁴ «Академия наук СССР за десять лет. 1917—1927 гг.», Л., Изд-во АН СССР, 1927, стр. 3—4.

⁸⁵ Там же.



А. Е. Ферсман и А. П. Карпинский на заседании в Академии

Академии наук — был директором Минералогического музея (1919—1930), председателем Комиссии по подготовке и проведению 200-летнего юбилея Академии наук (1925), товарищем председателя Комитета по научным экспедициям (1921—1925), товарищем председателя РЕПС (1924—1926), председателем Комиссии по изучению Якутской АССР (1924—1930).

В 30-е годы Ферсман по-прежнему в гуще работы Академии. Он являлся членом Президиума, в течение ряда лет был академиком-секретарем Отделения математических и естественных наук (ОМЕН), директором различных исследовательских институтов. С 1930 г. Александра Евгеньевича избрали в члены Комиссии по вечной мерзлоте и одновременно председателем Комитета по метеоритам при Академии наук СССР. В дальнейшем он был заместителем председателя Комиссии по участию Академии наук СССР в организации советского павильона на Всемирной выставке в Нью-Йорке в 1937 г., председателем Комиссии по геотермике при Академии наук СССР (1938—1941), председателем Постоянной междуведомственной комиссии Академии наук по применению аэрофотосъемки, председателем и членом Совета по научно-технической пропаганде Академии наук СССР (с 1941 г.) и т. д.

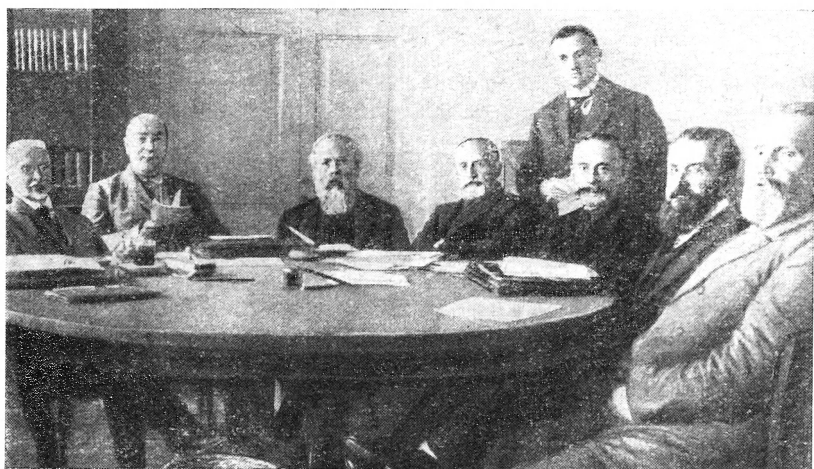
Но не только в стенах Академии наук протекала в те годы деятельность А. Е. Ферсмана. Он был консультантом треста Союзредмет (с 1934 г. — Главредмет), председателем Апатито-нефелинового бюро при Наркомтяжпроме (1936—1938), председателем Комиссии по изучению качества воды Московского водопровода (1939—1941), членом Научного совета Главного управления по производству научных и учебно-технических фильмов (1940—1941), председателем Комиссии по изданию учебников по минералогии и геохимии.

Нельзя не отметить и большую редакционную работу Ферсмана. В 1923—1925 гг. он заведовал Издательством Академии наук СССР, с 1935 г. состоял членом Редакционно-издательского совета (РИСО) Академии наук СССР. Кроме того, Ферсман являлся ответственным редактором ряда академических журналов, членом редсовета Уральской советской энциклопедии.

В начале 30-х годов Ферсманом все больше и больше завладевала идея «децентрализации» науки, создания опорных баз и научных станций Академии наук в различных частях страны. В 1931 г. он опубликовал в Вестнике Академии наук (№ 5) статью «Неотложная задача Академии наук. К вопросу о научных станциях на местах». Ферсман предлагал в разных частях СССР создать 15 научных станций, задачи которых определялись бы спецификой района. На Камчатке это будет изучение вулканов, в Центральном промышленном районе европейской части — озерных сапропелей, в Карабугазе — химии, технологии, геохимии, метеорологии, энергетики Солнца и т. д. Ферсман подчеркивал исключительную важность данного вопроса, указывая, что «темпы хозяйственной жизни опережают темпы научной работы».

Свои идеи «децентрализации» науки он активно проводил в жизнь. Уже в момент написания статьи создавалась научная станция в Хибинах. Вскоре Ферсман организовал Уральский филиал и Ильменскую горную станцию.

В годы первой и второй пятилеток одним из наиболее важных районов промышленного строительства был Урал. Здесь сооружались такие гиганты промышленности, как Магнитогорский комбинат, Челябинская тепловая электростанция, Уралмашзавод в Свердловске и т. д. Строительство предъявляло новые требования к изучению не только производительных сил, но и всего хозяйства Урала.



А. Е. Ферсман на заседании Юбилейной комиссии Академии наук СССР

Сидят слева направо: С. Ф. Платонов, А. Е. Ферсман, В. А. Стеклов, С. Ф. Ольденбург, В. Н. Молас, И. Ю. Крачковский, Е. Ф. Карский, стоит Г. Н. Соколовский. 1925 г.

Ферсман указывал на необходимость создания научного центра, координирующего разработку общих проблем и перспектив развития производительных сил и экономики Урала.

Эти задачи были призваны решить Уральский филиал Академии наук СССР, организованный в 1932 г. по инициативе А. Е. Ферсмана. Его открытию предшествовала большая подготовительная работа, проделанная ученым. По этому вопросу он консультировался с С. Орджоникидзе, с партийными и советскими работниками на Урале. А. А. Сауков вспоминал, что Александр Евгеньевич настолько был увлечен организацией УФАНа и этот вопрос казался ему настолько ясным, что он не известил о своей деятельности Президиум Академии наук СССР. Последний, таким образом, был поставлен перед свершившимся фактом. С формальных позиций это являлось нарушением дисциплины, в связи с чем вопрос о неправильных действиях Ферсмана поставили на заседании Президиума. С осуждением поступка Александра Евгеньевича высту-

пили вице-президент В. П. Волгин, академик А. А. Борисьяк. Объяснение Александра Евгеньевича им не показалось убедительным, разгорелся спор. В результате Ферсман разгорячился, воспринял упреки как недоверие в его адрес и попросил Президиум освободить его от занимаемых постов. На защиту Ферсмана стал председательствующий, президент Академии А. П. Карпинский, который исключительно высоко ценил Ферсмана. Он сказал, что Президиум не сомневался в необходимости филиала на Урале и что Александр Евгеньевич, проявив инициативу, заслуживает одобрения. То, что он не известил Президиум, не такое уж большое дело, в свое время так поступал и Ломоносов...

Вскоре Ферсмана назначили председателем УФАНа. Находясь на этом посту (до 1938 г.), он провел большую работу по организации нового нужного стране учреждения. В состав УФАНа вошел и особый геохимический институт. В 1932 г. филиал начал свои работы. Были организованы различные экспедиции, с 1933 г. печатались «Труды Уральского филиала Академии наук СССР».

В своих статьях и выступлениях тех лет Ферсман особенно подчеркивал необходимость тесной связи науки и техники в развитии экономики Урала. В письме к секретарю Свердловского обкома ВКП(б) 17 августа 1934 г. он писал о желательности создания «Уральской академии наук и техники», подчиняющейся Академии наук СССР и Наркомату тяжелой промышленности.

Полеты на самолете по маршруту Берлин — Москва (1927 г.) и Ташауз — Чарджуй (1929) натолкнули Ферсмана на мысль об использовании авиации в геологических и географических исследованиях. С этого момента он становится инициатором применения аэрометодов в изучении природы. В 1928 г. в «Вестнике Ленинградского университета» появилась статья Ферсмана «Роль авиации в современной географии». Спустя год Александр Евгеньевич активно участвовал в Первом Всесоюзном совещании по аэросъемке, проходившем в Ленинграде. В 1930 г. журнал «Природа» опубликовал еще одну статью Ферсмана, касающуюся аэросъемки, — «Аэрометоды в изучении геологических и геоморфологических проблем». В ней он уже намечал основные вопросы новой методики, указывая на ее роль в изучении тектоники угольных бассейнов, рельефа пустынь, оазисов и т. д.



А. Е. Ферсман и Б. А. Богусhevский в Ташаузе в 1929 г. во время 3-й Каракумской экспедиции

По инициативе А. Е. Ферсмана при Ленинградском научно-исследовательском институте геодезии и картографии организуется специальное отделение аэрофотосъемки (1929 г.). Позднее на базе этого отделения был создан самостоятельный Научно-исследовательский институт аэросъемки.

На протяжении последующих лет Ферсман продолжал уделять внимание этой важной проблеме. При его участии в 1931 г. в Институте аэросъемки создается отдел применения аэросъемки в народном хозяйстве. В отделе работали геологи, геоморфологи, ботаники, почвоведы. В том же году рекомендации Ферсмана были с успехом использованы при геологическом дешифрировании нефтеносных районов Ферганы и Азербайджана. К вопросам аэросъемки он обращался и позднее — в 1939 г. и в годы войны. Не случайно первая крупная монография, посвященная использованию аэросъемки в геологии, опубликованная В. П. Мирошниченко в 1946 г., имела следующее посвящение: «Памяти академика Александра Евгеньевича Ферсмана, ини-

циатора и замечательного пропагандиста применения аэрометодов в области физической географии».

Александр Евгеньевич был активным организатором и участником различных съездов и конференций. Он был членом оргбюро по созыву Первого Всесоюзного совещания (27—30 апреля 1926 г.) по редким элементам в Москве и членом его президиума. На совещании Ферсман выступил с докладами о происхождении Тюямуяунских руд, о перспективах развития промышленности редких элементов, о барите.

В 1925 г. он участвовал в работе съезда по изучению производительных сил и народного хозяйства Украины.

Зимой 1927 г. состоялось I Всесоюзное совещание минералогов, петрографов и кристаллографов. В нем приняло участие около 100 человек. Непосредственным организатором этого совещания был А. Е. Ферсман.

Через год в Ташкенте проходил I Всесоюзный геологический съезд. Александр Евгеньевич принимал в его работе активное участие. В то время среди ученых-геологов еще господствовало представление о бедности Средней Азии полезными ископаемыми. Ферсман выступил на съезде с противоположной концепцией. Его авторитетное обстоятельное выступление сыграло большую роль в дальнейшем развитии геологических работ и горного дела в этом районе нашей страны.

В те годы Александра Евгеньевича можно было увидеть среди участников Совещания по полевому шпату (5—7 декабря 1927 г.), I Всесоюзного съезда по вопросам химической промышленности (28 марта — 8 апреля 1929 г.), Совещания по аэросъемке (Ленинград — 14—16 июня 1929 г.).

В 1931 г. А. Е. Ферсман едет в Иркутск в качестве делегата Восточно-Сибирского краевого научно-исследовательского съезда. «На съезде в Иркутске, — вспоминает его участник профессор-гидролог И. К. Тихомиров, — Александр Евгеньевич был по горло занят разнообразными делами с раннего утра и до позднего вечера. Кроме заседаний съезда, занимавших весь день, у Александра Евгеньевича были еще и совещания по отдельным вопросам и встречи с разными людьми. Эти совещания и встречи назначались и в 7 утра и в 12 ночи»⁸⁶.

⁸⁶ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 305.

В Москве в 1937 г. должна была состояться XVII сессия Международного геологического конгресса. Президиум Академии наук СССР назначил Ферсмана членом Оргкомитета. В этом же году Александр Евгеньевич был избран генеральным секретарем конгресса. Он провел большую подготовительную работу, но на самом конгрессе из-за болезни не присутствовал.

В 1939 г. в Пятигорском бальнеологическом институте проходило Собрание по вопросам геологии, геохимии и радиогеологии минеральных вод Северного Кавказа. Его организатором и активным участником был А. Е. Ферсман. В 1941 г. в Киеве под его председательством работала Конференция по редким металлам, созданная Украинской Академией наук.

Переезд Академии наук в Москву снова приблизил А. Е. Ферсмана к Московскому обществу испытателей природы. В 1936 г. его избрали почетным членом МОИП, а с 1941 г. он стал вице-президентом Общества. Ферсман деятельно участвовал в праздновании 135-летия МОИП (1940 г.). На научной сессии он сделал блестящий доклад — «Химия Земли на новых путях».

А. Е. Ферсман постоянно стремился привлечь к изучению природы широкие массы. В связи с этим он придавал большое значение краеведению, охране природы.

В конце 1921 г. в Москве собрался Первый съезд краеведов. Одним из главных организаторов и руководителей съезда явился А. Е. Ферсман. Позднее участник съезда С. Ю. Липшиц вспоминал: «Несмотря на трудности с транспортом и продовольствием, опасность заражения сыпным тифом, Первый краеведческий съезд привлек большое число участников. Съехались краеведы из самых отдаленных уголков страны.

Плохо отапливаемое здание. Бедно одетые люди. Морковный чай с сахарином. И вопреки этой нелегкой обстановке огромный подъем, радость встреч, интересные беседы, яркие доклады, которые будили мысль, поднимая веру в полезность, необходимость и значимость работ обширной краеведческой армии. При трудности печатания в эти годы личное общение и научные доклады утоляли духовный голод. Жажда знаний была необыкновенной.

На съезде бросалась в глаза фигура Александра Евгеньевича в потертом костюме и стоптанных обшитых валенках. Он, как и некоторые другие организаторы съез-

да (из них особенно запомнились академики С. Ф. Ольденбург и Н. Я. Марр), был заботливым хозяином всего дела, опекуном всех приехавших делегатов и гостей. Он старался обеспечить в тех крайне сложных условиях максимум удобств съехавшимся краоведам, ободрить их теплым словом, рассказать о всех наиболее интересных и важных новостях и достижениях науки, поддержать духовный огонь многих сотен людей, с восторгом и гордостью ловивших каждое слово молодого академика. При этом следует отметить и подчеркнуть необычайную демократичность уже широко известного ученого, полное отсутствие позы и самолюбования. Особенно чутко на это реагировала молодежь, в том числе и пишущий эти строки, в то время студент первого курса Московского университета.

Трудно передать в скупых словах, сколько тепла излучал Александр Евгеньевич в беседах с молодежью, какими широкими горстями он раскидывал мудрые мысли.

Особое внимание на пленарных заседаниях съезда привлекли речи А. В. Луначарского и А. Е. Ферсмана. Аудитория была переполнена, стояли даже в проходах.

В своей речи А. Е. Ферсман указал, что основными стимулами, движущими науку вперед даже в самые тяжелые времена, являются непоколебимая любовь к ней, вера в ее силу, научная честность и смелое дерзание. Успех возможен лишь путем фронтального наступления на белые пятна науки с целью их расшифровки. Глубоко ошибочны взгляды, отдающие предпочтение одним разделам науки в ущерб другим. Наука — едина; не всегда легко предугадать, какие большие перспективные открытия и возможности заключены в тайниках частных наук, сегодня считающихся менее актуальными. Союз науки и социализма нерушим и обязателен. Он приведет к полной победе нового строя, к повышению благосостояния и культуры страны, а следовательно, народа. Много внимания Александр Евгеньевич уделил проблеме изучения и освоения производительных сил страны, нарисовав блестящую картину того, что и где можно исследовать в первую очередь и какова задача краеведения в этом плане на ближайшие годы. Эти общие положения иллюстрировались множеством ярких примеров»⁸⁷.

⁸⁷ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 243—244.



А. Е. Ферсман среди участников совещания краеведов.
Рыбинск, 1927 г.

В 1924 г. было основано Всесоюзное общество охраны природы. А. Е. Ферсмана избрали почетным членом общества наряду с другими крупными деятелями культуры того времени — Н. А. Семашко, А. В. Луначарским, Н. К. Крупской, С. Ф. Ольденбургом.

В дальнейшем Ферсман принимал участие в разработке декрета об охране природы, участвовал во многих краеведческих конференциях (в Рыбинске в 1927 г., в Алма-Ате в 1930 г. и т. д.). Выступая на этих конференциях, Ферсман призывал изучать природу и охранять ее, причем он подчеркивал необходимость охраны и неживой природы (минералов, пещер, красивых скал и т. д.). В 1939 г. во Всероссийском обществе охраны природы была учреждена специальная Секция земной коры. Ее руководителем стал А. Е. Ферсман. В эти годы он уделял особенно много внимания охране пещер.

Александр Евгеньевич всегда придавал большое значение развитию краеведения в школах. Он считал, что краеведение воспитывает у молодежи патриотизм, помогает ей усвоить законы природы, содействует ее эстетическому развитию.

Разносторонняя обширная научная и общественная деятельность, а также популяризация науки делали А. Е. Ферсмана хорошо известным не только научным, но и самым широким кругам советской общественности. Научные заслуги Ферсмана получили высокое признание и за рубежом. Он являлся членом различных научных обществ и академий. Еще в 1927 г. А. Е. Ферсман был избран почетным членом Германского общества изучения Земли в Берлине. Тогда же он стал почетным членом Германского географического общества. В 1934 г. А. Е. Ферсмана избрали почетным членом Минералогического общества Великобритании и Ирландии, в 1937 г. — членом Американского и Лондонского обществ.

В начале 20-х годов в Академии наук СССР при Отделении физико-математических наук не было ни геологического, ни минералогического, ни петрографического институтов. Работы в этой области проводились в основном Геологическим и Минералогическим музеями. Кроме того, в составе Академии имелись уже известная нам КЕПС, а также ряд комиссий, выполнявших различные геологические и географические исследования.

Начиная с 1921 г. в Ленинграде в Минералогическом музее Академии наук регулярно заседал минералогический кружок, руководимый Александром Евгеньевичем («Ферсмановские четверги»). По воспоминанию А. А. Саукова — одного из учеников Ферсмана, кружок посещали все минералоги и геохимики Ленинграда. Часто присутствовали на его заседаниях и приезжие из других городов. Об авторитете кружка говорит и тот факт, что его постоянно посещали такие крупные ученые, как петрографы Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и Д. С. Белянкин, минералог С. М. Курбатов. Бывали на заседаниях кружка В. И. Вернадский и А. П. Карпинский.

«Кружок А. Е. Ферсмана сыграл, безусловно, большую роль в развитии нашей минералогической и геохимической науки. Он явился своеобразным университетом, особенно для нас, молодых геохимиков, поскольку в те годы кафедр геохимии нигде не было, да и систематических курсов геохимии тоже никто не читал. Поэтому мы, геохимики, очень ценили доклады А. Е. Ферсмана, узнавая из них о состоянии геохимии у нас и за рубежом, в том числе особенно о работах В. М. Гольдшмидта, с которым А. Е. Ферсман дружил и идеи которого поддерживал

и пропагандировал. Заседания кружка всегда проходили оживленно и интересно, скучных заседаний тогда не было. Даже неудачные доклады Александр Евгеньевич, как председатель, умел как-то на ходу подправить и сделать интересными, вовремя бросив удачную реплику, поставив наводящий вопрос, который бы всех заинтересовал. Он умел замечательно сочетать глубокое научное обсуждение вопроса с непринужденностью самой обстановки. Поэтому мы любили ходить на эти заседания и почти не пропускали их, хотя для этого нам приходилось ездить из Лесного на Васильевский остров», — вспоминал А. Сауков⁸⁸.

Активными участниками кружка были ученики и последователи А. Е. Ферсмана, позднее внесшие вклад в развитие геохимии и минералогии, — Д. И. Щербаков, В. Г. Хлопин, А. А. Сауков, П. А. Волков, А. Ф. Соседко, А. С. Уклонский, В. Т. Сургай, В. В. Щербина, Э. М. Бонштедт-Куплетская, Б. М. Куплетский, О. М. Шубникова, В. А. Унковская, Е. Е. Костылева и др.

В 1930 г. при Академии наук СССР были созданы Геохимический и Минералогический институты. Их работой руководил А. Е. Ферсман. В 1932 г. они объединились в Институт геохимии, минералогии и кристаллографии им. М. В. Ломоносова (ЛИГЕМ). Первым директором ЛИГЕМа был назначен А. Е. Ферсман.

Он уделял большое внимание задачам и программе нового объединенного института и даже выпустил специальную книгу, посвященную этой теме⁸⁹.

Александр Евгеньевич предполагал разрабатывать геохимическую тематику силами 2 основных отделов — теоретической и прикладной геохимии. При этом Ферсман наметил основные проблемы теоретической геохимии. В первую очередь к ним относилось изучение миграции химических элементов в земной коре и в тех искусственных системах, которые ученый назвал техногенезом (в промышленности, сельском хозяйстве и т. д.). Не менее важное значение придавал он изучению поведения элементов в кристаллической решетке и синтезу новых соединений.

⁸⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 144.

⁸⁹ «Институт им. М. В. Ломоносова Академии наук СССР». Л., Изд-во АН СССР, 1932.

С теоретическими задачами тесно переплеталась прикладная геохимия — изучение рудных месторождений, геохимия отдельных областей (региональная геохимия). Александр Евгеньевич считал, что Ломоносовский институт особое внимание должен уделить геохимии Ленинградской области и Карельской республики.

В новом институте предполагалось изучать и проблемы химической технологии в геохимическом аспекте, намеченном Ферсманом по опыту работы над апатито-нефелиновой проблемой.

Ферсман постоянно подчеркивал необходимость создания хорошей аналитической базы — химической, спектральной, рентгено-химической и других лабораторий.

Не менее серьезные задачи ставил он и перед минералогией. До известной степени их можно было сопоставить с задачами геохимии: если в первом случае объектом являлся атом — элемент, то во втором — природное соединение — минерал.

По мысли Ферсмана, первой задачей минералогии в ЛИГЕМе должно было стать «изучение самого минерала», а второй — изучение месторождений. Далее он выдвигал проблемы образования минералов, экспериментальной минералогии и минералогии Союза.

Большое внимание уделял Александр Евгеньевич собственным мастерским и лабораториям: по разделению минералов, фотолаборатории, стеклодувной мастерской и т. д. В качестве примера он ссылаясь на опыт лично ему знакомых зарубежных институтов Гольдшмидта и Эйкена.

В заключение Ферсман освещал основные черты пятилетнего плана Ломоносовского института.

Широкий размах экспедиционных работ на Кольском полуострове и других частях страны создавал условия для быстрого роста ЛИГЕМа. В институте был произведен большой набор в аспирантуру. Очень скоро ЛИГЕМу стало тесно в старых помещениях на Тучковой набережной и Биржевой линии. Благодаря поддержке С. М. Кирова Ленинградский совет выделил институту новое помещение. Правда, это было старое здание торговых рядов, нуждавшееся в серьезной реконструкции. Но это не испугало Ферсмана. Вместе с архитектором он разработал проект реконструкции здания, наметил помещения для будущих лабораторий, музея, в котором предполагал создать

особый «Ломоносовский зал» с памятником Ломоносову в центре. Эти планы начали осуществляться, но в 1934 г., в связи с переводом Академии наук в Москву, туда переехал и ЛИГЕМ.

По воспоминаниям А. А. Саукова, бывшего ученого секретаря ЛИГЕМа, Александр Евгеньевич активно включился в работу по переезду, вникая во все хозяйственные вопросы — вплоть до квартирных дел сотрудников.

Летом 1934 г. Ферсман отдыхал в Крыму. Но даже во время отдыха его не оставляли мысли об институте. Вот что он писал Вернадскому:

«Шлю привет из Гаспры и благодарю за письмо. Живем очень хорошо, погода прекрасная. Много гуляем, так как еще не жарко. Понемногу работаю над своей темой, для которой я привез все нужные материалы, и думаю, что она может быть поставлена очень интересно и полезно. Продумываю и вопрос о новом строительстве в Москве, где надо в основном здании четырех институтов обязательно выделить отдельные этажи: для биогеохимии, химии рассеянных элементов, газовой химии и экспериментальной минералогии. Мы так и проектируем сейчас новое здание, для которого намечается Моссоветом очень красивое здание в красивом месте (у впадения Яузы в Москва-реку). Так что связь с работами получилась совершенно необычайная. Вернусь обратно в первых числах июля и постараюсь, если будет машина, заехать к Вам в „Узкое“»⁹⁰.

В Москве тематика работы ЛИГЕМа еще более расширилась. В его стенах выросли новые кадры геохимиков и минералогов.

В 1938 г. по решению Президиума Академии наук СССР ЛИГЕМ был объединен с Геологическим и Петрографическим институтами в единый Институт геологических наук (ИГН), директором которого стал академик А. Д. Архангельский. Через 5 лет, в 1943 г., директором ИГН был назначен А. Е. Ферсман⁹¹.

В 20-х годах начались крупные многолетние экспедиции А. Е. Ферсмана в Хибины и Среднюю Азию. Они со-

⁹⁰ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 450.

⁹¹ В 1957 г. ИГН снова разделился на два института: Геологический (ГИН) и Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ). Наследниками ЛИГЕМа в этом последнем институте стали отделы минералогии и геохимии.

ставили эпоху в изучении минералогии и геохимии этих частей нашей страны, в развитии их производительных сил. Особенно большое значение приобрели хибинские исследования. Они ознаменовали собой создание нового горнопромышленного района СССР, расположенного за Полярным кругом⁹².

Много внимания, особенно в 30-е годы, уделял Ферсман и минеральным богатствам Урала.

В июне 1932 г. он проводил исследовательские работы на Южном Урале, летом 1934 г. — на Среднем и Южном Урале. Ферсман посетил Уфалей, Златоуст, Ильменские горы, Изумрудные копи, угольные шахты, асбестовый рудник.

В Ильменах Александр Евгеньевич организовал научную конференцию, посвященную геохимии основных магм. Он выступил на ней с интересным докладом, в котором освещал затронутый вопрос по-новому, на базе недавно им созданной геоэнергетической теории. Один из участников совещания, известный советский геохимик профессор В. И. Лебедев (в то время студент Ленинградского университета), вспоминая об этом докладе, отмечал «удивительный темперамент и экспрессию» докладчика.

После окончания совещания у Ферсмана сделался острый приступ болезни печени. К удивлению присутствующих, утром Александра Евгеньевича не оказалось на месте — он засветло на «газике» уехал в Челябинск для участия в заседании Челябинского совета депутатов трудящихся. Следующая ночь застала академика в самолете, летящем из Челябинска в Свердловск.

В ноябре 1934 г. Ферсман организовал от имени УФАНа и Челябинского облисполкома угольно-химическую конференцию. Свою работу конференция начала в Ильменах, продолжила в Копейске и закончила в Челябинске. Ее участники посетили угольные шахты Челябинского бассейна. Открывая конференцию, Ферсман обратился к собравшимся с ярким вступительным словом. Он призвал обратить внимание на проблемы химизации, на то, что уголь — это не только топливо, но и сырье для химической промышленности.

Работы на Урале в 1932—1934 гг. убедили Ферсмана в необходимости организации большой комплексной экс-

⁹² Об этих работах Ферсмана будет рассказано в отдельных главах.



А. Е. Ферсман на изумрудных коях. Урал, 1931 г.

педиции Академии наук СССР для изучения Южного Урала, где в те годы шло большое строительство. Такая экспедиция под руководством Ферсмана начала свои работы в 1935 г. Отряды экспедиции исследовали огромную территорию — от Башкирии и Челябинской области на севере до Оренбургской области и Западного Казахстана на юге. Помимо геологии, рудного дела и геохимии, участники экспедиции изучали также лесное хозяйство, водные ресурсы, почвы, экономику этих областей. В 1935 г. Александр Евгеньевич совершил поездку по местам работ отрядов экспедиции, посетил различные месторождения, новостройки. На 2 машинах за 16 дней участники поездки проехали 2374 км по маршруту Миасс — Русская Бразилия — Кочкарь — Борисовские Сопки — Верблюжка — Гумбейка (Балканский и Бурановский рудники) — Башарт — Краки — Магнитогорск — Баймак — Юлалы — Туба — Семеновский рудник — Блява — Халилово — Орск — Магнитогорск — Калкан — Миасс. Свои впечатления Ферсман позднее описал в очерке «Автопробег по Южному Уралу»⁹³.

⁹³ А. Е. Ферсман, *Путешествия за камнем*, стр. 125—182.

Плодотворная деятельность А. Е. Ферсмана была высоко оценена трудящимися Урала. Они избрали его депутатом Миасского городского совета и Челябинского облисполкома.

Хибины, Средняя Азия, Урал — вот три главных района экспедиционных исследований Ферсмана. Однако внимание ученого привлекали и другие районы нашей страны. Летом 1929 г. вместе с Д. И. Щербаковым он знакомился со Слюдянкой на Байкале. Оттуда исследователи перебрались в район Шерловой горы, где изучали месторождения олова, пегматитовые жилы, а также совершили экскурсии по Шилке и Онону. В 1933 г. Ферсман посетил Алексеевское серное месторождение, расположенное около г. Куйбышева (тогда г. Самара).

Минералогией и геохимией академик занимался даже во время отдыха. В 1938 г. после тяжелой болезни Александр Евгеньевич отдыхал в одном из санаториев Кисловодска. Врачи запретили ему работать, делать далекие экскурсии. Но однажды внимание ученого привлекла каменная ограда строившегося дома отдыха. Ограда была из доломита, а в нем находились твердые желваки, мешавшие обработке мягкого камня. Разбив один из желваков, Ферсман обнаружил в нем красивые голубые иголки целестина — сульфата стронция. Узнав у рабочего, где находятся ломки доломита, Александр Евгеньевич отправился туда и в каменоломне на р. Аликоновке, расположенной выше знаменитого «Замка коварства и любви», собрал прекрасную коллекцию целестина. Вскоре камни запромоzdили комнату, где жил Ферсман. Больше того, его примеру вскоре последовали другие больные. А в один из вечеров собравшиеся в холле слушали увлекательный рассказ ученого о происхождении целестина.

Осенью того же года Александр Евгеньевич писал Вернадскому из Сочи:

«Дорогой Владимир Иванович

Рады, что скоро Вас увидим и сможем рассказать Вам о замечательном месторождении целестина, которое мы открыли совершенно случайно около Кисловодска. Везем два ящика образцов. Прекрасные кристаллы. Интересна связь с Нарзаном...»⁹⁴

⁹⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 450.

Еще через несколько месяцев в «Докладах Академии наук СССР» появилась статья Ферсмана «К геохимии окрестностей Кисловодска»⁹⁵, в которой он описывал историю стронция. Первый этап концентрации этого металла, по Ферсману, протекал в неглубоком теплом море верхней юры: на морском дне откладывались доломитовые илы и жили радиолярии акантарии, строившие свой скелет из сульфата стронция. Позднее, через миллионы лет, в ходе горообразовательных процессов, доломитовые илы превратились в твердые горные породы — доломиты, по ним стали циркулировать подземные воды. Скелеты акантарий растворились, начался новый этап миграции стронция. Но этот этап оказался не очень длительным, стронций снова осаждался в пустотах, образуя красивые иголки целестина.

Ранней весной 1940 г. А. Е. Ферсман, еще не полностью оправившийся от болезни, поехал на Север, в далекую Ухту. Президиум Академии наук СССР поручил ему руководить бригадой ученых⁹⁶.

Участник этой поездки В. Н. Васильев вспоминал: «Кто проезжал по дорогам Севера в весенне-зимнюю пору, когда трескучие морозы и снежные бураны неожиданно сменяются теплым весенним ветерком, когда наезженная за зиму снежная колея раскисает и превращается в топкую лужу, тот может представить себе, насколько утомительной и физически тяжелой была эта поездка даже для нас, молодых участников, не говоря уже об академике Ферсмане.

Часто у большинства спутников настроение резко падало. Оживленные до этого разговоры умолкали, и наступало тягостное молчание, но тут-то и сказывались необычайные черты Александра Евгеньевича: незаметно для окружающих он начинал увлекательную беседу; острым словом, непринужденной улыбкой, а иногда и веселой песней он очень быстро рассеивал мрачные настроения, и тяжелые ухабы, вытряхивающие душу, становились предметом веселого обсуждения и смеха, да, да, — смеха! Но не для всех — эти же ухабы причиняли нестерпимую боль

⁹⁵ «Доклады Академии наук СССР», 1938, т. 21, № 5.

⁹⁶ В бригаду входили академик В. Г. Хлопин, профессора Н. Н. Славянов, А. А. Чернов, научные сотрудники Е. М. Ферсман, Л. В. Комлев и В. Н. Васильев.

Александр Евгеньевичу с его больными почками и печенью»⁹⁷.

К месту работы бригада добиралась на автобусе почти пять суток.

Задание было успешно выполнено, предстояла обратная дорога. И тут случилось то, чего все так боялись, — сильный приступ болезни вынудил Александра Евгеньевича лечь в госпиталь. Но он не ждал полного выздоровления. Почувствовав себя лучше, Ферсман отправился в Москву, чтобы доложить о результатах проделанной работы. Итоги поездки и некоторые выводы он изложил в статье, опубликованной в том же 1940 г.⁹⁸

Летом 1940 г. Александр Евгеньевич снова лечился в Кисловодске и Железноводске. В это время на Северном Кавказе работала Кавказская экспедиция Академии наук СССР, которой руководил Д. И. Щербаков. Больной, Ферсман живо интересовался делами экспедиции. Щербаков познакомил его с одним из районов работ экспедиции, с месторождением Тырны-Ауз. В свою очередь Александр Евгеньевич познакомил Дмитрия Ивановича с целестинами ущелья Аликоновки, открытыми 2 года назад.

В 20-е годы стало ясно, что строительство социализма наряду с электрификацией страны должно включать в себя и ее химизацию⁹⁹. О задачах химизации говорилось в ряде резолюций ЦК ВКП(б), в решениях XVI съезда ВКП(б), состоявшегося в 1930 г. При этом под химизацией страны понималось не просто строительство химических заводов, а подведение современной химической базы под все народное хозяйство, реконструкция многих производств, решение проблемы комплексного использования сырья, освоение новых его видов, ранее не находивших применения. Партия призывала ученых не только химизировать производство, но и «химизировать умы», научить хозяйственников понимать проблемы химизации, видеть ее огромные возможности.

Деятели науки и хозяйства сразу же оценили значение химизации в жизни страны. Группа передовых ученых — академики А. Е. Ферсман, Д. Н. Прянишников,

⁹⁷ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 372—378.

⁹⁸ «Известия Академии наук СССР», серия геол., 1940, № 3.

⁹⁹ Термин «химизация» появился впервые в 20-х годах.

А. Е. Фаворский, Н. С. Курнаков, Н. Д. Зелинский и другие направили Советскому правительству специальную записку, касающуюся этой проблемы. Записка была детально изучена руководителями промышленности — В. В. Куйбышевым, Я. Э. Рудзутаком и др. Совет Народных Комиссаров принял специальное решение о химизации, а в 1929 г. был создан Комитет по химизации народного хозяйства СССР при ВСНХ.

А. Е. Ферсман деятельно участвовал в работе Комитета, сотрудничал в органе Комитета — журнале «Химия и хозяйство», составлял записки о сырьевой базе химической промышленности, об усилении исследовательских работ, издании химической литературы и т. д. «Мы считаем,— писал позднее Ферсман,— что идея химизации в сочетании с идеей электрификации — идея исключительной важности, ибо она переводит на более высокую ступень использование природных богатств, создает необычайные новые, глубокие подходы к ним, которые меняют старое, привычное наше представление о полезных ископаемых и подвергают его коренному пересмотру»¹⁰⁰.

В 20-е годы Ферсман составил и подал в правительство ряд докладных записок, сыгравших немаловажную роль в развитии горной, химической и металлургической промышленности. Вопросы химизации Ферсман рассматривал в трудах «Химические проблемы промышленности» (1924), «Перспективы развития промышленности редких элементов в СССР» (тезисы доклада на 1-м Всесоюзном совещании по редким элементам, проходившем в Москве с 24 по 30 апреля 1925 г.), «Минеральное сырье для химической промышленности» (1925), «Минеральное сырье в химической промышленности» (1927), «Проблема нерудных ископаемых» (1929), «Проблемы избыточного минерального сырья» (1929), «Проблемы активированного сырья» (1929) и т. д.

В книге «Химические проблемы промышленности» он дал чрезвычайно глубокий анализ геохимической деятельности человечества. Он сравнил сознательную работу человека с действием стихийных сил природы, показал, как человек борется с законами рассеяния вещества и энергии, как хозяйство зависит от кларков элементов.

¹⁰⁰ А. Е. Ферсман. Проблемы минерального сырья и химизации Средней Азии. В кн.: «Минеральные богатства Средней Азии». Л., ОНТИ, Химтеорет, 1935, стр. 2.

В будущем «на смену железу придут те металлы, которых много, будущее за алюминием с его могучими сплавами, за кремнием с его железобетоном, за вольфрамом, ванадием, хромом и никелем, помогающим сохранить железо от его распыления и разрушения. Культура и промышленность могут и должны строиться на элементах, наиболее распространенных в земной коре», — писал Ферсман¹⁰¹.

Большое значение ученый придавал комплексному использованию сырья. Он разрабатывал этот вопрос и в общей форме и на конкретных примерах извлечения элементов из хибинских апатитов, солей Кара-Богаз-Гола. Он писал о необходимости использования газовых отходов, флотационных концентратов, комплексной переработки нефти и ее спутников, химической переработки угля и т. д.

В работе, опубликованной в 1932 г., Ферсман подчеркивал, что комплексное использование ископаемых «не есть арифметическое сложение отдельных производств — это техно-экономическая задача огромного значения, это хозяйственно-организующий принцип отдельных территорий Союза... Надо вложить идею комбинирования в самое промышленное строительство, которое еще далеко не сумело полностью использовать свои же материалы и отходы, широко применяя в различных сочетаниях местное сырье, шлаки производства, золу и мусор, отбросы металлургических и химических установок.

Втягивание и использование низкосортного сырья, которое при других условиях не имело бы никакой ценности, может и должно на основе имеющихся материалов «создавать новые полезные ископаемые, новые вещества»¹⁰².

Много внимания Ферсман уделял в те годы и редким элементам. «Я хочу заострить проблему редких элементов, — писал он, — и поставить ее как большую теоретическую, химическую и геохимическую задачу, как попытку проникнуть в потребность техники будущего»¹⁰³.

¹⁰¹ А. Е. Ферсман. *Химические проблемы промышленности*. Л., НХТИ, 1924, стр. 46—47.

¹⁰² А. Е. Ферсман. *Комплексное использование ископаемого сырья*. Л., Изд-во АН СССР, 1932, стр. 16—17.

¹⁰³ А. Е. Ферсман. *Проблема редких элементов*. В кн.: «Материалы по химизации народного хозяйства СССР». Л., НХТИ, 1929, вып. 4.

сырья, по мнению Ферсмана, может служить гипс, целестин, нефелин, глауконит и др.

Особенно детально этот вопрос он рассмотрел на примере нефелина¹⁰⁵.

Во время Хибинских экспедиций исследователи обнаружили грандиозные запасы нефелина. Целые горные массивы на 60—85% состояли из этого минерала. Более 90% нефелина содержали и хвосты обогатительных фабрик, привлекающих апатит. Не удивительно, что проблема использования нефелина приобрела большое значение.

Технологические исследования, организованные Ферсманом, показали, что нефелин может быть применен в 13 отраслях промышленности, в том числе при получении алюминия. Это привело Александра Евгеньевича к чрезвычайно интересному выводу. Он понял, что геолог должен быть непременно геохимиком и отчасти технологом, а технолог и химик должны знать геохимию. Так, процессы разрушения нефелина в природе могут подсказать технологу пути использования этого минерала и наоборот: технологические опыты по извлечению из нефелина щелочей, алюминия, кремнезема позволяют геохимику разобраться в природных процессах образования корунда, диаспора и других минералов.

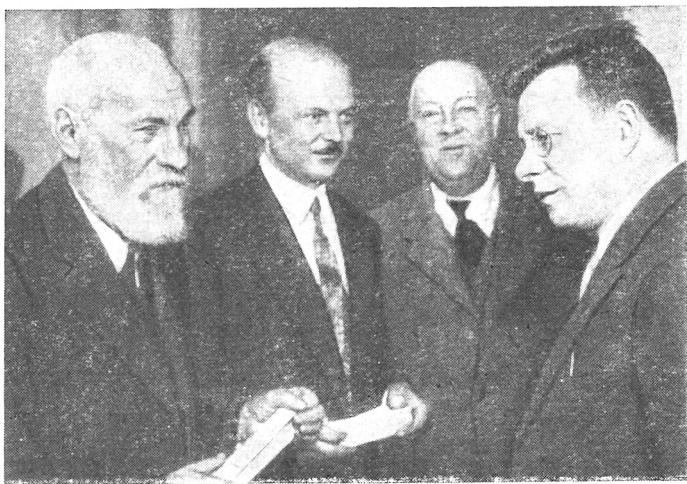
Ферсман вводит понятие об активации сырья, т. е. об улучшении его качества, усилении полезных свойств (например, улучшение качества глин, в результате химической обработки которых резко возрастает их активная поверхность, и т. д.).

«Активация глин, мергелей, опоков, трепелов и превращение их в активные флоридины, бентониты, силикагели и другие адсорбенты являются одной из важнейших задач и для нашей промышленности обработки нефти, растительных и животных масел, коксобензолной промышленности и т. д.», — писал Ферсман в 1929 г.¹⁰⁶

Александр Евгеньевич считал химизацию одной из важнейших проблем современности. «Наступающий век человечества, — указывал он, — явится веком химии, химического преобразования природы и ее сил, глубокого использования и превращения бесполезных и мало полезных

¹⁰⁵ Там же, стр. 80.

¹⁰⁶ А. Е. Ферсман. Проблемы активированного сырья. В кн.: «Материалы по химизации народного хозяйства СССР», стр. 79.



А. Н. Бах, А. Е. Ферсман, Я. Э. Рудзутак на пленуме комиссии по химизации народного хозяйства СССР. 1928 г.

веществ земли и отходов производства в высокопрактические ценности...»¹⁰⁷

Вспоминая 20-е годы, академик С. И. Вольфович пишет: «Если Д. Н. Прянишников справедливо называют основоположником химизации сельского хозяйства, то А. Е. Ферсман может быть назван «генератором основных идей химизации промышленности»¹⁰⁸.

Деятельность Ферсмана по химизации получила очень высокую оценку — в 1929 г. он был удостоен премии им. В. И. Ленина «за работы по химизации народного хозяйства СССР».

В 20-е годы Ферсман в основном занимался экспедиционными и организационными делами. Для систематического обобщения нового материала у него просто не хватало времени. И все же ему удалось в эти годы подвести итоги работам за предшествующее десятилетие (1909—1920). Кроме книг, посвященных драгоценным камням, он выпу-

¹⁰⁷ А. Е. Ферсман. Подсчет нашего богатства. «Огонек», 1923, № 6.

¹⁰⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 127.

стил в свет две монографии — «Геохимия России» и «Химические элементы Земли и Космоса».

«Геохимия России», опубликованная в 1922 г., представляла собой чрезвычайно интересный опыт обобщения знаний из совершенно новой области, так называемой региональной геохимии. До работ Ферсмана не существовало даже понятия о геохимии отдельных областей, как не существовало и геохимической характеристики какой-либо территории. Александр Евгеньевич решил этот вопрос на примере европейской части России, используя обширные литературные источники и материалы личных исследований, в том числе результаты работ в Подмосковье в 1909—1911 г., в окрестностях Петрограда и др.

Ферсман показал, что геохимия какой-либо территории обязательно должна быть основана на широкой геологической базе, на анализе геологической истории региона. Он провел первое геохимическое районирование европейской части России и выделил на ее территории основные единицы — «Пермское море и суша», «Фенно-Скандинавский щит» и т. д. Для каждой области он дал характеристику важнейших геохимических процессов, наметил основные пути миграции атомов, характерные химические элементы.

«Химические элементы Земли и Космоса» увидели свет в 1923 г. Они включили в себя часть того материала, который Александр Евгеньевич подготавливал к печати еще в 1912 г. (курс геохимии). В своей монографии Ферсман подробно рассмотрел проблему кларков: свел имеющиеся материалы о химическом составе различных оболочек Земли, метеоритов, Солнца, туманностей, звезд. Он изложил взгляды разных ученых на причины дифференциации Земли на оболочки, установил связь распределения химических элементов с периодической системой и строением атома (преобладание в земной коре четных и легких элементов и т. д.).

В заключение Ферсман указал на необходимость создания новой науки — космохимии, науки, которая развивалась в последующие десятилетия.

В 1923 г. вышло из печати 2-е издание «Химико-технического справочника» под редакцией Ферсмана и Щербакова. Для справочника Александр Евгеньевич подготовил несколько статей, посвященных различным видам минерального сырья (алюминия, бериллия, висмута, йода,

калия, колчедана серного, палыгорскита и морской пенки и т. д.).

С начала 30-х годов стали выходить из печати крупные теоретические обобщения А. Е. Ферсмана и в первую очередь его многотомная «Геохимия».

В то время геохимия являлась молодой наукой. Больше того, некоторые ученые отказывали ей в праве на самостоятельное существование; не было специальных геохимических институтов, кафедр в вузах, учебников. И вот А. Е. Ферсман поставил перед собой задачу — систематически изложить главные разделы этой науки. При этом он имел в виду не краткий учебник для студентов, а обстоятельное монографическое «академическое» изложение геохимии. Такая работа предпринималась впервые, она требовала от автора огромной эрудиции, колоссального труда. Александр Евгеньевич предполагал написать четыре тома на основе лекций, которые он читал весной 1932 г. в Уральском геологоразведочном институте в Свердловске.

Первый том «Геохимии» вышел из печати в 1933 г. в Ленинграде. Он состоял из 9 лекций, сгруппированных в 4 главы.

Уже с первых страниц читатель мог убедиться в чрезвычайной широте взглядов автора. Ферсман рассматривал геохимию как итог работы геологов, минералогов, химиков, — работы, продолжавшейся два столетия. Этапы этого пути Ферсман связывал с именем Ломоносова, Менделеева, Кларка, а в наши дни — В. И. Вернадского и Б. М. Гольдшмидта.

Вернадскому и Гольдшмидту, которые выдвинули геохимию «как самостоятельную научную дисциплину», и посвящал свой труд Ферсман.

Огромное значение в истории науки имеет правильное определение ее предмета. Александр Евгеньевич, следуя за своим учителем В. И. Вернадским, дал значительно более глубокое определение геохимии, чем Кларк и Гольдшмидт.

По Ферсману, геохимия изучает химический элемент — атом, законы его распространения и перемещения (миграции) на Земле. Этим она отличается от минералогии, предмет изучения которой — природные химические соединения — минералы.

Подобное определение предмета новой науки имело колоссальное значение. Геохимик с равным интересом изучает не только твердые минералы, но и другие природные

тела земной коры — воды, газы, живые организмы. Все это лишь различные «станции» на сложных путях блуждания атома в земной коре. Изменился и подход к самим минералам, в них усиленно изучаются так называемые безминеральные формы элементов, «рассеянное состояние», т. е. мельчайшие примеси, которые ранее не привлекали внимания ученых.

К изложению основ геохимии Ферсман подошел с исторических позиций. Он использовал большую литературу, отдал должное каждому ученому, который с его точки зрения, способствовал развитию геохимии. Говоря о ведущей роли Вернадского и Гольдшмидта в создании геохимии, он отметил также исследования швейцарца П. Ниттли, немцев Берга и Шнейдерхена, норвежца Фогта, американцев Линдгрена и Эммонса. Многие из упомянутых ученых не были «официальными геохимиками», и, возможно, их роль в создании геохимии была не столь велика, как это казалось Ферсману, но широкая и доброжелательная натура Александра Евгеньевича была скорее склонна к преувеличению заслуг других ученых, чем к их недооценке.

На примере геохимии Ферсман отметил характерную особенность в развитии естествознания, которая особенно четко выявилась в последующие десятилетия. В эпоху резкой дифференциации наук особенно заманчивые перспективы создаются «на стыке» различных направлений, где возникают синтетические науки, широко использующие идеи и методы смежных дисциплин. Именно такой наукой, по мнению Ферсмана, и является геохимия, базирующая свои выводы на достижениях химической физики, космохимии, астрофизики, учения о полезных ископаемых и т. д.

Ведущей идеей первого тома «Геохимии» явилась идея о «геосферах», о закономерном распределении атомов в земной коре, образовании концентрических оболочек, каждая из которых характеризуется вполне определенным и строго закономерным составом (атмосфера, гидросфера, геосфера выветривания и осадочная оболочка, магматическая, метаморфическая и прочие геосферы). Однако прежде чем изучать строение и состав геосфер, необходимо было рассмотреть роль атома и кристалла в геохимии. Ферсман широко использовал в работе гениальное творение Менделеева — Периодическую систему, а также теорию строения атома. В количестве электронов и протонов, в строении наружного электронного слоя, в радиусе атома и иона,

измеряемого лишь десяти- и стомиллионными долями сантиметра, видит он причины различного поведения элементов в земной коре.

Незадолго до выхода в свет первого тома монографии В. М. Гольдшмидт вычислил размеры большинства ионов. Оказалось, что ионы имеют размеры порядка 1 ангстрема (10^{-8} см), причем незначительные различия в размерах ионов тех или иных элементов определяли весьма существенные расхождения в поведении этих элементов. Например, радиус иона натрия почти равен 1 ангстрему (0,98), а иона калия — 1,33. Это во многом объясняет различие в поведении обоих металлов на земной поверхности — в почвах, реках, озерах и т. д.

При выделении из растворов и расплавов различные ионы соединяются друг с другом, образуя минералы. Каждый кристалл представляет собой особую геохимическую постройку, в которую могут входить ионы только определенного размера. Гольдшмидт показал, что именно размер иона, а не химические свойства элемента часто оказывают решающее влияние на миграцию элемента.

Так, два родственных минерала — ортоклаз ($K[AlSi_3O_8]$) и анортит ($Ca[Al_2Si_2O_8]$) — относятся к группе полевых шпатов. В ортоклазе часто обнаруживается примесь металла бария. Казалось бы, барий — химический аналог кальция — должен был скорее встречаться в анортите. Однако здесь дело не в химических свойствах, а в размерах ионов. Радиус иона кальция ($1,06\text{\AA}$) слишком мал, и большой ион бария не может замещать его в решетке при образовании минерала. Наоборот, у бария и калия ионы имеют близкие размеры (1,43 и 1,33) и прекрасно умещаются в одном кристалле.

С этих новых, «кристаллохимических» позиций Гольдшмидт объяснил огромное количество фактов распределения элементов в минералах. Близкие величины радиусов ионов объясняли ассоциацию в минералах ниобия и тантала, циркония и гафния, рубидия и таллия, и т. д.

Появилась возможность на основе величин ионных радиусов предсказывать совместное нахождение элементов в горных породах и рудах. Это был новый качественный, «кристаллохимический» этап в развитии геохимии. Значение идей Гольдшмидта исключительно велико — они определили главное направление в развитии геохимии на ближайшие годы.

Ферсман понимал значение кристаллохимических представлений Гольдшмидта, которым в его книге уделено много внимания. Однако творческая натура ученого не позволила ему ограничиться лишь изложением чужих идей, он углубляет и разрабатывает их, внося значительный вклад в учение о радиусах ионов и изоморфизме.

Второй вопрос, который привлек внимание Ферсмана, касался проблемы распространенности атомов: почему одних элементов на Земле очень много (например, кислорода, железа, кремния), а других очень мало (радия, золота, гелия и т. д.).

Точные данные распространенности главных элементов в земной коре высчитал еще в конце XIX в. американец Кларк, посвятив этой проблеме сорок лет жизни (он умер в 1931 г.). Ферсман, всегда высоко ценивший заслуги других ученых, предложил в честь Кларка именовать среднюю распространенность химических элементов на Земле, в отдельной геосфере (литосфере, гидросфере), в звездах, туманностях и других частях космоса — *кларком*. С тех пор геохимики стали говорить о кларках литосферы, почв, Мирового океана и т. д., а саму проблему распространенности элементов именовать проблемой кларков.

Выяснилось, что кларки характеризуются очень различными величинами: если кларк самого распространенного в литосфере элемента — кислорода — равен 49 %, то железа в литосфере лишь 4,65 %, урана — $3 \cdot 10^{-4} \%$, золота $4,3 \cdot 10^{-7}$, а радия — $1 \cdot 10^{-10} \%$.

После работ Кларка изучением среднего состава земной коры стали заниматься почти все крупнейшие геохимики; много внимания уделял этой проблеме и А. Е. Ферсман.

Дальнейшие исследования показали, что в распределении кларков имеются строгие закономерности. Установлено, что на Земле больше всего легких элементов (с малым атомным весом), имеющих четный порядковый номер (четное число протонов и электронов). Распространенность элементов на Земле и в Космосе оказалась связанной со строением ядра атома.

Только осветив эти великие достижения геохимии, можно было приступить к анализу строения отдельных геосфер — составу атмосферы, гидросферы и т. д.

Таково содержание первого тома «Геохимии», который до известной степени можно рассматривать как «статистику геохимии».

В следующем, 1934 г. из печати вышел второй том «Геохимии», посвященный «динамике геохимии» — процессам перемещения (миграции) химических элементов в земной коре.

В этом томе Ферсман подробно рассмотрел причины, приводящие атомы в движение, заставляющие их концентрироваться или рассеиваться. В одном случае — это высокие температуры и давления (в глубинах Земли), в другом — живые организмы (на земной поверхности), в третьем — хозяйственная деятельность человечества и т. д. По-разному протекает миграция элементов в разных частях Земли. Ферсман рассматривал отдельные «геохимические системы»: расплавленную магму, горячие растворы больших глубин, морское и океаническое дно, почвы, живые организмы, инженерную деятельность человеческого общества (строительство дорог, каналов) и т. д. Для каждой системы устанавливаются свои законы миграции, свои типы концентрации элементов: только живые организмы концентрируют на Земле углерод в больших количествах (растения, уголь и т. д.), только в расплавленной магме создаются возможности концентрации хрома и платины, и только человек в своей промышленной деятельности создает концентрации радия и других рассеянных элементов.

Для каждой природной «геохимической системы» Ферсман выявил присущие ей концентрации элементов — месторождения полезных ископаемых. Свои выводы автор иллюстрировал примерами из опыта личных наблюдений (особенно уральских экспедиций).

В третьем томе автор первоначально предполагал изложить региональную геохимию, осветить общие законы «геохимической топографии» и показать их конкретное воплощение на примере Урала, Прибайкалья и Средней Азии. Последний, четвертый том намечалось посвятить геохимии отдельных элементов и прикладной геохимии. Однако этот план не был осуществлен автором, так как в начале 30-х годов его увлекли новые теоретические проблемы, которые составили содержание третьего тома «Геохимии», самого крупного по объему.

В 1934 г. на юбилейном съезде, посвященном столетию со дня рождения Менделеева, Ферсман выступил с докладом о роли Периодического закона в геохимии. По словам Александра Евгеньевича, он «не мог ограничиться



А. Е. Ферсман в Президиуме второго Менделеевского чтения

только формальным анализом того, что сделано, без более глубокого анализа проблемы в целом¹⁰⁹. Ферсман подошел к проблемам геохимии и к самой периодической системе с новых, «энергетических» позиций.

До сих пор, отмечал Ферсман, наши кристаллохимические представления были основаны на измерении размеров атомов и ионов, причем основным масштабом служила линейка с делением в сотые доли ангстрема (10^{-8} см). Независимо от этого «второй меркой природных процессов служил термометр, который строил здание термохимии». Теперь, по мнению Ферсмана, настало время широко использовать третью меру — вольтметр или электрический счетчик.

Александр Евгеньевич высказал предположение, что каждый ион является не только носителем определенной массы, которую он вносит в кристаллическую решетку при образовании минерала, но также и носителем энергии. Иначе говоря, так же как молекулярный вес минерала складывается из суммы атомных и молекулярных весов входящих в него атомов и ионов, так энергия кристалли-

¹⁰⁹ А. Е. Ферсман. *Геохимия*, т. III. М., ОНТИ, Химтеорет, 1937, стр. 3.

ческой решетки минерала складывается из суммы энергий отдельных ионов. Пай энергии, которую ион вносит в кристаллическую решетку при ее образовании, Ферсман назвал *эком* (энергетическим коэффициентом).

Энергия кристаллической решетки, по мысли Ферсмана, играет очень большую роль в природных процессах: она определяет последовательность кристаллизации минералов из расплавов и растворов. Чем больше энергия решетки, тем, в общем случае, раньше, при более высокой температуре кристаллизуется минерал.

Используя известную формулу энергии кристаллической решетки А. Ф. Капустинского, Ферсман вывел простые формулы, позволяющие определять тот пай энергии (*эк*), который вносит ион, входя в кристаллическую решетку.

Ферсман вычислил эки для большинства ионов и показал, что они подчиняются периодическому закону Менделеева. В результате геохимия получила очень простой метод приближенного определения энергии кристаллической решетки большинства минералов. Эки, по мнению Ферсмана, являются важнейшими геохимическими параметрами элементов.

Из этих исследований Ферсмана возникла геоэнергетическая теория, легшая в основу третьего тома «Геохимии». На энергетической основе Ферсман стал анализировать поведение элементов в разных частях земной коры. Так, ученый очень просто объяснил — почему одни элементы накапливаются в морской воде и соленых озерах (Br, J, Rb, Cl), а другие переходят в твердую фазу на ранних стадиях остывания магматического очага (Cr, Ni, Co, Fe, Ti и др.).

Представление об эках Ферсман использовал также для объяснения важнейшей проблемы геологических наук — проблемы парагенезиса элементов, т. е. причин их совместного нахождения друг с другом. Ферсман ввел понятие о новой функции — парагене и разработал теорию парагена, развивая идеи Брейтгаупта, высказанные в первой половине XIX в.

В третьем томе «Геохимии» Ферсман попытался разработать общую теорию геохимии на физико-химической основе. Этот том как бы выпал из общего плана, в нем с новых позиций рассматривались вопросы, излагавшиеся в первых двух томах.

Значение энергетической теории Ферсмана было очень велико. Эта теория привлекла внимание геохимиков к энергетическому анализу природных процессов, объяснила некоторые общие особенности миграции атомов.

«Впервые концепция энергии была столь широко и с таким успехом привлечена к разрешению важнейших геолого-минералогических проблем.

Эти идеи можно отметить как поворотный пункт в науке о неживой природе», — писал в 1937 г. о работах Ферсмана профессор физико-химик А. Ф. Капустинский¹¹⁰.

Вместе с тем Ферсману не удалось полностью разработать теорию эквов. Знание величин эквов и энергий речеток не давало возможности объяснить особенности ряда процессов. Это хорошо понимал и сам автор. В предисловии к третьему тому «Геохимии» он писал: «И хотя я лично потратил много сил, внимания на изучение проблемы в целом и на выполнение поставленной задачи, я вижу, что в ней очень многое лишь намечено, многие вопросы лишь поставлены, но далеко еще не решены.

Думается, однако, что путь, взятый мною сейчас, правилен»¹¹¹.

Последний, четвертый том «Геохимии» увидел свет в 1939 г. Автор кратко охарактеризовал в нем геохимию всех известных в то время элементов периодической системы, начиная с водорода и кончая ураном. Рассматривая строение атома, различные физико-химические константы, в том числе эки, Ферсман анализировал особенности поведения элементов в земной коре, объяснял основные законы их миграции, намечал важнейшие типы их месторождений и поисковые признаки. Весь свой опыт изучения геохимии нашей страны он использовал для установления этих признаков и для прогнозирования новых районов поисков месторождений.

Ферсман попытался применить геоэнергетическую теорию к поисково-разведочным работам. «Для наших масштабов и для наших темпов, — писал он, — *только новые геохимические и геофизические методы смогут в ближайшие годы дать стране нужное сырье — в нужном количестве нужного качества и в соответствующих местах*»¹¹².

¹¹⁰ «Вестник Академии наук СССР», 1937, № 4, стр. 28.

¹¹¹ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 6.

¹¹² А. Е. Ферсман. Геохимия, т. IV. М., ОНТИ, Химтеорет, 1939, стр. 4.

Автор предупреждал практиков «о необходимости большой осторожности вообще в пользовании теорией при анализе природных явлений. Приведенные в книге (четвертом томе.— А. П.) теоретические соображения по возможности проверены и обоснованы большим фактическим материалом и потому в известной мере являются синтезом теории и практических наблюдений. Однако природные условия и сочетания геохимических факторов, как мы знаем сейчас, не ограничиваются типичными, характерными и наиболее вероятными системами. Статистическая правильность построений недостаточна для полного применения общих положений к каждому данному случаю; несогласие с теорией превращается в необходимое и законное исключение, а в исключении нередко лежит наибольший интерес и специфичность данного месторождения. Поэтому пользование общими идеями и выводами этого тома требует одновременно и очень вдумчивого к ним отношения, и критического анализа самих природных явлений. Только в типичной геохимической и геологической обстановке мы будем ожидать проявления и типичных законов, т. е. того, что мы называем *чистой линией процесса*»¹¹³. Но большинство природных явлений не принадлежит к этому типу, и задачей каждого полевого исследователя является одновременно разрешение двух задач — во-первых, выяснение того основного типа, к которому данное месторождение относится, и тех типичных черт, которые должны из этого вытекать, и, во-вторых, выявление тех отклонений и исключений, которые характерны именно для данного месторождения и которые в свою очередь вызывают отклонения от чистой линии теории»¹¹⁴.

Исключительно важным было положение Ферсмана о том, что *«геохимический метод имеет значение лишь в тесной и гармонической увязке с методами геологии»*¹¹⁵.

Ферсман предполагал написать пятый том «Геохимии», посвятив его топогеохимии. Однако Великая Отечественная война нарушила планы ученого. В ноябре 1944 г. Ферсман писал, что пятый том будет посвящен геохимии СССР и что главы по Крыму, Кольскому полу-

¹¹³ «Понятие о «чистой линии процесса» дается в кн.: А. Ферсман. Число минеральных видов. Доклады АН СССР, 1938, т. 1, стр. 4.

¹¹⁴ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. IV, стр. 4.

¹¹⁵ Там же, стр. 5.

острову, Карелии, Ленинградской области и другим районам уже готовы. Автор отмечал «исключительные пропуски» в наших знаниях, касающиеся Дальнего Востока, Казахстана, Кавказа. Писал он и о трудностях данной работы, и о ее большом практическом значении.

В последнем, шестом томе Ферсман намечал рассмотреть проблемы прикладной геохимии, а также вновь вернуться к ряду теоретических вопросов. В архиве ученого сохранился план этого тома, включающий пять основных разделов:

1. Кларки и кларки концентрации. Изотопы в геохимии.
2. Эки, вэки и величины рН.
3. Берцелииды, их роль в науке и технике (соединения, содержащие какой-либо элемент в разных валентностях).
4. Геохимические идеи в технологии.
5. Геохимия в истории науки. Ее прошлое, настоящее и будущее.

В «Геохимии» отразились характерные черты творчества и личности ее автора. В первых двух томах Александр Евгеньевич обобщает то, что сделано, в том числе и результаты личных исследований. Однако вскоре достигнутый теоретический уровень не удовлетворяет ученого, он ищет более глубокого обоснования своим идеям и пытается создать общую теорию геохимии на энергетической основе. Так возникает третий том монографии, который нарушает ранее намеченный план и представляет собой уже не «подведение итогов», а развитие одного из разделов науки.

Естественно, что открывшиеся новые дали заставили его пересмотреть старые взгляды, он убеждается в былом чрезмерном преувеличении роли ядра атома¹¹⁶. Многие вопросы, трактовавшиеся в первом и втором томах, в третьем томе излагаются по-новому. Он целиком посвящен теории, насыщен таблицами, формулами, труден для понимания широким кругом специалистов. Ферсман же не мыслит себе теорию без практики, он стремится скорее вооружить новыми идеями широкие круги геологов, минералогов и геохимиков. Он пишет четвертый том, в котором старается в более доступной форме, на конкретных

¹¹⁶ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 5.

примерах геохимии отдельных элементов показать, как надо использовать новые идеи при поисках минерального сырья.

В постоянном искании, увлечении, в нарушении пропорций, в углублении в теорию и переходе к практике — весь Ферсман. В этом особенность и неповторимость его творческого процесса, его труда.

По глубине и широте охвата вопроса «Геохимия» Ферсмана представляет собой непревзойденный образец изложения основных положений данной науки¹¹⁷. В нашей стране издания подобного рода позднее не предпринимались. Зарубежные же монографии (например, К. Ранкама и Сахама) не могут идти в сравнение с замечательным трудом Ферсмана, о котором справедливо сказал академик С. С. Смирнов: «В полном смысле слова это — декларация новой науки, ее утверждение и современное ее состояние»¹¹⁸.

В первоначальном плане «Геохимии» Ферсман предполагал особо изложить применение методов геохимии к поискам и разведке полезных ископаемых, а также к химической технологии. Позднее Александр Евгеньевич наметал посвятить прикладной геохимии особый, пятый том своего труда. В дальнейшем его планы настолько расширились, что он публикует большую монографию (1940 г.), посвященную поискам полезных ископаемых и объединяющую как геохимические, так и минералогические методы. В кратком введении Ферсман изложил теоретические основы геохимии, в том числе свои геоэнергетические представления, а затем показал, как минералогия и геохимия используются при поисках месторождений.

Книга Ферсмана в значительной степени «опередила свое время». Геохимические методы поисков полезных ископаемых тогда еще только зарождались, и в этой области почти не было специалистов. В наши дни, когда они широко применяются, остается только отдать должное силе научного предвидения А. Е. Ферсмана, который в 1940 г. настаивал на широком применении этих методов, предсказывая им большое будущее.

¹¹⁷ Лучший советский учебник геохимии А. А. Саукова, выдержавший три издания на русском языке (1951, 1952, 1966), издававшийся и за рубежом, и на языках народов СССР, в своей основной структуре и принципиальных основах следует за монографией Ферсмана.

¹¹⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 131.

В начале 30-х годов Ферсман подвел итоги исследований пегматитов. Жилы пегматитов, пересекающие гранитные массивы или внедряющиеся в смежные породы, издавна привлекали внимание минералогов исключительной крупностью кристаллов, их прекрасной огранкой, обилием драгоценных камней, закономерным срастанием отдельных минералов, напоминающим древние письма. Впервые с пегматитами Ферсман столкнулся во время посещения о. Эльбы, и с тех пор интерес ученого к этим таинственным образованиям не ослабевал. В дореволюционные годы Александр Евгеньевич увлекался пегматитовыми жилами Урала, в частности Мурзинки, изучал пегматиты Швеции.

В годы Советской власти пегматиты остались одной из главных тем его творчества. Он продолжал их изучение на Урале, в Забайкалье, а также в Швеции, Норвегии. Помимо собственных наблюдений, Ферсман изучал мировую литературу по пегматитам. Результатом этих работ явился его капитальный труд (646 стр.) «Пегматиты. Их научное и практическое значение, т. I. Гранитные пегматиты», вышедший в 1931 г. в Издательстве Академии наук.

До работ Ферсмана пегматиты были изучены плохо и рассматривались скорее как структурная разновидность гранитов. Александр Евгеньевич подошел к этим образованиям с глубоким геохимическим анализом, рассматривая их как продукт эволюции магматического расплава. В пегматитовом процессе Ферсман установил ряд фаз, показав, что каждой фазе свойствен свой комплекс минералов. Он разработал геохимическую и минералогическую классификации пегматитов, создал стройную теорию пегматитообразования. Монография Ферсмана составила эпоху в изучении пегматитов и явилась образцом минералогического и геохимического исследований.

В 1932 г. из печати вышло второе исправленное и дополненное издание этого классического труда. Проходит еще несколько лет — и в 1940 г. увидело свет третье издание монографии. Здесь теория пегматитового процесса излагалась уже на основе представлений об энергетических коэффициентах ионов (эках).

«Монография эта, выдержавшая уже несколько изданий, — писал в 1945 г. академик С. С. Смирнов, — рисует нам в увлекательной и в то же время строго научной фор-

ме историю образования, историю развития сложных образований, несущих слюды, руды бериллия, лития, тантала, ниобия и других, несущих изумительные самоцветы, которые так любил и как никто понимал Александр Евгеньевич. Одной этой работы было бы достаточно, чтобы принести ее автору мировую известность»¹¹⁹.

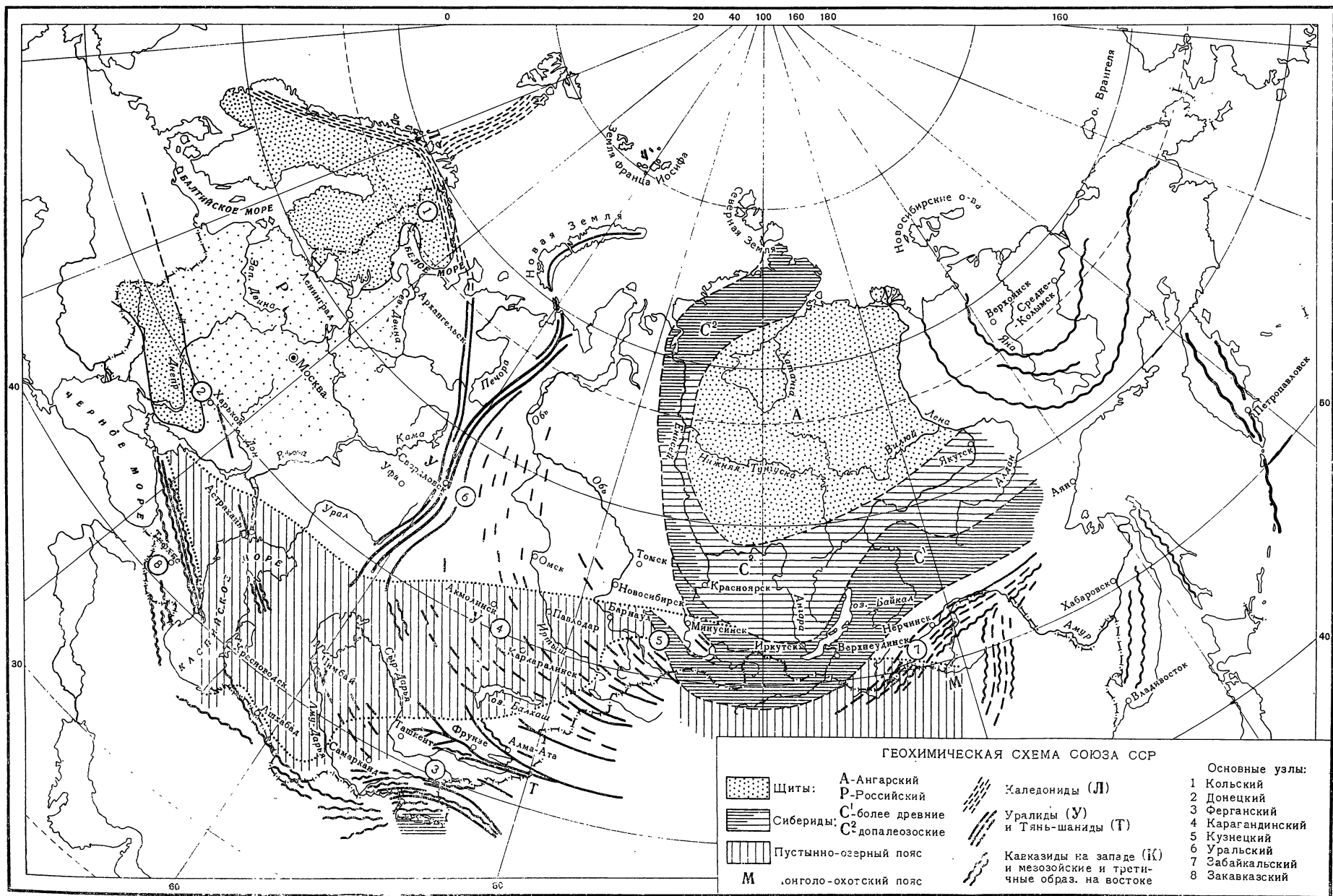
В 1930 г., после окончания работы над первым томом монографии о пегматитах, Александр Евгеньевич занялся подборкой материала ко второму тому — «Пегматиты щелочных и основных магм». Исследования в Хибинах и Ильменах позволили ему обосновать понятие о пегматитах щелочных магм, о своеобразии их геохимических процессов. Он предполагал подробно осветить эти интересные образования, уделив особое внимание связанным с ними полезным ископаемым (редкие металлы и др.). Война задержала работу, и Ферсман не успел закончить свой труд.

В 30-х годах А. Е. Ферсман опубликовал ряд работ, посвященных региональной геохимии. В них он развивал идеи, высказанные еще в «Геохимии России». В 1931 г. увидели свет «Геохимические проблемы Союза» («Очерк первый. Основные черты геохимии Союза»), «Геохимические проблемы Сибири», «Геохимические дуги Хибинских тундр», в 1932 г. — «Перспективы распространения полезных ископаемых на территории Союза».

В этих трудах Ферсман выделил «основные факторы», от которых зависят геохимические особенности территории, в том числе распространение полезных ископаемых. Он проанализировал роль геологической истории, современного климата, тектоники, рельефа и дал картину размещения в СССР основных геохимических территориальных единиц.

Их примером может служить пустынно-озерный пояс, протянувшийся от нижней Волги до границ с Китаем. Господствующий здесь современный сухой и жаркий климат благоприятствовал сильному испарению поверхностных и грунтовых вод, накоплению солей в озерах и солончаках. Этот пояс хранит в себе огромные запасы сырья для химической промышленности, главным образом хлоридов и сульфатов натрия, но также редких элементов, лечебных грязей и т. д.

¹¹⁹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 132.



Геохимическая схема Союза (по А. Е. Ферсману, 1931)

Территориальной единицей являются и древние геохимические пояса горных стран, с которыми связаны многие рудные месторождения. На тысячи километров тянутся они узкой полосой, и везде вдоль пояса мы встречаем месторождения определенных металлов. «Великий серебряный пояс на протяжении 3000 км прорезает Северную и Южную Америку, оканчиваясь где-то на юге Бразилии,— пишет Ферсман,— с ним связана вся история человечества в XVI—XVII вв., и нельзя писать историю культуры Испании и Португалии, не учитывая рокового значения драгоценных металлов этого пояса»¹²⁰.

Ферсман считал, что для геохимических поясов характерна зональность, металлы в них распределены строго закономерно. Зная эти законы, можно успешно искать руду. На территории Союза ученый выделял пояса разного возраста — каледониды, уралиты, кавказиты и т. д.

Особыми комплексами полезных ископаемых отмечены *геохимические щиты* (например, «Кольско-Карельский щит»), *геохимические поля* («Московское каменноугольное поле») и другие территориальные единицы.

Особое внимание Ферсман уделял участкам, где пересекаются различные геохимические системы. В таких *геохимических узлах* наблюдается скопление разнообразных видов минерального сырья. Примером может служить «Кольский узел», хорошо изученный Ферсманом и его учениками.

Размещение геохимических территориальных единиц ученый показал на схематической карте (ее увеличенная копия долгие годы украшала стены Минералогического музея Академии наук СССР в Москве).

В итоге работ по региональной геохимии А. Е. Ферсман пришел к выводу, что «законы геохимии позволяют нам с большой долей вероятности предугадывать основное распределение полезных веществ, и особенно металлов на территории Союза, и этим путем направлять поиски и разведки, с одной стороны, и хозяйственное освоение определенных территорий — с другой»¹²¹.

В своих работах по региональной геохимии ученый наметил важнейшие геохимические узлы, будущие про-

¹²⁰ А. Е. Ферсман. Геохимические проблемы Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1931, стр. 9.

¹²¹ А. Е. Ферсман. Перспективы распространения полезных ископаемых на территории Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1932, стр. 73.

мышленные центры, районы первоочередных исследований.

С Ферсманом-ученым был неразделим Ферсман-художник. Александр Евгеньевич любил красоту камней, любовался тонкостью их оттенков. Много сил отдал он изучению алмаза, уральских самоцветов. В его популярных трудах постоянно встречаются красочные описания природы.

Увлечение энергетикой направило мысль Ферсмана на выяснение причин окраски горных пород и минералов. Он написал популярную книгу о цветах минералов. Ученый хотел объяснить читателям, «...что не просто мел — белый, уголь — черный, а ржавчина — красно-бурая»¹²². В 1936 г. книга «Цвета минералов» увидела свет. Автор в предисловии признался, что она ему «не удалась». В процессе работы над рукописью Ферсман отошел от задач популяризации и начал разрабатывать теоретические проблемы окраски минералов и других тел природы. В результате получился научный трактат, содержащий много нового для специалистов.

И все же автор был не совсем прав в оценке своей книги. Написанная прекрасным «ферсмановским» языком, с множеством красочных описаний, она сохранила и черты научно-популярной работы, доступной для широкого читателя. Вряд ли ему будут непонятны или оставят равнодушным следующие вдохновенные слова ученого: «Яркая окраска — не роскошь пресыщенности, не праздная фантазия или мишура экзотики Востока, яркий цвет есть кусочек окружающей природы, тысячами нитей влияющий на человека, его психологию, думы и творчество. Яркие краски в их гармоническом сочетании природных процессов есть не только внешнее выражение закономерностей вещества и энергии — это неотъемлемая часть самой природы, среди которой живет, работает и создает мыслящий человек. И если я заканчиваю этими словами, как сказал бы поэт — гимном цвету, то этим я зову к красочной, яркой, веселой и бодрой творческой жизни»¹²³.

В начале книги Ферсман дает несколько разрозненных красочных описаний различных минералов. Читатель

¹²² А. Е. Ферсман. *Цвета минералов*. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 3.

¹²³ Там же, стр. 120.

сталкивается с темными сталью-серыми, золотистыми «металлическими» цветами минералов глубин Земли. Это минералы рудников Чехословакии, темные нориты Монче-Тундры на Кольском полуострове, базальтовые покровы Сибири. Их сменяют «портреты» более светлых гранитов — пород, в своем происхождении связанных с менее глубокими горизонтами. И, наконец, идут породы и минералы, образовавшиеся на поверхности в условиях низкой температуры, — белые известняки, соли солончаков степей и пустынь.

Читатель узнает, что приведенный ряд минералов не случаен, что он отвечает постепенному понижению температуры минералообразования от 1500 до 0°, переходу от глубоких частей земной коры к поверхности, переходу от металлических соединений к солям. Читатель как бы получает первый намек о каких-то глубоких закономерностях в окраске пород и минералов. Но еще рано делать выводы, необходимы новые наблюдения, новые факты. И Ферсман приглашает читателя полюбоваться красотой ландшафтов, в первую очередь столь любимого им Юга.

Ученый уводит нас от серых грязных окрасок земли, серой пыли проселочных дорог и буро-желтых болот средних широт на юг, где распространены ярко-красные почвы — красноземы. «Целыми двумя красными поясами опоясана Земля вдоль тропиков, и красные почвы Северной Африки, Индии, Мексики и Бразилии нам говорят об этом грандиозном химическом процессе образования красноземов...»¹²⁴.

Ученого вновь сменяет художник: «Красными яркими тонами красящей умбры с переходом то в золотистую охру, то в черные и малиново-красные оттенки нас встречают эти южные картины, и длинный ряд крупнейших художников посвятил им свою палитру в стремлении передать на полотно или бумагу эти незабываемые тона Юга»¹²⁵.

Но самыми замечательными красками, по мнению Ферсмана, отмечены пустыни Средней Азии; в книге им посвящено несколько страниц. «Контрасты и крайности определяют природу пустыни: темные цветущие оазисы и отрезанные от них, как ножом, безжизненные пески и

¹²⁴ Там же, стр. 18.

¹²⁵ Там же.

адыры Средней Азии; черные, темные, красные краски камней и скал и белоснежные поля солей: здесь со всей резкостью отделяются легко растворимые белые соли от нерастворимого постоянного осадка, и нет резкого химического контраста, как между бесцветными солями хлористого натрия и темными осадками загара коллоидальных гидратов окиси железа и марганца. Вспомните настоящий туркменский ковер с его черными, красными, малиновыми тонами, отдельными желтыми пятнами и своеобразной игрой в шоколадных, красно-бурых и малиново-синих тонах. Вспомните характерную афганскую тубетейку, где так ярко, контрастно и вместе с тем так гармонично сочетаются желтый и красный, черный и белый, оранжевый и голубой.

Разве тона текинского ковра не отвечают колориту пастбищ «теке» пустынь Средней Азии, разве в них не отражение и преломление ее ландшафта? И не яркие зеленые краски оазисов, не синие тона узбекских или пестрые узоры бухарских халатов запечатлены в этих произведениях народного творчества, нет, здесь — отражение красок полынных степей, лёссовых покровов, скал, нагорий пустынь, здесь основные черты южного ландшафта, в котором тенистый оазис — лишь небольшой кусочек природы, затерянный в мире желтых, бурых и красных красок»¹²⁶.

Рассказ о красках почв и ландшафтов окончен. Автор снова намечает определенный ряд цветов, соответствующий переходу в пространстве одних почв и ландшафтов в другие: белый, серый, желто-бурый, коричневый, красный, черный. По его мнению, это не случайность, а проявление каких-то глубоких закономерностей! Оказывается, причина различной окраски природы лежит в строении атома. Размеры ионов и их конфигурация, устойчивость и прочность электронного облака атома, электронный заряд иона, степень «возбуждения» атома и иона, температура образования минерала и т. д. — вот от чего зависят цвета природы, вот в чем загадка всей красочной картины Земли.

Выяснив основные законы окраски, Ферсман показывает их проявление в природных геохимических процессах, анализирует хорошо ему знакомые горные породы и

¹²⁶ А. Е. Ферсман. *Цвета минералов*. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 20—21.

минералы Хибин и Ильмен (Южный Урал), связывая теоретические проблемы с задачами поисков минералов¹²⁷.

Книга «Цвета минералов», действительно, получилась многоплановой — ее первая часть вполне доступна для самого широкого читателя, а вторая половина заставляет задуматься специалиста.

В дальнейшем Ферсман продолжал интересоваться цветами минералов и природы вообще. Он подготавливал разнообразный материал по этому вопросу, предполагая заняться его обработкой после окончания войны. В архиве ученого остались папки с обширными записями для будущей книги «Цвета природы».

В годы гражданской войны и иностранной интервенции международные связи русских ученых сильно ослабли, возможности их личного общения с зарубежными коллегами практически отсутствовали. Но уже в начале 20-х годов положение стало выправляться. В то время многие капиталистические страны еще «не признавали» СССР. Буржуазная пропаганда рассказывала небылицы о жизни в Советской России, в том числе о состоянии культуры и положении ученых. Поэтому зарубежные командировки советских ученых имели не только научное, но и политическое значение.

А. Е. Ферсман хорошо понимал значение международных связей. В общем отчете о деятельности Академии наук СССР за 1927 г. он говорил: «Наука не может замыкаться в рамках отдельных стран и определенных государственных границ. При современном росте научной мысли, ее проникновении в жизнь народов, усиливающейся специализации и необычайном углублении отдельных дисциплин вопросы правильной международной организации науки приобретают первостепенное значение». Большую роль Ферсман отводил и личному общению ученых.

В 1925 г. Александр Евгеньевич провел два летних месяца в Германии и Скандинавских странах, где ознакомился с постановкой научной работы, месторождениями полезных ископаемых. Возвратившись домой, он писал: «И среди этих впечатлений самую замечательную для меня была некоторая двойственность тех культурных ус-

¹²⁷ Эти же вопросы Ферсман анализирует и в четвертом томе «Геохимии» и в книге «Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940.

пехов, которые так сильно своими новыми достижениями захватили Европу и Америку. С одной стороны, это, действительно, сказочные картины современной техники, ворвавшейся во все детали человеческого обихода; с другой — сама жизнь с резко отрицательными сторонами пьянства и разгула в засасывающей тине больших промышленных и особенно приморских городов»¹²⁸.

Первая страна, которую посетил Ферсман, была Германия, та самая Германия, с научной жизнью которой он познакомился в 1907—1909 гг. Но теперь это была другая Германия — развязанная империалистами война ударила и по хозяйству и по культуре страны. «Закрытые и полуразрушенные строения отдельных заводов еще не доезжая Штеттина, такие же кладбища испорченных паровозов, какие нам хорошо знакомы по линии Сибири, темные, скудно освещенные вокзалы и сломанные в крышах стекла.

Эти первые впечатления первого дня не рассеялись и потом. Ни новых идей, ни смелого полета мысли, ни новых музеев, ни новых научных учреждений. Правда, я должен оговориться, что сказанное мной относится к минералогии и геологии. Иначе обстоит вообще с теми дисциплинами, которые непосредственно соприкасаются с практическими запросами жизни и техникой, особенно в областях физики и еще более химии, занимавшей во время войны особенно привилегированное положение. Но именно здесь, в этом стремлении к утилитаризму, в этой необходимости в самом заглавии работы, книги, доклада указать практическую сторону таится что-то упадочное — грозное предзнаменование для такой страны глубокого научного подхода, как Германия.

Германскими впечатлениями я был озадачен, я оказался в стране, где наука мне ничего нового дать не могла, где глубокая болезнь только сейчас начинала губительное дело разрушения некогда могучей творческой научной мысли. Расплата за войну еще впереди, когда отойдет в вечность старое поколение, создавшее великую промышленность и великую науку Германии»¹²⁹.

Правда, позднее Александр Евгеньевич убедился, что научную мысль убить нельзя, что в лабораториях его старо-

¹²⁸ А. Е. Ферсман. Новые центры новой науки. Л., изд-во «Время», 1925, стр. 5—6.

¹²⁹ Там же, стр. 13, 15.

го знакомого кристаллографа В. М. Гольдшмидта и других немецких ученых проводятся интересные исследования. «Но все же,— писал Ферсман,— я уезжал из Германии с необычайно тяжелым чувством: мне казалось, что ей не выбраться из того тупика, в который ее поставила война, и что культурное развитие страны под угрозой исторических потрясений»¹³⁰.

Интуиция не обманула Ферсмана — прошло 7 лет после его поездки, и гитлеровский фашизм вверг страну в такую пучину исторических потрясений, которую она не переживала за всю свою историю.

Из Германии путь Ферсмана лежал в маленькую невоинвадированную благополучную Данию. Здесь он посетил институт молодого ученого-физика, одного из творцов нового представления об атоме — знаменитого Нильса Бора. В лаборатории Бора он познакомился с венгром Гевеши, открывшим элемент гафний, с немцем Копером и, наконец, с замечательным ученым, одним из основателей геохимии, норвежцем В. М. Гольдшмидтом. Через 15 лет в прекрасной новелле «Люди камня» Александр Евгеньевич вспомнил об этом:

«Я помню жаркий, весь пронизанный ароматом цветов вечер на берегу моря около Копенгагена. Солнце уже зашло, и лишь последние лучи его горели в маленьких тучках над шведской землей по ту сторону пролива.

«Вот где еще скрыты тайны наших наук: ведь в этой морской воде растворено свыше 60 элементов менделеевской таблицы, в странном, непонятном нам еще сочетании атомов, ионов, молекул, в каких-то обломках кристаллов, аморфных солей... Может быть, здесь еще таятся не открытые человеком загадочные атомы двух номеров таблицы: 85 и 87; может быть, здесь в сложных излучениях солей калия, урана, радия, мезотория и родилась первая живая клетка, вот вроде тех медуз, которые там плавают у берега!».

Так говорил красивый смуглый человек с блестящими глазами; за открытие нового химического элемента — гафния — он получил Нобелевскую премию; тончайшими химическими анализами он показал роль радиоактивных элементов в человеческом организме. Это был Георг Гевеши — блестящий физико-химик.

¹³⁰ Там же, стр. 16.

«А для меня здесь другая проблема: твердый известняк берега, море и воздух — три компонента, две фазы, две свободы в иррадии равновесия Гиббса; это перед нами не просто камень, вода и газ, это величайшее уравнение природы, в котором принимают участие несколько десятков различных заряженных электрических частиц. Для нас разгадка природы — только в законах сочетаний этих атомов и ионов, они управляют всем миром; в едином неразрывном взаимодействии вещества и энергии рождается окружающий нас мир». Так говорил властитель дум минералогов и геохимиков начала XX века Виктор Мориц Гольдшмидт. Его пронизательные глаза, его медленный вдумчивый голос, его привычка к строго логической мысли — все выдавало в нем замечательное сочетание философа, теоретика физико-химика и натуралиста-геолога.

«Нет, я вижу еще что-то другое,— просто, отчетливо, скромно, но деловито сказал третий.— Я вижу здесь не ваши кристаллы как сложные геометрические постройки из атомов и ионов; я вижу самый атом с его малюсеньким ядром и вращающимся вокруг него электроном. Ведь все, о чем вы говорили, зависит от того, сколько этих спутников вертится вокруг этих центров. Но по существу все они одинаковы, и для меня вся природа вокруг рисуется как сочетание протонов и отрицательных электронов. И вся она гораздо проще, определеннее, созвучнее с тем, чему нас учат астрономы; да, гораздо проще, чем ваши кристаллы, минералы, или органические соединения!».

Так говорил один из величайших физиков нашего времени — Нильс Бор, с его замечательным ясным умом, спокойным взглядом синих глаз, с уравновешенностью мысли, духа и тела, которая свойственна только северным людям; он был датчанин»¹³¹.

Из Дании Ферсман переехал в Норвегию. Его внимание привлек институт в Христиании (Осло), где работали в то время В. Бреггер и В. М. Гольдшмидт. Особенно большое впечатление на Ферсмана произвели труды Гольдшмидта, его физико-химический подход к геологическим проблемам, исследования распространенности элементов в земной коре и, наконец, что очень сближало обоих ученых,— внимание Гольдшмидта к проблемам минерального сырья. Оказалось, что этот крупнейший теоретик создал особую Комиссию

¹³¹ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне. стр. 56—57.

сырья, изучающую возможность использования полезных ископаемых Норвегии. Ферсмана заинтересовали получение алюминия из лабродоритов, использование слюд в качестве калийных удобрений и другие проблемы, над которыми работал Гольдшмидт.

Между двумя крупнейшими геохимиками завязались хорошие личные отношения. Гольдшмидт разработал специальный маршрут поездки Ферсмана по Норвегии для ознакомления с минеральными богатствами страны. В сопровождении учеников Гольдшмидта русский ученый посетил пегматитовые жилы, ознакомился с глетчерами. За три недели экскурсии Александр Евгеньевич собрал более 300 кг минералов.

Норвегия и ее жители произвели на Ферсмана сильное впечатление. Однако он не мог пройти мимо уже знакомых ему по Германии контрастов послевоенного капиталистического мира. «Мы до сих пор мало знали эту страну,— писал он,— неизмеримо более красивую и разнообразную, нежели Швейцария, тянущуюся от берегов Ледовитого океана до теплых, омываемых Гольфстремом, живописных фиордов юга. Мы не знали и народа, приобщенного к истинной культуре, не американского внешностью, а всем своим внутренним укладом, народа сильного волей и духом, с детства привыкшего бороться с тяжелой природою, с ее бурями и длинными зимами, с пенистою волною морских берегов и бурными порожистыми реками.

Правда, война и здесь наложила свой отпечаток, и здесь тяжелые условия безработицы, длинные ряды забастовок, бездействие заводов и крахи банков нам говорят, как неизменно трудно Норвегии выскочить своею промышленностью и хозяйством из тяжелых противоречий современной Европы»¹³².

В заключение заграничной поездки Ферсман посетил Швецию, пегматиты которой он изучал еще в 1914 г. Ученого вновь привлекли пегматитовые жилы Северной Швеции. Посетил он и крупнейший естественноисторический музей, расположенный недалеко от Стокгольма.

После окончания поездки А. Е. Ферсман, сравнивая научную жизнь Скандинавских стран с развитием советской науки, писал: «Я не без гордости мог видеть, что, несмотря на тяжелые материальные условия времени, несмотря

¹³² А. Е. Ферсман. Новые центры новой науки. Л., 1925, стр. 22—23.

на долгую оторванность от Запада, русская наука сохранила свои традиции крупнейших русских школ, что ее развитие идет в тех новых путях, которые намечаются современным естествознанием.

Не без радости мог я видеть, что мы на высоте и новой литературы и новых идей и что будущее русской науки обеспечено»¹³³.

В дальнейшем Ферсман неоднократно бывал за границей, информировал иностранных ученых о достижениях отечественной науки, участвовал в международных конференциях и съездах. В ноябре — декабре 1926 г. он посетил Берлин, Мюнхен, Дрезден, Лейпциг, Бонн. 19—26 июня 1927 г. немецкие ученые организовали «Неделю советской науки» в Берлине. Научные круги Германии получили возможность ознакомиться с достижениями советской науки за 10 лет рабоче-крестьянской власти. Во время встреч с представителями немецкой науки А. Е. Ферсман познакомился с такими прославленными учеными, как А. Эйнштейн, М. Планк. Ферсман и его коллеги выступили с докладами в научных обществах и университетах Германии. Вспоминая доклад Александра Евгеньевича в Гамбурге, А. В. Шубников пишет: «Умение владеть собой не покидало его ни тогда, когда многочисленная аудитория, загипнотизированная его искусством лектора, замирала, ни тогда, когда она взрывалась грохотом аплодисментов»¹³⁴.

С 10 по 25 июня 1928 г. Ферсман вновь находился в заграничной командировке. Он посетил Берлин, где принял участие в праздновании 100-летия Прусского географического общества, и Копенгаген, где тогда проходил Международный геологический конгресс. Он ознакомился с рудными процессами Германии, а также посетил пегматитовые поля Норвегии.

В 1934 г. Александр Евгеньевич лечился в Чехословакии. Возвращаясь в СССР через Германию, он был поражен тяжелыми картинами разгула фашизма. О своих впечатлениях ученый рассказал на страницах «Ленинградской правды».

Еще через два года Ферсман совершил большое путешествие по Чехословакии, Австрии, Бельгии и Швейцарии.

¹³³ А. Е. Ферсман. Новые центры новой науки. Л., 1925, стр. 80.

¹³⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 121.

1) Изучение страны и ее производственных сил является основой нашей научной работы и последние 15 лет являлись в Москве важнейших и сложных работ по познанию самого себя — как базы для хозяйственного и промышленного строительства. Одна только Академия наук за последние годы перебрала свыше 1000 научных трудов в связи с освоением углями нашей страны с ее недрами добываемыми методами, в которых лишь самонаблюдения могут возникнуть много вопросов к освоению названного науки. Начиная с открытия угля, с открытием и жизни существующих в нефти движущихся факторов как в нефти, на водных нефтяных пещер, нефти и воды в бассейне организованных, коллективных исследований, в которых принимали участие до 70 трудов разных существующих — нефти, нефти, нефти, нефти, нефти и нефти нефти и нефти нефти. — такая нефть. Большая Академия исследований, нефти за 5 лет своей работы исследовала нефть, нефть и нефть, нефть нефти.

Коса - по Пухлякову, математическое исследование косы
вообще; математическое исследование косы;
исследование косы; исследование косы;
вообще - исследование - от исследования. И так в каждом случае.



А. Е. Ферсман в Чехословакии, 1936 г.

Его новая командировка связывалась с разработкой хибинской проблемы. Покорителям Хибин пришлось столкнуться со снежными лавинами, которые создавали опасность для рудников, дорог, поселков. Опыта борьбы с лавинами тогда еще у советских специалистов почти не было. Ферсман направился в «альпийские» страны для изучения данных вопросов.

Во время поездки он выступил в Льежском университете (Бельгия) с докладом «Геохимия в СССР». Его выступление произвело большое впечатление на слушателей. За работы по геохимии университет наградил А. Е. Ферсмана медалью.

С минералогами и геохимиками Чехословакии у Александра Евгеньевича установились тесные личные связи. Он еще с детских лет хорошо знал эту славянскую страну и так же, как его учитель В. И. Вернадский, высоко ценил ее культуру, науку.

Советский ученый рассказывал чехословацким коллегам о развитии науки в СССР, излагал свои идеи о геохимических узлах, поясах и щитах. Чешским ученым были известны труды Ферсмана о пегматитах и приклад-

ной геохимии. Уже в наши дни член-корреспондент Академии наук Чехословацкой Социалистической Республики Ян Кашпар, тепло вспоминая о встречах с Ферсманом, отмечал, что общение с ним, его лекции, участие в совместных экскурсиях были для чешских ученых самой лучшей школой ¹³⁵.

ХИБИНСКАЯ ЭПОПЕЯ

Среди всех переживаний прошлого, среди разнообразных картин природы и хозяйственной деятельности человека самым ярким в моей жизни были впечатления от Хибин — целого научного эпоса, который почти 20 лет заполнял все мои думы, силы, владел всем моим существом, закалял волю, будил новую научную мысль, желания, надежды.

А. Ферсман

Русский Север почти не привлекал внимания царской власти. «Краем непуганых птиц» назвал Карелию писатель Михаил Пришвин, посетивший эту страну в 1906 г. Однако в годы первой мировой войны, когда Балтийское и Черное моря были блокированы Германией, вспомнили, что Баренцево море не замерзает у берегов Кольского полуострова. Наметилась возможность снабжения русской армии с Севера. Но для этого необходимо было построить на Баренцевом море порт и провести к нему железную дорогу. Так, в 1915 г. возникли Мурманск и Мурманская железная дорога ¹³⁶. Она проходила по неосвоенным районам, и ее экономическое значение было ничтожно.

В 1920 г. после освобождения Севера от оккупантов встал вопрос о развитии этого края и об использовании Мурманской железной дороги. Для ее обследования в мае 1920 г. Петроградский исполком создал специальную комиссию в составе академика А. П. Карпинского (президента Академии наук), академика А. Е. Ферсмана и геолога А. П. Герасимова. Дорога была в неисправном состоянии, поезд с комиссией тащился медленно, часто останавливался. Одна из остановок произошла на стан-

¹³⁵ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 407.

¹³⁶ Дорогу строили очень быстро, в работах участвовало более 70 000 человек, в том числе 20 000 военнопленных.

нии Имандра, в районе Хибинского горного массива. Члены комиссии решили отправиться в небольшую экскурсию на склоны ближайших гор. Там Ферсман обнаружил образцы нефелиновых сиенитов с неизвестными минералами. «Для меня сразу же стало ясным, что Хибин — это целый новый своеобразный мир камня и что углубленное изучение природы Хибин не может не привести к крупным открытиям новых полезных ископаемых», — писал позднее ученый.

По возвращении из поездки Ферсман поделился своими планами с руководством Северной научной промышленной экспедиции¹³⁷ и в Президиуме Академии наук. Экспедиция помогла снаряжением, Академия наук снабдила продовольствием, и осенью 1920 г. небольшой отряд А. Е. Ферсмана приступил к изучению Хибин. Началась знаменитая «Хибинская эпопея», сыгравшая огромную роль и в развитии геохимии, и в создании школы геохимиков и минералогов, и, что самое важное, в создании нового промышленного центра за Полярным кругом.

Первые годы работы в Хибинах были сопряжены с особенно большими трудностями. Наша страна только начала оправляться после гражданской войны, и экспедиции обеспечивались крайне скудно — не хватало ни снаряжения, ни достаточного количества продовольствия. Значение хибинских работ еще не выяснилось, и средств отряду Ферсмана выделялось мало. Оборванные, заросшие, исследователи с неизменными закопченными чайниками на боку производили впечатление каких-то бродяг.

«Почти без продовольствия, без обуви и без какого-либо специального экспедиционного снаряжения начали мы наши работы. На ноги подвязывали мешки, чтобы они не скользили по голым скалам, на сырых камнях. В ведре, которое несли на палке, варилась гречневая каша, сдабриваемая грибами или черникой. По оленьим тропкам, часто совершенно без карты пробирались мы постепенно от линии Мурманской железной дороги в глубь тундры, производя разнообразные наблюдения, исправляя карту и собирая коллекцию минералов. Все грузы продовольствия и камней переносились на спинах самих участ-

¹³⁷ Северная научно-промышленная экспедиция Высшего Совета Народного Хозяйства была организована весной 1918 г., ее возглавлял профессор Р. Л. Самойлович.



Ферсман в 1922 г. после долгого пребывания в тундре

ников экспедиции: только на 8 дней хватало обычно продовольствия, надо было создавать промежуточные базы и многократно подносить снабжение. Ночами температура спускалась до $8-10^{\circ}$ ниже нуля, днем доводили до иступления рои комаров и мошкары, от которых не спасали ни густые сетки, ни перчатки. Был конец сентября, у нас не было ни палаток, ни даже брезентов, но, несмотря на пронизывающий ветер и холод, мы шли и шли без дорог и троп. Назад к теплушке мы вернулись совершенно измученные, но горячо увлеченные Хибинами.

Первый шаг был сделан...»¹³⁸

¹³⁸ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 189.

Так писал Ферсман о первой экспедиции в Хибины. К работам Александр Евгеньевич привлек своих учеников и сотрудников из Минералогического музея Академии наук СССР и Географического института. Преимущественно это была молодежь, полная энтузиазма и веры в своего учителя. Для многих из них Хибины стали замечательной научной и жизненной школой.

Хибины до экспедиции Ферсмана были изучены крайне слабо. Поэтому советским исследователям приходилось думать не только о минералого-геохимическом, но и вообще о географическом изучении края, о составлении обычной топографической карты. Приходилось все начинать «сначала». Исследователи то и дело открывали новые хребты и долины.

Работа в труднодоступной горной тайге и тундре, без карты и дорог требовала хорошей организации и дисциплины. Последняя была почти военная. Каждый участник отряда получал от Ферсмана приказ и диспозицию «прибыть в такое то время в определенное место», «принести продовольствие», «без цирконов не возвращаться» и т. д. Часто эта диспозиция сопровождалась остротой или карикатурой, но тем не менее приказ полагалось выполнять.

По словам самого Ферсмана, «это требовало часто огромного напряжения, даже самопожертвования». Но вот как вспоминает об этом времени друг и сподвижник Ферсмана, как и он влюбленный в минералы, профессор В. И. Крыжановский:

«Я помню замечательный для меня, один из наиболее счастливых в моей жизни 1922 г. Я не был начальником экспедиции, я просто был в отряде. Я только исполнял распоряжения А. Е. Это было чудесное время. Это лучший год моей жизни. Я тогда просто получал военные диспозиции: в 6 часов пойти в таком-то направлении, в 9 часов быть на таком-то перевале. И никакого отступления»¹³⁹.

Наибольшая нагрузка всегда ложилась на начальника отряда, а он был неутомим и всегда бодр. Александр Евгеньевич в этих походах показал себя не только талант-

¹³⁹ В. И. Крыжановский. Воспоминания об А. Е. Ферсмане. Стенограмма заседания Ученого совета Института геологических наук АН СССР 6 июля 1945 г. Архив А. Е. Ферсмана.



**А. Е. Ферсман среди участников первых хибинских экспедиций
1920—1923 гг.**

*Сидят в первом ряду: В. А. Унковская, В. И. Крыжановский, Г. С. Тша-
сковский. Сидят во втором ряду: Е. Е. Костылева, Е. П. Кessler, В. М.
Куплетский. Стоят: Е. А. Елизаровский, Э. М. Бонштедт, А. Е. Ферсман,
Н. Н. Гуткова, А. В. Терентьев, З. А. Лебедева*

ливым знатоком минералов, но и прекрасным географом, поражавшим своих спутников умением ориентироваться, географической интуицией¹⁴⁰. Компас и бинокль позволяли ему находить такие пути, открывать такие перевалы, которые, по словам В. И. Крыжановского, «лучший лопарский проводник не сыскал бы».

¹⁴⁰ «Внешний облик его в этих первых хибинских экспедициях был весьма колоритен: старая, выдавшая виды, бывшая генеральская отцовская кожаная куртка на красной подкладке, обычно нараспашку, фотоаппарат, барометр-анероид, на поясе подвешен жестяной помятый чайник, в одной руке геологический молоток, в другой — самодельная большая палка, а на шее бинокль и на шнурках свисток и лупа, с которыми он не разлучался и в городе», — вспоминает Э. М. Бонштедт-Куплетская («Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 264).

«Никто не представляет себе тех трудностей,— вспоминал Крыжановский,— которые надо было побеждать, и побеждены они были только благодаря энтузиазму Александра Евгеньевича, его какой-то сверхъестественной энергии и тому огромному обаянию его личности, которое оказывало на всех нас громадное влияние. У него была глубокая научная интуиция. Это была устремленность к поискам, ни с чем не сравнимая»¹⁴¹.

Первое же знакомство с Хибинами открыло перед Ферсманом новую область фактов, целый мир научных проблем — геохимию и минералогию щелочной магмы, поведение в ней титана, циркония, фосфора, стронция, редких земель и других элементов.

Но не только ради научных проблем и красоты края забрался отряд Ферсмана в эти дебри. По словам ученого, увлеченные природой Хибин, исследователи инстинктивно за внешним своеобразием и красотой искали и ждали тех производительных сил, которые смогут создать промышленность края и пробудить его к новой жизни.

Работы в 1920—1924 гг. носили научный минералогический, геохимический и географический характер.

За 110 дней полевой работы в 1920—1922 гг. Ферсман и его отряд в 9 человек прошли 1500 км и открыли около 100 месторождений минералов. Зимой в Петрограде проводилась камеральная обработка собранного материала. В 1922 г. в Петрограде и Москве были организованы выставки по итогам хибинских работ. О них Александр Евгеньевич рассказал в книге «Хибинский массив», опубликованной в 1923 г.¹⁴²

На второй год работ между южными отрогами Кукисвумчорра исследователи обнаружили кусок апатитовой руды. В 1923 г. на Расвумчорре было найдено целое поле апатитовых глыб.

К 1925 г. в Хибинах были найдены многочисленные россыпи апатита, летом же 1926 г. исследователи обнаружили коренные месторождения этого минерала на горе Расвумчорр.

¹⁴¹ В. И. Крыжановский. Наш русский самоцвет. В кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 219.

¹⁴² Научно-популярный отчет Ферсмана о хибинских исследованиях был опубликован с 1924 г. под названием «Три года за Полярным кругом».



Намечается трасса дороги

1926—1930 годы Ферсман называл «периодом борьбы за апатитовую проблему». Это в значительной степени была борьба с косностью некоторых официальных геологических учреждений, хозяйственников из ВСНХ и, наконец, самих научных учреждений. Только поддержка партийных органов позволила преодолеть все преграды. Ферсману и его коллективу помог Ленинградский обком ВКП(б), во главе которого стоял Сергей Миронович Киров. В 1926 г. Ферсман докладывал в Смольном Кирову о проводящихся работах. Сергей Миронович заинтересовался ими, поверил в огромные перспективы Хибин, обещал Ферсману поддержку. В дальнейшем все работы в Хибинах находились под наблюдением обкома, огромное внимание им уделял сам Киров, приезжавший в Хибинские и в полярную ночь, и тогда, когда нежаркое хибинское солнце круглые сутки стояло над горизонтом.

В 1928 г. Институт по изучению Севера начал разведку одного из наиболее перспективных месторождений на плато Кукисвумчорр. Разведка быстро выявила грандиоз-

ные запасы месторождения — склон горы на протяжении более километра был сложен апатитовой рудой!

На следующий год Комитет по химизации народного хозяйства при Совнаркоме СССР ассигновал 250 000 рублей на дальнейшие исследовательские работы в Хибинах.

Летом 1929 г. под руководством Ферсмана в Хибинах уже работало 11 партий, которые продолжали изучать геологию и геохимию района, детально разведывали апатитовое месторождение, проводили топографические съемки. В сентябре начальники всех партий съехались в поселок разведчиков Кукисвумчорр на совещание. Александр Евгеньевич с огромным пафосом рисовал будущее апатитовых разработок, рост промышленности, городов, населения, вспоминал позднее академик И. Г. Эйхфельд. Ферсман подвел итоги работы: в Хибинах открыто месторождение апатита с грандиозными запасами, имеющее мировое значение. Значительный интерес представляют и спутники апатита — нефелин и титановые руды.

В постановлении совещания отмечалась необходимость постройки в Хибинах обогатительной фабрики. Ферсман и его сотрудники одержали большую победу.

Некоторым участникам совещания, особенно инженерам старой школы, не привыкшим к темпам социалистической стройки, многое из этих планов казалось фантастическим. «Здесь строят какие-то воздушные замки, бросаются миллионами. Это не совещание, а оперетта!» — высказался в кулуарах один из них. Возможно, и другим участникам Ферсман представлялся беспочвенным фантазером. Но прав оказался именно «фантазер»!

Апатитовая руда содержала нефелин — минерал, который легко разлагается серной кислотой. Поэтому обычная технология получения суперфосфата из руды была неприемлема — на обработку апатитовой породы ушло бы такое количество серной кислоты, стоимость которой превышала бы стоимость полученного удобрения! Это дало основания новому отряду скептиков сомневаться в практическом значении открытого месторождения. Так, после преодоления одного барьера на пути решения хибинской проблемы возник новый, «технологический», не менее сложный.

Журналист Лев Каталин так описывает эти события в очерке «Хибинские были»:

«Апатитом заинтересовались коммунисты Ленинграда. Романтика «зеленого камня» увлекает С. М. Кирова.



Ферсман у Кирова в Смольном. Фотография с картины художника А. И. Васильева (масло) 1953 г.

Ленинградский обком собирает совещание — обсуждается проект строительства гигантского апатитового комбината в Хибинах.

В большом кабинете Смольного мягко звучит осторожный голос:

— Дело новое, неиспробованное. Вот тут одна немецкая фирма — с мировым именем! — предлагает нам спроектировать и построить комбинат. Может быть, примем ее предложение?

Киров, выслушав говорящего, неторопливо оглядывает собравшихся:

— Действительно никто в мире этим делом не занимался?

— Да, Сергей Миронович, апатитом — никто.

— Так зачем же давать немцам учиться бриться на нашей шее? Нет уж, давайте будем учиться сами!»¹⁴³.

В 1928—1929 гг. технология хибинских апатитов изучалась в Государственном институте прикладной химии в

¹⁴³ «Нева», 1965, № 9.

Ленинграде (ГИПХ) и Научном институте по удобрениям в Москве (НИУ). Была разработана технология обогащения хибинской руды. Впервые в мировой практике методом флотации удалось получать чистый апатит, отделяя его от всех примесей, в том числе и от коварного нефелина.

Благодаря энтузиазму и настойчивости Александра Евгеньевича и его последователей технологическая проблема была успешно решена. 11 сентября 1929 г. Совет Труда и Оборона постановил построить железнодорожную ветку к месторождению, усилить исследовательские работы. Осенью того же года был организован трест «Апатит». К 1 октября от станции Хибин к апатитовому месторождению была проложена автомобильная дорога, по которой началось энергичное движение. 28 декабря в полярную ночь в Хибин приехал С. М. Киров. Он посетил поселок разведчиков у горы Кукисвумчорр. На состоявшемся здесь совещании в канун Нового, 1930 г. было решено строить город, рудник, развивать горнохимическую промышленность. Освоению Хибин был придан необходимый размах.

30-е годы — третий период изучения и освоения Хибин. Началось небывалое строительство крупного промышленного центра за Полярным кругом. За три года были построены город Хибиногорск (с 1935 г. — Кировск), рудники, железная и шоссейная дороги.

Ферсман по-прежнему много внимания уделял Хибинам. Он бывал здесь почти ежегодно — и зимой и летом, участвовал в строительстве и исследовательских работах. Его идеи о «геохимических дугах Хибин» позволили целенаправленно развивать поиски руд. Он был душой освоения этого края, вера в большое будущее которого никогда не покидала ученого.

«Со сказочной быстротой были хозяйственно освоены самые центральные части Кольского полуострова, — писал Ферсман, — а изучение производительных сил края сделало огромный скачок вперед. И за каждым шагом этих успехов следил С. М. Киров, то спрашивая меня по телефону о последних достижениях поисковых партий, то изучая отчеты исследовательских институтов.

Мурманские богатства поражают своей неиссякаемостью и многогранностью. В сочетании с неисчерпаемым запасом гидроэнергии они открывают грандиозные перспективы для электрометаллургии и электрохимии. Промышленные возможности здесь поистине безграничны.

Теперь академические отряды уже смогли развернуть свои работы в новых масштабах и темпах, а к отрядам Академии наук присоединились отряды многих десятков других научных учреждений Советского Союза. В дальнейшие годы одно открытие сменялось другим в быстром темпе, как в кинематографе. Не успевал химик-аналитик за открытиями геологов и геохимиков, не успевали технолог и обогатитель за анализами химика, не успевал строитель в своем промышленном строительстве.

Кроме апатита и нефелина, были открыты руды ванадия, циркония, титана и многие другие. Старые, чисто минералогические схемы описательных работ ожили в свете новых промышленных проблем и явились основой поисковой и разведочной деятельности»¹⁴⁴.

В 1930 г. Ферсман привез из района Монче-Тундра первые образцы сульфидных никелевых руд, в 1931 г. там работал специальный поисковый отряд, который обнаружил более обширные выходы оруденелых пород. Ферсман смело высказался о большом будущем Монче-Тундры. В «Воспоминаниях о камне» Александр Евгеньевич посвятил Монче отдельную новеллу, отрывок из которой мы приводим.

Отряд геохимиков обнаружил в Монче-Тундре бурые пятна на скалах — предположительно результат окисления сульфидных руд.

«И мы пришли, увидели и, как нам показалось, победили! — пишет Ферсман. — Здесь были уже не отдельные блестки, а настоящие сульфидные руды; правда, они тоже были рассеяны в темной породе, но все же казалось, что найдена настоящая руда.

Однако, когда мы привезли ее в Хибины, наши товарищи стали подсмеиваться над нами: они привыкли, что руда только там, где она лежит целой горой, вроде апатита, а эти блестки содержат небольшой процент металла. Тщетно я уверял, что и небольшой процент никеля и меди — это целое богатство, — никто с нами не соглашался, и мы были жестоко разочарованы.

А все-таки руда там была: анализ подтвердил наше предположение. Никеля было около 1%, химики нашли даже немного платины.

¹⁴⁴ А. Е. Ферсман, Путешествия за камнем, стр. 264.

— Это руда того же типа, что в Норвегии, — говорил я.

— Но это не достоинство ее, там никелевые рудники давно уже закрыли.

— Ведь я-то взял с поверхности, а в глубине, где руда не окислена, там ее, наверное, больше.

— Ну, что вы, там, конечно, ее меньше. Здесь металл при окислении накопился.

Сомнения мучили. Недоверие со стороны росло, цифры анализов колебались, колебался и я сам.

И я просто пришел тогда к С. М. Кирову, рассказал откровенно обо всем, и он отдал приказ начать разведки.

Глубоко запали в душу его слова: «Нет такой земли, которая бы в умелых руках при Советской власти не могла быть повернута на благо человечества».

Начались разведки, зашумели моторы буровых станков. В тихом старом заповедном лесу, где еще ходили дикие олени и лоси, стали прокладывать дороги, рубили деревья, взрывали камни, строили землянки, дома...

Началась новая жизнь — предвестник будущей стройки.

Первые найденные точки не оправдали надежд. Больших скоплений не было, сомнения усиливались. Потом вдруг повезло на том самом Ньюдайвенче, под скалой, где были найдены первые куски с блестками меди и никеля, штольня совершенно неожиданно врезалась в сверкающую никелевую руду; весь забой во всю его ширину и высоту состоял из руды. И свыше 6% никеля содержалось в ней. Это превосходило лучшие руды Канады.

Наконец, нашли! Но недолгой была наша радость. Плоская линза руды очень скоро выклинилась, и забой, проведенные во все стороны, врезались в темную пустую породу.

Одни искали на границах тех расплавов, которые вынесли с собой руду из глубины, другие считали, что главные руды накоплены в глубинах, третьи признавали существование огромных запасов лишь рассеянных бедных руд. Одни хотели искать только у Мончи, другие тянули к Нотозеру, третьи — на юго-восток: туда, где на юг от Ловозерских тундр были открыты тоже блестки руды.

Сколько новых буровых, сколько надежд и разочарований, сколько грандиозных, но бедных запасов, сколько геологических и технологических трудностей, сколько упрямых идей, сколько фантазии и увлечения!



А. Е. Ферсман беседует с химиками в лаборатории Кольской базы АН СССР. Хибины 1934 г.

А между тем все новые и новые буровые появлялись в тундре, отдельные отряды рассеивались по всему Кольскому полуострову, радость сменялась разочарованием, а медлить было нельзя — надо было строить завод, фабрики, город, железную дорогу. Надо было верить, что богатая руда будет найдена.

И снова делились мы своими заботами и своей верой в окончательную победу с С. М. Кировым, и снова его спокойное деловое слово подбадривало нас, охлаждало пыл чрезмерной фантазии, внушало волю и веру в дело.

Действительное знание и упорство победили, богатые руды были найдены, наконец, в глубинах Кумужьей варакки, и уже сейчас первые шахты достигли этих прекрасных руд — настоящих богатств Монче-Тундры.

Сомнения остались в прошлом. Растет красивейший город Союза — Мончегорск, между тремя озерами, в прекрасном сосновом лесу, среди шума бурных рек, у подножья остроконечной вершины Ниттиса и горных хребтов Мончи [...]

Сомнение изжито, смяты и отброшены все те, кто мешал, путал карты, сдерживал, срывал развитие рудников и города. Новые люди, молодое поколение — не без ошибок, но полное искренней любви к делу, — сумело сломать это старое, и новый, самый молодой город Советского Союза вырастает там, где на курьих ножках стоял сарайчик старого саами Архипова, где на Лумболке имела свою избушку его сестра Матрена, где нетронутой белела целина сплошного ягельного мха»¹⁴⁵.

Размах работ на Кольском полуострове, по мнению Ферсмана, требовал создания там собственной постоянной научной базы. Мысль о таком научном центре возникла у Александра Евгеньевича еще в 1923 г.; через два года он просит у Академии наук 10 000 рублей на строительство. Однако в то время предложение ученого не встретило поддержки.

Но мысль о научной станции на Кольском полуострове не покидала Ферсмана. Вернувшись в Ленинград в 1929 г. из экспедиции в Каракумы, Александр Евгеньевич энергично взялся за организацию в Хибинах такой станции.

Сама жизнь диктовала потребность в этом учреждении. Начавшееся большое строительство в Заполярье ставило перед наукой множество вопросов: что представляют собой горные породы и минералы, ежегодно привозимые со всех концов тундры разведчиками недр, каков их химический состав? Как улучшить технологию производства апатита и других минеральных богатств, как быстрее преодолеть трудности, возникающие у обогатителей и технологов? Как бороться со снежными лавинами, откуда провести воду и на какой глубине закладывать водопроводные трубы, чтобы они не промерзали, как велика опасность снежных заносов на дорогах? Эти и многие, многие другие вопросы интересовали покорителей Хибин. Их надо было решать с наименьшей затратой средств и оперативно — производство не могло ждать. Вместе с тем ответа на эти вопросы нельзя было получить в научных кабинетах Москвы и Ленинграда. Для этого требовалось проводить исследования здесь же, в Хибинах.

Место для станции Ферсман выбрал около озера Малый Вудъявр. Александр Евгеньевич дал и название бу-

¹⁴⁵ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне, стр. 77—80.

дущей станции, предложив назвать ее красивым именем «Тиетта», что по-саамски означает «наука», «школа», «знание». Первое здание Тиетты было готово уже в 1930 г., а еще через два года закончили строительство нового большого здания, в котором сразу же провели первую полярную конференцию по проблемам производительных сил Кольского полуострова. Вскоре была организована метеорологическая станция, создан Заполярный ботанический сад. На станции имелась хорошая библиотека, основу которой составила личная библиотека А. Е. Ферсмана (более 10 000 томов), были оборудованы лаборатории, создан хороший минералого-петрографический музей.

В 1934 г. горная станция Тиетта превратилась в Кольскую базу Академии наук СССР. С 1935 г. она носит имя С. М. Кирова. Новый научный центр за Полярным кругом был создан. Он сыграл большую роль в освоении богатств Кольского Севера.

Начиная с 1930 г. Александр Евгеньевич почти ежегодно проводил на Кольской базе совещания специалистов, работающих в Хибинах. Эти совещания, продолжавшиеся несколько дней, помогали ученым знакомиться с работами своих коллег, поднимали уровень научной работы и, как отметил многолетний помощник Ферсмана по Хибинским экспедициям Б. М. Куплетский, «всегда вносили оживление в общественную жизнь Хибинского края»¹⁴⁶.

Обширные знания о богатствах этого края, многолетний опыт, раздумья о будущих задачах Ферсман обобщил в монографии «Полезные ископаемые Кольского полуострова. Современное состояние. Анализ. Прогноз», которая была опубликована в 1941 г., накануне Великой Отечественной войны. Используя геознергетическую теорию и другие положения геохимии, ученый показал, как распределяются элементы в Хибинах, объяснил причины их концентрации, тесно связав теорию с практикой.

Трудно переоценить роль Ферсмана в открытии, строительстве и развитии первого промышленного заполярного района в нашей стране. Его заслуги были оценены и научной общественностью, и трудящимися Заполярья, которые избрали Александра Евгеньевича депутатом Хибинского горсовета.

¹⁴⁶ *Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 252.

К сожалению, в 30-е годы нашлись люди, которые критиковали Ферсмана за то, что первые промышленные месторождения апатитов в Хибинах были обнаружены «только» в 1926 г. и т. д.¹⁴⁷

В отличие от оценок недоброжелателей и завистников, всегда готовых мешать тем, кто успешно работает, мы теперь в исторической перспективе можем с большей ясностью, чем в годы жизни Ферсмана, оценить значение «Хибинской эпопеи». Это, несомненно, был *научный подвиг*, в котором воплотились замечательный талант ученого, его интуиция, вера в науку, несгибаемая воля в достижении целей. Хибины явились величайшим достижением Ферсмана, достижением не только ученого, но и гражданина, организатора науки, практика, который сумел поднять к жизни один из наиболее глухих уголков огромной страны. Даже последующая история СССР знает не много подобных примеров быстрого освоения безлюдных районов. А ведь не надо забывать, что все это происходило в 20-х годах, без средств, без какого-либо предшествовавшего опыта.

Освоение Хибин также служило одним из многих подтверждений преимуществ нового общественного строя, который вызвал к жизни производительные силы, веками лежавшие без движения. «Хибинская эпопея» показала, какой огромный «взрывной» силой обладает союз Коммунистической партии и науки.

Ферсман писал о Хибинах: «И все это уже не фантазия, не сказка — это реальный результат той действительности большевистской стройки, которая опережает все мечты и превращает фантазию прошлого в реальную быль сегодняшнего дня.

С гордостью может оглянуться назад рабочий, исследователь, хозяйственник, пришедшие сюда на голое место и в борьбе с природой построившие близ берегов Баренцева и Белого морей новый промышленный центр страны.

Так был побежден Мурман — побежден «край непуганой птицы» с его природой, засыпавшей в долгие полярные ночи, с неумолкающим шумом его бурных, необузданных горных рек, с бесконечным простором молчаливых,

¹⁴⁷ Об этом упоминают А. А. Сауков и С. И. Вольфович. См. кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 151 и 128

застывших в тишине веков полярных тундр, белых зимой от снега и летом от ягеля.

И разбужен он к жизни не кузнецом Илмариненом из песен Калевалы, не мечом и огнем воинственных «шве-тов» — нет, он побежден трудом, этой величайшей силой мира»¹⁴⁸.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

В Средней Азии узкой позиции быть не может и не должно; только широкая химическая мысль может целостно разрешить задачу. Нельзя подходить старыми методами. Надо химизировать сами исследовательские институты. Надо химизировать молодую мысль, молодые кадры. Надо химизировать самих хозяйственников.

А. Ферсман

Средняя Азия — страна высочайших гор, величайших пустынь, зеленых оазисов. Красные, черные, бурые, зеленые скалы в горах, серые и желтые песчаные пустыни, почти постоянно бледно-голубое небо, яркая зелень оазисов — таковы контрасты среднеазиатской природы. Молчание и тишина пустыни сменяются суетой и гомоном многолюдных оазисов с их пестрыми базарами, яркими одеждами узбеков, таджиков, туркмен. Жаркое летнее солнце учит в полную меру ценить тень и прохладу, а теплая звездная ночь, наступившая после дневного пекла, доставляет ни с чем не сравнимое наслаждение...

Многие века народы Средней Азии томились под властью мулл и эмиров. В то время, когда в Европе расцветали общественная мысль, искусство, науки, наконец, возникла социалистическая идеология, народы Средней Азии еще томились в тисках деспотичного феодализма. Среднеазиатские правители тормозили культурное развитие своих подданных, но не могли убить живую мысль народа, его талант. Об этом говорят величественные архитектурные сооружения Бухары, Самарканда и других городов, труды среднеазиатских ученых, почитаемые далеко за пределами их родины (вспомним выходца из Бухары Ибн Сину — Авиценну), замечательные образцы поэзии на

¹⁴⁸ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 282.

таджикском, узбекском и других языках (Навои, Рудаки, Джами, О. Хайям и многие другие). В Средней Азии в далеком прошлом широко было развито горное дело, добывались различные металлы ¹⁴⁹.

Экономическая жизнь среднеазиатских областей несколько оживилась во второй половине XIX в. после их присоединения к России. Было отменено рабство. С проведением первой в Средней Азии железной дороги стали развиваться промышленность и торговля. Ученые России приступили к изучению природы Средней Азии. Однако прогресс осуществлялся здесь крайне медленно. Средняя Азия сильно отставала в своем развитии от Европейской России, основная часть населения по-прежнему жила в тисках невежества, бедности, бесправия, нещадной эксплуатации.

Крайне плохо были изучены природные богатства среднеазиатских областей.

Сразу после окончания гражданской войны встал вопрос о развитии хозяйства и культуры Средней Азии. В Ташкент по путевке Ленина прибыла большая группа русских ученых. Они образовали ядро первого Среднеазиатского университета. Началось планомерное изучение производительных сил этой части нашей страны.

Обаяние среднеазиатской природы и жизни, величие возникавших на каждом шагу задач — все это пленяло почти каждого, кто приезжал в Среднюю Азию, делало его горячим поклонником этого удивительного уголка земли. Не избежал этого плена и А. Е. Ферсман.

Весной 1924 г. Высший Совет Народного Хозяйства направил в Среднюю Азию бригаду ученых для ознакомления с местными неметаллическими полезными ископаемыми. Возглавлял бригаду А. Е. Ферсман; в ее состав входили: профессор Н. М. Федоровский, Д. И. Щербаков (в дальнейшем постоянный спутник Ферсмана в его экспедициях в Среднюю Азию), В. И. Крыжановский и А. А. Мамуровский. «Александр Евгеньевич был замечательным спутником, — вспоминал позднее Д. И. Щербаков, — он увлекался осмотром каменоломен, разведочных

¹⁴⁹ Об этом говорят, в частности, географические названия — «Хайдарпен» (великая руда), «Симоб» (ртутный перевал), «Канджол» (тропа рудокопов) и т. д., многочисленные следы древних рудников, находки в Финляндии, Дании. Армении монет, выплавленных в Шахе (район Ташкента).

канал, шурфов, ценил прекрасные ландшафты Средней Азии, гостеприимство ее населения, любил снимать красивые виды и был неутомим в маршрутах. И как-то очень легко и быстро установились между нами те дружеские отношения, которые помогают совместной работе и которые длились потом многие и многие годы»¹⁵⁰.

В Ташкенте Ферсман посетил недавно открытый университет. Вот как рассказывает об этом действительный член АН Узбекской ССР А. С. Уклонский: «Так как мы, геологи, представляли как бы «подсобное хозяйство», то нас обделяли и в помещении, и в оборудовании, и в штате помощников. Но вот в 1924 г. академик А. Е. Ферсман с бригадой минералогов едет в Среднюю Азию. Для нас, геологов, это было радостным событием. Когда Александр Евгеньевич прибыл в Ташкент, он в первую очередь занялся нашей кафедрой минералогии (которой я до сих пор руковожу начиная с 1920 г.). Он посмотрел программы, коллекции, модели, библиотеку, сделал доклады студентам, преподавателям, партийному руководству. Словом, энергия Ферсмана захватила всех. Геологи начали «выходить в люди», а наша кафедра — процветать. Геологическая специальность стала популярной среди молодежи. Приезд А. Е. Ферсмана был поворотным пунктом и во взглядах местных властей на геологию — теперь геологи были уже не «подсобным хозяйством», а самостоятельной ветвью»¹⁵¹.

Во время первой кратковременной поездки по Средней Азии Ферсман посетил месторождение плавикового шпата в Чаткальском хребте (у сел. Брич-Мулла), агальматолиты Сайлыкка, кремнистые сланцы в долине р. Исфайрама.

На сланцевых скалах в долине Исфайрама в 1923 г. Д. И. Щербаков с сотрудниками обнаружили пленки черных марганцевых и зеленых никелевых минералов. При осмотре этих скал Ферсман нашел старый кокон бабочки, облепленный зелеными пленками. находка натолкнула ученого на мысль о том, что эти минералы очень молодые, они образуются и в настоящее время!

Через несколько месяцев в Докладах Российской Академии наук появляется статья Ферсмана «О характере

¹⁵⁰ Д. И. Щербаков. А. Е. Ферсман и его путешествия. М., Географгиз, 1953, стр. 22.

¹⁵¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 315.

гипергённых процессов в местностях с пустынным климатом».

Геохимия пустынь глубоко заинтересовала Александра Евгеньевича, и весной 1925 г. он вновь предпринял путешествие в Среднюю Азию, на этот раз в Туркмению. Ферсман посетил Репетекскую песчано-пустынную станцию в Юго-Восточных Каракумах, где познакомился с образованием так называемых репетекских гипсов, впервые описанных В. В. Докучаевым в 1899 г. «Краски пустыни, ее безмолвие и огромные барханные просторы глубоко запали в памяти Александра Евгеньевича, и впоследствии он не раз возвращался к изучению среднеазиатских равнинных пространств», — писал впоследствии Д. И. Щербаков¹⁵².

Осень того же года застала Ферсмана в Средней Азии. На этот раз, по словам Александра Евгеньевича, он «решил, не предупредив никого, попытаться проникнуть в пустыни Средней Азии... Мне хотелось после пестрых и ярких красок, богатства и плодородия очутиться в мире безлюдья и тишины пустыни. Мне хотелось понять во всей глубине величие среднеазиатских песков, понять их трудности и опасности, своеобразие их богатств. В Туркестане только пустыня в ее разнообразных проявлениях, в резкой смене с плодородными оазисами может пролить свет на то, как отвоевывал человек у природы ее богатства. Как химику земли мне хотелось самому посмотреть на тот своеобразный мир солей и озер, мир выцветов и песков, защитных корок и пустынных загаров, которые характеризуют пустыню и составляют ее красоты»¹⁵³.

Вначале Ферсман отправился в Фергану, где группа Щербакова изучала пещеры. Ферсман осматрел местные рудники, углубив сложившиеся ранее представления по минералогии и геохимии. Затем Александр Евгеньевич переехал в западную часть Ферганской долины, посетил серпный и озокеритовый рудник в Шор-су (южнее Коканда) и celestine месторождение в Лякане.

С «серпной проблемой» Ферсман столкнулся еще в годы первой мировой войны. Посещение Шор-су снова привлекло к ней внимание ученого. Он припомнил дореволюционные работы Коншина, Нацкого и других геологов и путешественников о серпных рудах в центре Каракумской

¹⁵² Д. И. Щербаков. А. Е. Ферсман и его путешествия, стр. 23.

¹⁵³ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 293—294.



Караван Ферсмана около серных бугров Топ-Джульты
в Каракумах, 1925 г.

пустыни. Исследователи предполагали, что в этом районе проявлены поствулканические процессы (гейзеры и др.). Их следами могло быть, например, окремнение, которое, по описанию Коншина, опоясывало выходы серы. И Ферсман выбрал новый объект для своих исследований.

Из Ферганской долины полетела телеграмма в Ашхабад (тогда Полторацк) о возможности организации экспедиции в центр Каракумов — к таинственным Серным буграм. Вскоре был получен положительный ответ, и Александр Евгеньевич со своим неизменным спутником Д. И. Щербаковым выехал в Ашхабад.

«Однако в самом Ашхабаде нас постигает некоторое разочарование. Никто ничего не знает о песках, все хотят помочь, но «пески» и сами «люди песков» — «кумли» — кажутся чем-то неведомым и таинственным», — вспоминал позднее А. Е. Ферсман¹⁵⁴. Была и другая беда — на северо-западе Каракумов, в районе Сарыкамышской впади-

¹⁵⁴ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 26.

ны хозяйничал враг Советской власти, известный басмач Джунaid-хан (бывший властитель Хивы).

И все же Ферсман решил отправиться в путь. Началось комплектование каравана. Уже на первых порах Александру Евгеньевичу и его спутнику пришлось столкнуться с большими трудностями. Несколько выручало опозитизированное, романтическое отношение начальника экспедиции ко всему происходящему. «Но попасть в пустыню не так легко, — писал он, — надо пройти через всю школу Востока, надо терпеливо и спокойно научиться ждать. Часы нашей европейской жизни сменяются здесь длинными днями. Восток не спешит, и в мерном качании верблюда, и в тихом журчании вод арыка, и в бесконечно долгом разрешении любого вопроса отражается весь Восток с сонными, медленными темпами жизни, с горячеей, еще необузданной, неукротимой кровью...

Тот, кто не бывал на Востоке, не знает, что такое день и час. Жизнь в ее вековых условиях, созданных изнуряющим солнцем, научила Восток великому принципу — не спешить. И после бурных дней академических торжеств в Ленинграде и Москве, когда не часы, а минуты должны были выдерживаться с огромной точностью... мне здесь, в условиях Востока, все казалось бесконечно долгим и бесконечно медленным»¹⁵⁵.

Позднее Ферсман смог убедиться, что и Восток может спешить, что там, где когда-то шел его караван, пролегла автомобильная дорога, летают самолеты... Но пока в Ашхабаде, в солнечные теплые октябрьские дни рассуждения о медлительности Востока помогали нетерпеливому ученому коротать время.

Наконец, приготовления закончились, и караван, состоящий из 5 верблюдов и 4 лошадей, выступил из Геок-Тепе на север, в неведомые Каракумы¹⁵⁶. Было уже начало ноября, ночи становились все холоднее, а перед самым отправлением прошел буран и все снаряжение экспедиции оказалось под снегом. К тому же Ферсман был нездоров.

Д. И. Щербаков пытался отговорить его от поездки: «...Александр Евгеньевич, учтите еще и ваше болезненное состояние. Очень рискованно, чувствуя себя так плохо,

¹⁵⁵ Там же, стр. 296.

¹⁵⁶ В экспедиции участвовали 7 человек.

как вы, ехать в ненастную погоду в полную неизвестность. Ведь мы совершенно не подготовлены к зимним условиям работы, у нас нет ни теплой одежды, ни теплых одеял, ни хороших палаток.

— Все твои соображения существенны, но не решающие. Все-таки попробуем двинуться, нам никто не мешает вернуться, если будет очень трудно. Никогда не надо отказываться от намеченного, не испробовав все возможности»¹⁵⁷.

Вскоре пески поглотили маленький караван, началась своеобразная походная жизнь.

Верблюды делают в час около 4 км. Этому темпу вынуждена подчиняться и жизнь путешественников в пустыне. С такой скоростью двигались караваны во времена Александра Македонского, так же двигались экспедиции Пржевальского в пустынях Центральной Азии. Так же через 50 лет передвигался и отряд Ферсмана.

Мир пустыни был полон неожиданностей. Перед путешественниками раскинулось море песка с островами ровных глинистых такыров и сверкающих на солнце как снег солончаков — шоров. В песках Ферсман и его спутники встречали много туркмен-«кумлы», которые круглый год пасли здесь свои стада. Легко разрешилась проблема топлива — всюду был саксаул. Его жаркое пламя обогревало путников в холодные осенние вечера и ночи, когда температура опускалась до 7—8° мороза (днем на солнце песок нагревался до 30°!).

Вспоминая о первых днях похода, Щербаков писал: «После перехода в 30 км мы разгружали поклажу, разбирали палатку и разводили костер — сухое топливо было всегда в изобилии...

Александра Евгеньевича, все еще плохо себя чувствовавшего, на этих остановках приходилось снимать с седла. С трудом добирался он до палатки, мы стлали около нее кошму и укладывали его на вольном воздухе, покрывая одеялом. Для придания бодрости давали ему стакан вина из небольшого бочонка, взятого с собой. Спустя некоторое время Александр Евгеньевич обыкновенно привставал, садился, доставал свою записную книжку и записывал в нее свои впечатления... А вечером, когда разводили большой костер, он подбирался поближе к огню и с помощью наше-

¹⁵⁷ Д. И. Щербаков. А. Е. Ферсман и его путешествия, стр. 124.

го переводчика Анна Кули заводил беседу с туркменами. Он очень любил эти тихие звездные вечера, эту мирную беседу, помогавшую нам познакомиться ближе с туркменами, с их бытом, с их представлением о природе и о пустыне Каракумы»¹⁵⁸.

Наконец, на 11-й день экспедиция приблизилась к одному из Северных бугров — Чеммерли, возвышающемуся на 80 м над окружающей пустыней. Позднее Александр Евгеньевич вспоминал: «А картина вокруг была замечательная. Куда ни посмотришь, валы и валы песка. Кое-где среди них огромные ровные черные площадки шоров, дальше окаймленные венцом ярко-желтых сыпучих, подвижных песков, красноватые площадки такыров, а вокруг, как вулканы Центральной Франции или окрестностей Неаполя, как кратеры Луны, десятки отдельных остроконечных вершинок, то мелких «вулканических» конусов, то обрывистых скал. Далеко на севере и востоке рисовались новые группы бугров. Мы уже знали, что одни из них называются Дингли и в них имеется прекрасный «мыльный камень», а другие — Топ-Джульба, где-то не доходя до знаменитых колодцев Шихх»¹⁵⁹.

Участники похода собрали на Чеммерли богатые образцы серы.

К своей главной цели — бугру Дарваза — экспедиция подошла лишь на 15-й день. Всего два дня провели исследователи в этом месте, но даже беглое знакомство с Дарвазой дало очень многое. Прежде всего вскрылась несостоятельность старых представлений о происхождении серы в районе Серных бугров — никаких следов вулканизма здесь не встречалось. Зато выяснилось, что образование серы обусловлено гипергенными процессами. С ними же связано окремнение пород, накопление гипса.

Уже в Ленинграде, распаковывая образцы, собранные в экспедиции, Александр Евгеньевич обнаружил, что бумажные этикетки на них разрушились и обуглились. Ученый выяснил, что это — результат действия серной кислоты, которой были пропитаны песчаники. Так был установлен новый минеральный вид — свободная серная кислота, которая образовалась за счет окисления серных руд. Она может сохраняться и накапливаться только в пустынях,

¹⁵⁸ Там же.

¹⁵⁹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 306.

в условиях очень сухого климата. Во всех других ландшафтах ее обязательно разбавят атмосферные осадки.

Обратный путь до Геок-Тепе путешественники преодолели за 8 дней.

Возвратившись из экспедиции, Ферсман вновь окунулся в привычную атмосферу кипучей деятельности. В Ашхабаде он доложил туркменскому правительству о результатах экспедиции. Основной вывод — пустыня вполне доступна, она населена, вода есть почти всюду и недалеко от поверхности. Серные бутры таят огромные богатства, которые должны стать достоянием нашей промышленности.

Первая каракумская экспедиция привела к важным географическим и геохимическим результатам. Но собранных данных было недостаточно для практического освоения серных месторождений. Поэтому уже в следующем году Александр Евгеньевич организовал новую экспедицию. Осенью 1926 г. к Серным бутрам отправилась Вторая каракумская экспедиция под руководством Д. И. Щербакова. Из-за болезни Александр Евгеньевич в ней не участвовал, но по-прежнему являлся вдохновителем и научным руководителем всех экспедиционных работ. Участники нового похода должны были собрать данные о природных условиях пустыни, изыскать возможные пути через пески, выбрать место для будущего серного завода, определить запасы месторождений серы и т. д. Вместе с Щербаковым в пустыню отправились астроном, химик, ботаник, метеоролог, горный техник, проводники-туркмены. В караване уже было 20 верблюдов и 3 лошади.

Экспедиция установила, что запасы серы в центре пустыни огромны и что там можно построить завод для выплавки серы из руд. Ее участники открыли в пустыне и другие полезные ископаемые — «мыльный камень», целестин, кварциты, квасцы, известняки и т. д.

Участник похода химик П. А. Волков еще до поездки убедились, что обычные методы извлечения серы неприменимы для каракумской руды. И Волков нашел чрезвычайно остроумный и простой метод получения каракумской серы. Оказалось, что в процессе кипячения в автоклаве сероносных песчаников, загруженных в воду, песок всплывал наверх, а расплавленная сера опускалась вниз. Верблюды доставили автоклав и прочее оборудование опыт-

пой установки к буграм Шиих. Опытная переработка серной руды в пустыне увенчалась полным успехом — сера из автоклава вытекала чистая, пригодная для использования. Участники экспедиции доставили сотни пудов серной руды в Ашхабад, чтобы повторить опыты в крупном масштабе.

Ферсман был убежден в необходимости строительства в центре Каракумов серного завода. Однако кое-кому эта идея в то время казалась фантастической. Александра Евгеньевича даже обвиняли в авантюризме. Но ученый с присущей ему настойчивостью и энергией боролся за организацию такого завода. Опытные плавки серной руды в Ашхабаде (по методу Волкова) дали хорошие результаты. Туркменское правительство и партийные органы поддерживали смелую идею Ферсмана.

Весной 1927 г. началась эпопея переброски оборудования завода в пустыню (каждый котел весил 1,65 т, его грузили на фургоны, в которые впрягалось много лошадей). 38 дней понадобилось каравану, чтобы преодолеть 250 км, отделяющих Ашхабад от Серных бугров. Много сложностей доставила погрузка на верблюдов труб, железа и других предметов (гогонщики боялись, что необычный груз «испортит» корабли пустыни).

В конце августа около бугра Зеагли началось строительство завода. Вскоре здесь возник поселок, в котором имелись магазин, амбулаторный пункт — своеобразные приметы новой жизни. Поздней осенью 1927 г. завод дал первую продукцию, караваны с серой потянулись к железной дороге.

Строительство в центре Каракумов продолжалось. Еще один, более мощный завод был построен в Дарвазе. В центр Каракумов пришла новая жизнь.

Строительство серного завода остро поставило проблему его транспортных связей с «Большой Землей». Верблюды не справлялись с перевозкой все увеличивающегося количества добытой серы. Встал вопрос об использовании автомашин в песках и вывозе серы не на юг — к Ашхабаду, а на север — в долину Аму-Дарьи.

С этой целью весной 1929 г. А. Е. Ферсман организует Третью каракумскую экспедицию. Путешественники предполагали на автомашинах пересечь Каракумы с юга на север — от Ашхабада через Серный завод до низовий Аму-Дарьи. Позднее Александр Евгеньевич вспоминал:

«Тогда это путешествие казалось безумием или просто авантюрой: сделать на машине через пески, без дорог, 600 километров от Ашхабада до Хивы мог задумать только такой неразумный человек, как Ферсман; и даже в ночь перед отъездом много горьких слов выслушал я от своих спутников по путешествию, обвинявших меня в затее, которая через день должна обязательно провалиться»¹⁶⁰.

В путь отправились два автомобиля, специально приспособленные для путешествий в песках. Состав участников похода был довольно пестрый: от академика до корреспондента «Комсомольской правды». Не без приключений, но все же довольно быстро путешественники добрались до Серного завода. Как здесь все изменилось! А ведь с тех пор, когда Ферсман впервые посетил это место, прошло всего четыре года.

«Как не похожа была окружающая нас обстановка на ту, в которой мы проводили наши дни и ночи при первом объезде бугров! — писал он. — Сейчас в нашем распоряжении был великолепный домик из фанеры, с хорошими койками, столами и скамейками... Баня, кооператив, амбулатория, метеорологическая станция — все было к нашим услугам...

С гордостью осматривали мы наше детище и убеждались в правильности тех предположений, которые были выдвинуты Второй каракумской экспедицией [...].

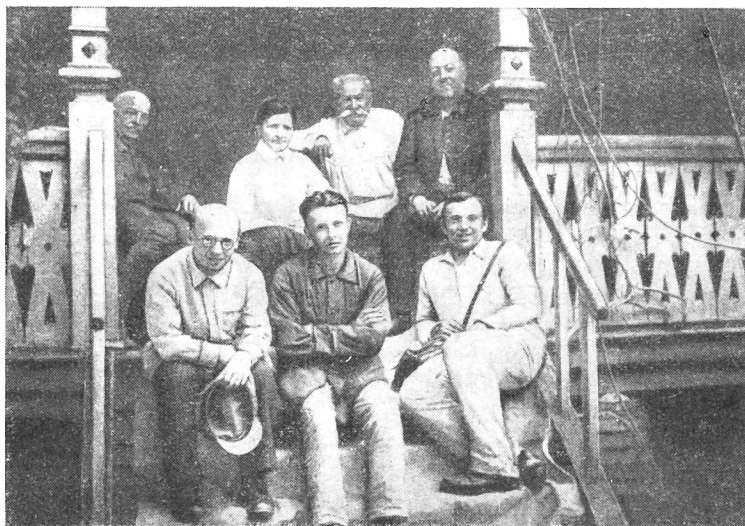
Развитие серного дела не является, однако, только промышленным предприятием. Создается серьезнейший культурный центр в самом сердце самых центральных Каракумов, и уже сейчас мы видим, какую крупную историческую роль он призван выполнять: прекрасный кооператив обеспечивает не только рабочих завода, но и туркмен, временно приезжающих на заработки или занятых перевозкой серы... Организуется фельдшерский пункт, намечено устройство школы.

Наконец, при нас было положено начало организации радиостанции»¹⁶¹.

Ферсман и его спутники провели на заводе три дня. (Они ознакомились с окрестностями, собрали богатые коллекции минералов. Отдохнув, они двинулись дальше по неизведанным путям к Хиве.

¹⁶⁰ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 345.

¹⁶¹ Там же, стр. 346.



В 1927 г. в Фергане.

Слева направо: вверху геолог Б. Н. Наследов, родители А. Ф. Соседко, А. Е. Ферсман. Внизу А. А. Сауков (второй слева), А. Ф. Соседко

Их дальнейшее путешествие вполне могло лечь в основу сценария приключенческого фильма. Было все — и следы бандитов на песке, и поломка автомашин, и «проблема воды» (по пиале в день!), и кавалерийский отряд, пришедший на помощь... Но трудности не остановили путешественников. Они благополучно достигли Ташауза — центра старого Хорезма в Хивинском оазисе. Цель экспедиции была достигнута — автомобиль впервые пересек Каракумы!

Из Ташауза Ферсман на самолете перелетел в Чарджоу, а оттуда поездом — в Ашхабад. Здесь он доложил туркменскому правительству о результатах экспедиции, показавшей возможность использования автомашин в песках и поставившей вопрос о транспортировке каракумской серы на автомашинах.

Исследования Ферсмана в Туркмении имели очень большое значение. По словам академика А. В. Сидоренко, они «...положили начало планомерному и комплексному

познанию одной из величайших пустынь мира, благодаря чему из всех пустынь Каракумы теперь наиболее изучены»¹⁶². Как справедливо отмечает Сидоренко, эти работы Ферсмана также положили начало изучению минералогии и геохимии пустынь вообще.

Туркменский народ высоко оценил значение работ Ферсмана в Туркмении — Александр Евгеньевич был избран членом ЦИК Туркменской ССР.

Средняя Азия все больше и больше привлекала Ферсмана. Он видел в ней грандиозные возможности для химизации народного хозяйства. Ученого интересуют вопросы добычи глауберовой соли на Кара-Богаз-Голе, он посещает витеритовые жилы в Сумбарской долине Копет-Дага, остров (ныне полуостров) Челекен. Особенно заинтересовал его Челекен — природная химическая лаборатория, где нефть, углеводородные газы, озокерит, термальные воды, поваренная соль, сульфиды железа и других металлов создают неповторимый геохимический комплекс. Ферсман разработал первую геохимическую гипотезу, объясняющую процессы, протекающие на Челекене. Большое значение придавал он и дальнейшим геохимическим исследованиям, направленным на развитие производительных сил Челекена.

Весной 1927 г. А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков в сопровождении ленинградских студентов А. А. Саукова и А. Ф. Соседко посетили ртутно-сурьмяные месторождения, расположенные на северных склонах Алайского хребта. Тогда же Саукову было поручено изучить недавно открытое месторождение Хайдаркен. Ферсман и Щербаков намечают программу работ и, «что самое важное, зажигают энтузиазмом, сознанием большой важности порученного мне дела. Вообще умение зажечь, вдохновить — один из характерных и особенно ценных даров, которым так щедро был от природы наделен Александр Евгеньевич», — вспоминал позднее А. А. Сауков¹⁶³. В дальнейшем оба студента стали выдающимися исследователями Средней Азии.

Еще во время Третьей каракумской экспедиции, пролетая из Ташауза в Чарджоу, Ферсман заинтересовался

¹⁶² «Природа», 1950, № 4, стр. 68.

¹⁶³ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 137.

пустыней Кызылкумы, простирающейся к востоку от Аму-Дарьи. Из отчетов прежних путешественников было известно, что Кызылкумы — это не сплошные пески, в центре пустыни встречались небольшие горные массивы. В древности в этих местах добывали бирюзу, отдельные горки носили заманчивое название «Алтынтау» (золотая гора). По предложению Ферсмана в 1931 г. в Кызылкумы направляются несколько отрядов Каракалпакской экспедиции Академии наук СССР.

Один из ее участников, геохимик А. Ф. Соседко, рассказал Александру Евгеньевичу о пегматитовых жилах, обнаруженных в центре пустыни. У Ферсмана возникают предположения о геологических связях Урала и Тянь-Шаня через Кызылкумы. Его вновь манят неизученные просторы. («Где я не был, туда-то меня и тянет», — шутливо заметил как-то Александр Евгеньевич.) И вот весной 1932 г. маленький отряд исследователей во главе с Ферсманом высадился из поезда на станции Кермине (ныне Навои). Отсюда они предполагали на машине пересечь Кызылкумы и добраться до низовий Аму-Дарьи с востока. Правительство Каракалпакии¹⁶⁴ выделило для участников экспедиции грузовую автомашину «КАО-1», хорошо известную в дальнейшем геологам «полуторку».

Сначала путь исследователей лежал в аул Тамды, затем — к пегматитовым полям у аула Джиланды и, наконец, самое «интересное» — через сплошные пески в столицу Каракалпакии г. Турткуль. Автомашина внесла в путешествие по Средней Азии новый элемент. Раньше Александр Евгеньевич сетовал на «медлительность Востока», а теперь мы находим у него следующие признания: «Темпы нашей экспедиции были таковы, что мы не только не успевали записывать наши наблюдения в свои дневники, мы превратились в полуборванных, грязных бродяг. Мы так уставали, что уже не обращали на это никакого внимания»¹⁶⁵.

Началось путешествие хорошо — к северу от оазисной полосы лежала ровная полынная пустыня, по которой машина шла очень легко, развивая скорость до 50 км/час. Песков не было. Вскоре показались небольшие скалистые

¹⁶⁴ В те годы Центральные Кызылкумы входили в состав Каракалпакии, ныне это район Бухарской области Узбекской ССР.

¹⁶⁵ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 393.

горки, которые также не представляли серьезного препятствия. Большое впечатление на Ферсмана и его спутников произвела «пустынная столица» — аул Тамды, расположенный в 250 км от железной дороги. «Мы приехали в первый день съезда Советов Тамдынского района, — писал Ферсман, — и когда мы выехали на площадь и остановили свою КАО-1, то неожиданно увидели пестрые группы каракалпаков, казахов, узбеков... Почти весь день провели мы в Тамдах. Выступали на съезде. Наши молодые исследователи с увлечением рассказывали о тех богатствах, которые имеются в районе Тамдов, о 30 полезных ископаемых, которые они открыли здесь, в хребтах Кызылкумов, — о корунде для абразивов, о нежноволокнистом асбесте, сине-зеленой бирюзе, графите для карандашей, показывали интересные образцы руд мышьяка и тех редких металлов, которые влекли нас к далекому Алтынтау»¹⁶⁶.

100-километровый путь к Алтынтау оказался тяжелым. Впереди лежали «Джаманкумы» (плохие пески) — узкая, но труднопроходимая песчаная полоса. Преодолев пески, машина вынесла путешественников к гранитному массиву. Ферсман смог увидеть интересовавшие его пегматиты, проверить свои предположения о связях пегматитов Урала и Тань-Шаня.

Но впереди путешественников ждала непреодолимая преграда: по рассказам местных жителей, далее к западу простиралась сплошная полоса песков. Мысль о Турткуле пришлось оставить. Ферсман решил повернуть назад и по новой «прямой» дороге пробираться на юг, в Бухару. Однако этот короткий путь оказался более трудным. Путешественники вновь столкнулись с труднопроходимыми песками. Встретились им и басмачи. Но все окончилось благополучно. Через несколько дней Ферсман и его спутники увидели древние минареты Бухары, окунулись в шумную жизнь оазиса, которая всегда так приятна после безмолвия и одиночества пустыни.

На этом кызылкумское путешествие Ферсмана не закончилось. Поездом он отправляется в Чарджоу, оттуда самолетом — в Турткуль и затем совершает маршрут к невысоким горам Султануиздаг, расположенным на ок-

¹⁶⁶ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 399.

раине пустыни. Его внимание снова привлекли пегматиты, а также месторождения талька, мрамора, фосфоритов. Во время этих поездок Ферсман наметил основные пути развития производительных сил Каракалпакии — покорение Аму-Дарьи, орошение Кызылкумов подземными водами, развитие в пустыне горного дела.

Наша действительность подтвердила смелые прогнозы ученого. Сейчас Кызылкумы становятся крупным горнорудным районом страны. Слава об их золоте и газе (Газли) гремит по всей Средней Азии. Вырастают новые поселки, проводятся дороги. Как и предвидел ученый, возникают первые оазисы около источников артезианских вод, а самолет менее чем за час доставляет пассажира из Бухары в Тамды и другие пункты Кызылкумов, куда с таким трудом пробивалась КАО-1 экспедиции Ферсмана.

В начале 30-х годов в Средней Азии развернулись широкие исследовательские и поисковые работы, были созданы местные геологические учреждения.

На территории Таджикистана и смежных республик начались работы крупной комплексной Таджикско-Памирской экспедиции (ТПЭ), сначала находившейся в ведении Совнаркома СССР, а позднее переданной Академии наук. Начальник этой экспедиции, старый большевик, секретарь В. И. Ленина, Н. П. Горбунов привлек к работам большие силы ученых. Научным руководителем ТПЭ являлся А. Е. Ферсман. Отряды ТПЭ пробирались в самые труднодоступные ущелья Западного Памира, обследовали рудный Карамазар, интересовались солями и другими нерудными ископаемыми, изучали физическую географию края, его гидроресурсы и другие естественные производительные силы. Сотрудники экспедиции много сделали для познания природы Средней Азии.

В Карамазаре были открыты Кансай, Тарыэкан, Такели, Курусай, Алмалык и другие месторождения цветных и редких металлов. На Карамазарском съезде геологов, проходившем осенью 1931 г. в Ходженте (Ленинабад) ¹⁶⁷, был поставлен вопрос о необходимости развития новой рудной базы страны.

¹⁶⁷ Съезд проходил без участия А. Е. Ферсмана. Видную роль в его работе играли Д. И. Щербаков и Б. Н. Наследов.

Однако о промышленных перспективах Карамазара и всей рудной базы Средней Азии высказывались разные взгляды. Энтузиасты указывали на огромное количество древних выработок в Карамазаре, на то, что в прошлом (до монгольского завоевания) это был крупный рудный район, а скептики из этих же фактов делали выводы о его бесперспективности (древние рудокопы все выбрали). Выдвигались и теоретические обоснования: указывали на недостаточное развитие рудоносных гранитов, на неблагоприятную тектоно-магматическую обстановку, плохой литологический контроль и т. д.

Естественно, что молодые геологи Карамазара с нетерпением ждали авторитетного заключения А. Е. Ферсмана. Ученый приехал в Карамазар весной 1932 г. во главе бригады Наркомтяжпрома, обследующей месторождения Средней Азии. Он ознакомился со многими объектами¹⁶⁸ и вскоре на заседании в Ходжентском горкоме ВКП (б) сделал доклад о перспективах рудного Карамазара.

Александр Евгеньевич отметил большое значение района, рудные ресурсы которого, по его мнению, еще не выявлены полностью¹⁶⁹.

Рассмотрев рудный Карамазар с геохимических позиций, он выделил характерную особенность района — сосредоточение в одном месте мышьяковых, висмутовых и сульфидных руд. Все они, по Ферсману, представляют различные фазы единого геохимического процесса. Поэтому ученый указывал на необходимость комплексного подхода к извлечению металлов из руд. Старая примитивная металлургия здесь не подходит, подчеркивал Ферсман. Необходима особая «химизированная металлургия» — иначе Карамазар не освоить. Ферсман вновь призывал к химизации, причем указывал, что начинать надо с «химизации геологических умов».

Большое внимание Ферсман обращал также на разработку так называемого вспомогательного сырья. «Огнеупоры, кислотоупоры, флюсы, различные строительные материалы, сырье для химической промышленности — вот тот большой круг объектов, который должен привлекать внимание поисковика и разведчика не менее, чем цветные

¹⁶⁸ Ферсман посетил сурьмяно-ртутный пояс в Южной Фергане — Хайдаркен и Кадамджай, осмотрел Алмалык, Кансай и другие месторождения Карамазара.

¹⁶⁹ Этот вывод А. Е. Ферсмана подтвердился позднейшими открытиями.



А. Е. Ферсман среди геологов-геохимиков. Ходжент, 1933 г.

металлы и редкие элементы», — говорил он в своем выступлении¹⁷⁰. Неизвестно, чего больше потребуется при освоении Алмалыка — руды или флюсов, подчеркивал ученый.

На вопрос «Как вести поисковые работы?» Александр Евгеньевич отвечал: «Мое глубокое убеждение, что найти можно только то, что ищешь»¹⁷¹. Затем следовал вывод о важности научного контроля в поисковой работе, о необходимости геохимического освоения Карамазара.

Ферсман высказывал свою любимую идею о развитии науки на местах. Он говорил о создании исследовательской ячейки в Ходжентском районе, особого научно-исследовательского института, призванного помочь развитию тяжелой промышленности в Северном Таджикистане. Вскоре такой центр был создан. Им стал Ходжентский геолого-геохимический сектор, которым руководил Д. И. Щерба-

¹⁷⁰ А. Е. Ферсман, *Особенности рудного Карамазара*. В кн.: «Геология и геохимия». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935, стр. 5—12 (*Труды Тадж. базы АН СССР*, т. 4).

¹⁷¹ Там же.

ков. Яркая речь А. Е. Ферсмана произвела большое впечатление на слушателей. Четкие мысли и планы ученого помогли развитию горного дела в Карамазаре.

В следующем, 1933 г. Ферсман участвовал в отчетной конференции ТПЭ в Сталинабаде и на обратном пути заехал в Гаурдак. В Ташкенте Александр Евгеньевич тяжело заболел.

В 1940 г. Ферсман в последний раз посетил Среднюю Азию — Ферганскую долину, Самарканд, Северную Киргизию.

Почти 20 лет был связан Ферсман со Средней Азией. Ученый многое сделал для изучения этого края и познания его природных богатств. Он разработал металлогеническую схему Средней Азии, для которой, по его мнению, характерен стык «Уралид» и «Кавказид». Ферсман указал на древний (палеозойский) возраст основных эндогенных рудных процессов, хотя и отметил развитие здесь молодых наложенных явлений. Ученый привлек внимание геологов к мезо-кайнозойским отложениям Средней Азии, перспективы которых в то время недооценивались.

Так же как и в трудах о Хибинах, в своих среднеазиатских работах Ферсман предстает перед нами не только как ученый-теоретик, но и как крупный организатор народного хозяйства. Ферсман предостерегал против неправильного, одностороннего направления поисковых работ и считал, что поисками должна быть охвачена вся территория Средней Азии. «Главные точки», возможно, еще не обнаружены, строительство ведется не на основных объектах, указывал ученый. Он отмечал, что даже под самым Ташкентом хребты Тянь-Шаня почти не изучены.

Александр Евгеньевич любил Среднюю Азию и верил в ее большие возможности. «Нет, мы не согласны со всеми теми, кто не верит в ископаемые богатства Средней Азии,— писал ученый.— Правда, они рассеяны, правда, они не так сконцентрированы, как, например, на Урале или на Кольском полуострове, но минералогия Средней Азии исключительно своеобразна и самобытна. Ее полезные ископаемые — это не те простые обычные полезные ископаемые, которые мы видим в Средней России или даже на Урале,— здесь минералы какие-то новые, иные, чем в других частях Советского Союза. Здесь и свободная серная

кислота, пропитывающая пески, здесь мировой Кара-Богас с его сульфатами, нефтяные воды, замечательное оптическое сырье.

Будущее горной промышленности Средней Азии нам делается все более и более ясным. Нефть, уголь, углеводородные газы — вот основа энергетики Средней Азии наряду с энергией ее бурных горных рек.

Второе место в списке полезных ископаемых занимают соли. Соли калия, хлора, брома, йода, сульфаты стронция и бария и многочисленные неметаллические ископаемые, как сера, графит.

Третье место принадлежит цветным металлам — цинку, свинцу, меди. Открытие в последние годы алюминиевых руд обещает положить начало крупной алюминиевой промышленности.

Далее следуют замечательные оптические минералы. И, наконец, последняя группа полезных ископаемых, группа, которая почти нигде не повторяется в этом виде на нашей территории, — группа редких металлов.

Мы уверены, что именно в Средней Азии будет создан крупнейший центр промышленности редких и сверхредких металлов. Мы ждем этого промышленного будущего Средней Азии.

Мы ждем создания в Средней Азии мощной химической индустрии. Ждем обуздания ее могучих рек и создания сети гидроэлектростанций.

Мы верим в громадное промышленное будущее этого аграрно-индустриального края. Но мы прекрасно понимаем, что этой веры, надежды и уверенности еще недостаточно. Для того чтобы осуществились эти предположения, вошли в жизнь, необходима огромная исследовательская работа.

Нужно, чтобы отдельные точки находок отдельных химических элементов слились в общую закономерную геохимическую картину; чтобы они образовали закономерные дуги, пояса, поля, чтобы эти дуги, зоны, пояса, центры и поля слились с геологической картиной прошлого этих замечательных торных цепей Центральной Азии.

Только тогда, когда в едином синтезе сольются идеи и факты геологии и минералогии, — родятся те геохимические выводы, которые позволят смело предсказывать будущее, наводить на поиски и рисовать судьбу месторожде-

ния в глубинах — словом, позволят раскрыть ту геохимическую картину, на фоне которой только и можно строить горную промышленность.

Я посвящаю эти последние строки очерков моих многолетних странствований по Средней Азии молодым геологическим силам молодых советских республик — Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Казахстана и Киргизии.

Мне хотелось бы призвать молодые силы этих республик к упорной исследовательской работе на своей родной земле.

Мне хотелось бы, чтобы они поняли, что Средняя Азия — это часть неповторяемых богатств всей нашей Родины, что ее ископаемые, как и ее хлопок, принадлежат всему народу и что в борьбе за свои родные недра они положат не только начало новой национальной культуре и промышленности, но и тысячами нитей свяжут их в единое мощное целое с культурой и промышленностью великого Советского Союза¹⁷².

Так писал Ферсман несколько десятков лет назад. Жизнь подтвердила смелые прогнозы ученого. Ныне Средняя Азия — это страна с развитой химической промышленностью. Сырьем для нее служат нефть, газ, соли, угли мезо-кайнозойских отложений, на которые обращал такое большое внимание Александр Евгеньевич. Сбылись прогнозы Ферсмана и о рудном Карамазаре, и о перспективах поисков золота в Средней Азии (вспомним «большое золото» Кызылкумов). Подтвердились и многие другие предположения ученого. И совершенно прав был крупный узбекский ученый-геолог Х. М. Абдуллаев, когда писал: «А. Е. Ферсман — один из создателей горной промышленности в Средней Азии. Чем больше геологи изучают Среднюю Азию, тем больше убеждаются в правоте А. Е. Ферсмана в отношении основных вопросов перспектив развития горной промышленности, в научной обоснованности его выводов»¹⁷³.

¹⁷² А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 484—486.

¹⁷³ Х. М. Абдуллаев. А. Е. Ферсман и его роль в изучении богатств недр Средней Азии. «Записки Узбекского отд. Всес. минералог. об-ва», вып. VIII, Ташкент, 1955, стр. 9.

ВЕЛИКАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОЙНА 1941—1945

К вам, людям геологической науки, обращаюсь я: будьте смелы и изобретательны, заострите свои знания, подымите самые недра против врага. Пусть горы металла, цемента, взрывчатых веществ вырастут в тот девятый вал, мощная сила которого повергнет фашистскую лавину.

А. Ферсман

Сложные задачи встали перед советской геологией в годы Великой Отечественной войны. С самого начала война стала маневренной, распространилась на огромные территории с разнообразным геологическим строением. Геологи должны были определять условия фортификационного строительства, водоснабжения (особенно на южных фронтах) и главным образом проходимости войск.

Уже в первый год войны почти на всех фронтах стали действовать военно-геологические отряды. В отрядах было много квалифицированных геологов, в том числе ученых. Например, в военно-геологическом отряде Кавказского фронта под руководством крупного советского военного геолога Б. Д. Русанова работали геологи и геохимики Д. И. Щербаков, И. Г. Кузнецов, Е. В. Кузнецова, В. Ф. Морювкина, почвовед Н. А. Димо и другие ученые.

Военные геологи решали различные задачи, связанные с наступлением наших войск (а в 1941—1942 гг. — и с обороной). При этом геологам приходилось быстро осваивать различные разделы науки, например карстоведение, четвертичную геологию, геоморфологию, гидрогеологию и т. д. В военных академиях читались лекции по военной геологии, устраивались выставки. Советская военная геология развивалась, приобретая опыт в ходе боевых операций Красной Армии.

В первые месяцы войны в работу военных геологов включился Ферсман. Он возглавил эту работу в Академии наук.

Важные задачи, объединяемые проблемой «война и стратегическое сырье», стояли перед советскими геологами в тылу. Они должны были обеспечить промышленность сырьем, искать новые месторождения, расширять перспек-

тивы уже известных месторождений. В их решении Ферсман сыграл выдающуюся роль. Особенно много он сделал в деле мобилизации ресурсов Урала на нужды фронта.

Наконец, от геологии требовалась оценка минеральных ресурсов противника и союзников. Эти вопросы также занимали внимание Ферсмана. В начале июня 1941 г. он приехал в Хибинны для утверждения плана работ Кольской базы, проведения научной сессии и участия в новой экспедиции. Работа сессии была прервана налетом фашистских бомбардировщиков. Свидетель событий тех дней В. Т. Сургаи вспоминал: «Варварская бомбардировка города и обстрел мирных жителей произвели потрясающее впечатление на А. Е. Ферсмана. Давно мучавшая его болезнь печени резко обострилась, и он слег в постель, но работы не прекращал: вызывал к себе сотрудников, давал указания и советы, предостерегал от паники, успокаивал. На его лице не было и тени тревоги.

Дня через три в ожидании поезда мы собрались в полуподвальном помещении Кировского вокзала... Несмотря на напряженность обстановки, Александр Евгеньевич, присев на чемодан, начал подробно расспрашивать меня о содержании написанной мной работы об Ильменах. Работа у меня была с собой, и, развернув ее, мы углубились в разбор схем изоморфизма, громко разговаривая и позабыв обо всем...

Вскоре объявили посадку. Мы вошли в изуродованный бомбежкой вагон. Крыша на нем была завернута, а местами вообще сорвана, стекла в окнах выбиты, в стенах зияли сквозные пробоины... Я вышел на перрон и среди груд кирпича и щебня поднял осколок фугасной бомбы из розоватого, еще не успевшего потемнеть металла. Когда я вернулся в вагон, Александр Евгеньевич сразу же обратил на него внимание. Рассматривая его, он тихо произнес: «Обычно я увозил отсюда образцы созидания, а на сей раз повезу образец варварского разрушения».

Во время пути и частых остановок А. Е. Ферсман чувствовал себя плохо, но мужественно переносил страдания. Больше всего его мучило чудовищное бедствие, обрушившееся на Родину. Ожидание возможного обстрела или бомбежки поезда, тревожившее всех пассажиров, мало беспокоило Александра Евгеньевича»¹⁷⁴.

¹⁷⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 129.

Вернувшись из Хибин в Москву, Александр Евгеньевич приступил к организации в Академии наук оперативных оборонных комиссий. К работам в них он привлек многих сотрудников Геологического и других институтов Академии наук СССР. Особенно тесную связь он поддерживал с географами, почвоведом, ботаниками: географом и почвоведом профессором (ныне академиком) И. П. Герасимовым, геоботаником профессором (ныне членом-корреспондентом) Е. М. Лавренко, геоморфологом профессором К. К. Марковым и другими учеными. 16 сентября А. Е. Ферсман писал Вернадскому: «В Москве удалось организовать очень серьезные работы большого оборонного значения (по маскировке, где блестяще работает Кринов, по аэро съемке, по редким элементам, по географии соседних стран, по гидрогеологии и строительным материалам фронта). Целый маленький институт специальных работ; даже все палеонтологи включились в ряд острейших проблем»¹⁷⁵. Через три дня он сообщал Вернадскому, что «работы масса», часть ее перенесена на фронт, на аэродромы.

Выступая на антифашистском митинге советских ученых в Москве 12 октября 1941 г., Ферсман говорил: «Больше металла, угля, нефти, солей — таков лозунг тех тысяч геологических партий, которые в разных частях Союза разыскивают месторождения руд алюминия и хрома, никеля и кобальта, новые источники корунда и серы, колчеданов и солей.

Творческие порывы геологов и географов, минераловедов и геохимиков уже готовят ту лавину металла, под которой найдет свою смерть озверелый фашизм»¹⁷⁶.

Вспоминая то тревожное время, С. М. Юсупова — академик Академии наук Таджикской ССР — писала: «1941 г. Ташкент. Война, ночные работы. Иду с работы ночью домой по темным улицам и не могу понять, в чем дело — у репродукторов стоят толпы людей. Спрашиваю. «Тише, — отвечают мне, — выступает академик Ферсман». Все с большим вниманием слушали лекцию «Война и стратегическое сырье». Шел дождь, а люди не расходились»¹⁷⁷.

«Александр Евгеньевич был полон деятельности, — вспоминает о первых месяцах войны В. А. Варсановъ-

¹⁷⁵ Указ. соч., стр. 452.

¹⁷⁶ «Известия», 14 сентября 1941 г.

¹⁷⁷ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 342—343.

ева,— и никак не думал выезжать из Москвы, хотя уже началась ее бомбардировка. Помню, как я приехала к нему как-то утром, после того как ночью упала бомба на Сретенский бульвар. Александр Евгеньевич был очень оживлен, с любопытством осматривал повреждения в квартире, показывал стакан, наполовину наполненный водой, с которого была снесена верхушка, причем не выплеснулось ни капли воды, рассуждал о движении взрывной волны. Он не хотел покидать Москву и, по-видимому, с неудовольствием подчинился предъявленному ему Академией наук требованию эвакуироваться на Урал, в Свердловск»¹⁷⁸.

В Свердловске Ферсман организует работы по мобилизации ресурсов Урала на оборону. Он проводит различные совещания, объезжает города и рудники. В упомянутом уже письме (от 16 сентября) он писал Вернадскому:

«Дорогой Владимир Иванович

Шлю Вам привет после объезда Урала и двукратного посещения Свердловска, Миасса и Казани. Мы с Катриш в 12 дней на самолете облетали все эти места и познакомились с ходом работ и условиями жизни. Наилучшее впечатление оставил Урал с его бурной, интересной и творческой работой...

30 сентября будет расширенное заседание Президиума (АН) в Казани, куда я вылечу на 2—3 дня. Потом вернусь в Москву и поеду на октябрь — начало ноября в Свердловск, где будем готовить специальное совещание по сырью Урала.

Потом придется поехать в Сыктывкар, куда переехала благополучно Кольская база и где начинается серьезный цикл работ»¹⁷⁹.

Академик А. В. Шубников так описывает встречу с Александром Евгеньевичем в Свердловске осенью 1941 г.: «В 12 часов ночи являюсь на квартиру к Александру Евгеньевичу, он не спит. Входят и выходят люди, стрекочет пишущая машинка, вокруг Александра Евгеньевича опять вертится жизнь, идет оборонная работа. На мой вопрос, что делать, где то учреждение, в котором я мог бы работать, Александр Евгеньевич ответил лаконически: «Вы сами и есть то учреждение, которое ищете». Не прошло и недели, как я приступил к оборонной работе по

¹⁷⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 184.

¹⁷⁹ Там же, стр. 452.

своей специальности — «учреждение начало функционировать»¹⁸⁰.

На Урал эвакуировался и Институт геологических наук, директором которого назначили А. Е. Ферсмана. Несмотря на частые поездки по Уралу, связанные с основной работой, ученый часто выступал с различными лекциями в свердловских госпиталях, вузах, на заводах. Журналист Э. Финн вспоминает, что однажды Свердловский радиокомитет организовал специальную передачу для фронтовиков, в которой с письмом к своему сыну-радисту, находящемуся в действующей армии, выступил А. Е. Ферсман. Ученый, в частности, сказал: «Пусть армия будет уверена, что тыл утроит добычу металла, солей и сырья, что увеличится во много раз производство и вооружение той тонкой аппаратурой, которой владеете вы на фронте, укрепляя радиосвязь между боевыми точками»¹⁸¹.

Дважды из Свердловска Александр Евгеньевич вылетал на Западный фронт.

В середине февраля 1942 г. Ферсман возвращается в Москву. Он временно живет в чужой квартире, «сильно мерзнет», но «работает вовсю». Ученый составляет большую сводку по стратегическому сырью зарубежных стран, продолжает руководить работой оборонных комиссий, кратковременно выезжает на фронт, откуда привозит трофейные образцы для химического анализа.

В начале 1942 г. Ферсман прочитал лекцию для бойцов и командиров одной из фронтовых танковых частей. Вот что писал об этой лекции боец Александренко: «18 марта — счастливый день. Все бойцы и командиры собрались в клубе. На кафедру поднимается широкоплечий, с хорошей улыбкой и взглядом А. Е. Ферсман. Александра Евгеньевича встретили взрывом аплодисментов... Так просто, доходчиво рассказывал тов. Ферсман о нашем богатстве и силе, о полном разгроме гитлеровцев, Гитлера и его клики. Каждая фраза, высказанная тов. Ферсманом, стреляла. Доклад тов. Ферсмана дал нам много. Наказ тов. Ферсмана об уничтожении фашистов мы с честью выполним».

¹⁸⁰ Там же, стр. 122.

¹⁸¹ Там же, стр. 356.

В апреле 1942 г. А. Е. Ферсману за работу «Полезные ископаемые Кольского полуострова», опубликованную в 1941 г., присуждается Государственная премия I степени.

В мае Ферсман уже снова в Свердловске. Находясь на Урале, он посещает различные районы края. В сентябре он писал Вернадскому из Москвы: «Сам я совершенно заматался...

Работаю усиленно по стратегическому сырью и по восьми оборонным комиссиям. Работы масса, но в общем удаётся кое-что сделать»¹⁸².

В этот период Александр Евгеньевич установил связь с членом-корреспондентом АН СССР Б. Б. Полиновым, эвакуированным в Ташкент. Ферсман привлек его к оборонным работам, торопил с окончанием большого труда «Военная география». Так возобновился контакт между двумя выдающимися учеными, которые совместно помогали фронту своими знаниями еще в первую мировую войну.

В ноябре 1942 г. Ферсман опять приехал в Свердловск. Отсюда он сообщил Вернадскому о ходе своих работ «по стратегическому сырью зарубежных стран». Ученый надеялся, что ему удастся приехать к Вернадскому в Боровое¹⁸³ «...немного отдохнуть. Но до этого нужно посетить Тбилиси, Среднюю Азию, Сыктывкар и Актюбинск...»¹⁸⁴ Болезнь предательски вносит свои коррективы в планы ученого, и Ферсман в тяжелом состоянии попадает в военный госпиталь. Только в июне 1943 г. врачи разрешили ему переехать в «Узкое», откуда он писал Вернадскому: «Здоровье мое значительно лучше, но я решил быть осторожным и сейчас еще не работаю. Екатерина Матвеевна мне читает вслух — об Италии и записки Армана де Коленкур о Наполеоне»¹⁸⁵.

Проходит еще два месяца, Александр Евгеньевич все еще в «Узком». В одном из писем он сообщал Вернадскому, что чувствует себя «гораздо лучше», но приходится соблюдать осторожность, так как «врачи держат меня в строгости».

¹⁸² «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 454.

¹⁸³ В начале войны часть ученых Академии наук была эвакуирована в Боровое, расположенное в Северном Казахстане.

¹⁸⁴ Письмо Вернадскому от 19.XI 1942 г. В кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 455.

¹⁸⁵ Там же.

Большой интерес представляют мысли Ферсмана о войне. Александр Евгеньевич тяжело переживал события первого периода войны: отступление Красной Армии, вражескую оккупацию Минска, Киева и других городов, угрозу Москве и Ленинграду. Однако ученый не сомневался в окончательной победе. Эту уверенность он черпал также и в своей науке.

С. Ю. Липшиц, вспоминая беседу с Ферсманом в трудное время фашистского наступления, приводит замечательные слова ученого: «Долг каждого честного человека, — говорил Александр Евгеньевич, — бороться с фашизмом всеми духовными и физическими силами. Немцы многое знают, но ничего не понимают. Нам очень тяжело, но верьте моему научному и житейскому опыту — фашизм обречен. Он еще будет отчаянно сопротивляться, он принесет еще море крови, миллионы жертв, разорит и превратит в пепел города, деревни, фабрики, заводы, университеты, академии, музеи, но он уже потенциально разлагающийся труп. История на стороне правды, науки и культуры!»¹⁸⁶

В дни тяжелых испытаний очень хотелось верить в быструю гибель гитлеровской военной машины в результате различных «невоенных факторов», например истощения запасов нефти и другого сырья. Подобные взгляды были широко распространены в печати. Несмотря на то что Ферсман был большим оптимистом, он понимал всю серьезность и трудность сложившегося положения. По словам Э. Финна, ученый «огорошил» его утверждением, что война продлится пять лет и окончится в 1945 г. И это было сказано в 1941 г., когда гитлеровские полчища стояли под Москвой! Финн попытался возражать, сославшись на данные академика Е. Варга о том, что у Гитлера нефти хватит лишь на несколько месяцев. На это Ферсман с улыбкой заметил, что и академики могут ошибаться.

В брошюре «Геология и война» Ферсман писал: «Геологи и минералоги, геохимики, горняки и металлурги нашей родины, включитесь в общий порыв всей страны! Больше сырья, больше танков и пушек, снарядов и минометов, больше самолетов и взрывчатых веществ!

¹⁸⁶ Там же, стр. 243.

Борьба за расширение добычи сырья — один из важнейших лозунгов всего антифашистского фронта, боевой клич исследователей Земли и работников недр — от ученых-геологов до горняков-забойщиков, от теоретиков геохимической мысли до химиков-аналитиков, рудничной или заводской лаборатории»¹⁸⁷.

Брошюра заканчивалась следующими словами: *«Кто лучше поймет силы воздуха и земли, кто поймет местность как арену борьбы за пространство, кто сумеет скорее и полнее овладеть глубинами земли, тот будет ближе к победе над врагом. Он будет к ней ближе, если сумеет все свои знания, всю энергию и волю подчинить единой мысли — бороться и побеждать, если поставит все силы природы на эту борьбу, сделает своими союзниками горную скалу и трескучий мороз.*

Он будет ближе к ней, если поймет психику врага, коварного, технически сильного, изучившего очень многое, но не постигшего ни нашей природы, ни нашей истории, ни самого русского человека.

*Он будет ближе к победе, если учтет все уроки войны и осознает, что нет прекраснее удела в жизни, чем бороться за свою Родину, за свободу, счастье и радость будущих поколений»*¹⁸⁸.

Ферсман много внимания уделял проблеме «война и стратегическое сырье». С одной стороны, он изучал минеральное сырье зарубежных стран, в том числе сырьевые ресурсы противника, а с другой — ресурсы СССР.

Ученый писал: «Мы плохо ознакомились с соседними странами и только сейчас узнаем те ресурсы, в поисках которых они направляют свою военную агрессию. Мы лишь сейчас начинаем понимать проблему стратегического сырья во всем ее сложном переплете интересов хозяйства и войны».

Он придавал большое значение анализу минеральных ресурсов противника и их роли в войне: «Истощение материальных ресурсов Германии,— писал Ферсман в «Геологии и войне»,— ведет к истощению нервов и воли, к моральному разложению противника. Разложение растет, и чем более будет развиваться борьба на этом фрон-

¹⁸⁷ А. Е. Ферсман. Геология и война. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943, стр. 38—39.

¹⁸⁸ Там же, стр. 39—40.

те, тем напряженнее будет состояние голодного и усталого германского тыла.

От правильного геолого-экономического анализа снабжения врага, от правильного понимания его наиболее уязвимых мест зависит успех борьбы. Тиски сжимаются не сразу, напряжение накапливается по мелочам, как гениально говорил о войне Лев Толстой, «по мелочам накапливаются исторические процессы...»

Мы должны точно знать, какого сырья нет у врага, какого у него не хватает. Мы должны всеми силами бороться против расширения его возможностей снабжения и улучшения его сырьевого баланса»¹⁸⁹.

А. Е. Ферсман при участии Б. И. Когана пишет большую монографию «Минеральное сырье зарубежных стран», опубликованную в 1947 г. В этой книге авторы охарактеризовали отдельные крупные геохимические комплексы, узлы сырья, рассмотрели обеспеченность сырьем отдельных стран.

Еще большее внимание Ферсман уделял проблеме мобилизации недр СССР для обороны. Он считал, что война предъявила новые требования к сырью. Особенно возросли потребности в металлах танковой брони — хrome, никеле, марганце. Выросла роль редких элементов — лития, индия, циркония, ниобия и др. По-прежнему велики потребности промышленности в главных элементах — железе, кремнии, углероде и т. д. Ученый наметил целый комплекс задач для обеспечения нужд народного хозяйства и фронта минеральным сырьем. На первом месте он поставил открытие новых месторождений стратегического сырья, особенно на Урале, в Казахстане и Средней Азии. Очень важно, по его мнению, наращивать запасы уже известных месторождений, выявлять участки с наиболее богатыми рудами.

В связи с проблемой стратегического сырья Ферсман снова обращался к идее углубленного химико-минералогического и технологического изучения сырья, его комплексного использования, активирования и т. д.

Ученый призывал к изучению новых возможностей промышленного использования минералов. Ведь получили же, отмечал он, из уральского вермикулита прекрасный материал для горячей и холодной изоляции самолета-

¹⁸⁹ Указ. соч., стр. 31.

тов, а из маршалита Южного Урала — хороший полировочный материал.

Очень важно, подчеркивал Ферсман, чтобы найденные месторождения обеспечивали правильное географическое размещение производства. Ученый говорил о необходимости использовать местные ресурсы, призывал освободить транспорт от перевозок и т. п. Ученый не забывал и о связи геологов с предприятиями, эвакуированными на восток. По его мнению, геологи должны обеспечивать их сырьем.

8 ноября 1943 г. Александру Евгеньевичу исполнилось 60 лет. Президиум Верховного Совета СССР наградил Ферсмана «за выдающиеся заслуги в области развития геологических наук в связи с шестидесятилетием со дня рождения и сорокалетием научной деятельности» орденом Трудового Красного Знамени.

Юбилей застал его в «Узком». Ферсман не любил юбилейных торжеств и направил специальное письмо в Отделение геолого-географических наук Академии наук СССР с просьбой не организовывать официальных церемоний. Екатерина Матвеевна устроила скромное чаепитие, на котором присутствовали самые близкие юбиляру люди.

Обрадовало письмо В. И. Вернадского:

«Дорогой Александр Евгеньевич!

Прежде всего поздравляю Вас с Вашим славным 60-летним юбилеем непрерывной огромной работы и желаю Вам долгой жизни и научной работы.

Берегите себя.

Мой сердечный привет Екатерине Матвеевне. Слушайте ее. Вспоминаю с удовольствием наше свидание в «Узком»...

Ваш В. Вернадский»¹⁹⁰.

Еще в 1942 г. друзья и сотрудники ученого решили издать сборник статей, посвященный юбиляру. В сборник были включены статьи по минералогии, кристаллографии, геохимии, петрографии, полезным ископаемым. Интересно, что этот широкий перечень наук оказался значительно уже круга реальных интересов и работ Ферсмана. К сожалению, обстоятельства военного времени помешали своевременному выходу сборника, и Александру Ев-

¹⁹⁰ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 431.

геньевичу не суждено было его увидеть. Сборник вышел в 1946 г. с посвящением памяти Ферсмана¹⁹¹.

Юбилейный для Александра Евгеньевича год был отмечен и присуждением ему медали Волластона Лондонским геологическим обществом. Медаль Волластона, высшую геологическую награду, впервые получил в 1831 г. «отец английской геологии» Уильям Смит. Позднее ею были награждены Леопольд фон Бух, Эли де Бомон, Чарльз Дарвин, Родерик Мурчисон, Чарльз Лайелль, Эдуард Зюсс и др.

В начале 1943 г. А. Е. Ферсман получил несколько писем от английских геологов и минералогов, в которых давалась высокая оценка его исследованиям. Вот два из них.

«От геологического комитета и музея.

Лондон 30 января 1943 г.

Уважаемый доктор Ферсман

Разрешите мне выразить от своего имени и от имени всего моего коллектива наше удовольствие по поводу представления Вас Лондонским геологическим обществом к награждению медалью Волластона, которая до настоящего времени считается высшей геологической почестью в мире; мы восхищаемся Вашей энергией и умением в деле исследования различных аспектов геохимии, многие из которых тесно связаны с увеличением минеральных ресурсов Вашей замечательной страны.

Те из наших британских коллег, которым посчастливилось в 1937 г. посетить комплекс щелочных изверженных пород Кольского полуострова, всегда говорили в восторженных выражениях о той работе, которую вы проделали и вдохновили в этом замечательном районе.

Естественно, что мы испытываем особое удовольствие, отмечая Ваши заслуги в тот момент, когда все наши сердца трепещут при виде того, что совершают Ваши храбрые соотечественники ради обороны своей родины и свободы всего мира.

Искренне Ваш Э. Б. Бейли.

Директор».

¹⁹¹ «Вопросы минералогии, геохимии и петрографии». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.

«От Минералогического общества.

Лондон 11 февраля 1943 г.

Уважаемый доктор Ферсман

Мои товарищи — члены Лондонского минералогического общества — испытали большое удовольствие, когда восемь лет тому назад Вы почтили общество принятием его почетного членства, и теперь мы узнаем с возобновленным удовольствием, что Лондонское геологическое общество намеревается предложить Вам медаль Волластона, которая является наивысшим из имеющихся в его распоряжении знаков отличия.

Мои коллеги, члены Совета Минералогического общества, просят меня передать Вам их самые искренние поздравления и выразить надежду, что Вы сможете посетить Лондон, если и не своевременно для личного получения медали в марте на годовом заседании, то вскоре после того, как Ваша замечательная армия изгонит из цивилизованной Европы вторгнувшиеся немецкие войска. Несомненно, что Ваш приезд будут тепло приветствовать Ваши многочисленные почитатели в Великобритании.

Медаль, как Вам, вероятно, известно, единственная в том отношении, что выбита из металла палладия, который был открыт в 1804 г. Волластоном в образцах сырой платины. Поэтому она особенно подходит для присуждения нашему наиболее выдающемуся минералогу.

Я надеюсь, что эта медаль будет в течение многих лет свидетельствовать Вам о нашем почтительном восхищении теми замечательными работами, которыми русские ученые способствуют делу развития науки.

Искренне Ваш Томас Х. Холланд.

Секретарь по иностранным делам» ¹⁹².

Лондонское Геологическое общество переслало медаль в Москву. Ее вручение состоялось 8 ноября 1943 г. в день шестидесятилетия А. Е. Ферсмана.

Война шла к победоносному концу. Перед страной встала задача восстановления разрушенного войной хозяйства освобожденных районов. Советские ученые, исходя из решения этой задачи, разрабатывали планы после-

¹⁹² «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 465.

военной организации науки, возобновляли прерванные войной научные связи.

Осенью 1944 г. в Москве проходило Совещание минералогов и геохимиков, созданное Отделением геолого-географических наук Академии наук СССР. 2 ноября на совещании был заслушан доклад Ферсмана «Научный отчет и задачи будущего». Состояние здоровья еще не позволяло Ферсману выступать с большими речами. Поэтому доклад прочитал долголетний друг и спутник Ферсмана по экспедициям профессор В. И. Крыжановский. Александр Евгеньевич сидел рядом, приветливо улыбаясь сидящим в зале.

В начале доклада Ферсман отметил, что первая половина «носит скорее личный характер и связана с моей работой и с моими мечтами». «Я говорю «мечтами», — продолжал ученый, — потому что тяжелая долгая болезнь временно лишила меня возможности работать и только сейчас я начинаю «входить в жизнь».

А между тем как много острых и важнейших проблем стоит перед нами, минералогами и геохимиками Союза. как много надо сделать и завершить в эти годы грядущего послевоенного расцвета науки в нашей стране»¹⁹³.

Ферсман кратко остановился на законченных работах — трех небольших книжках: «Химия земли на новых путях», «Современные науки и закон Менделеева», «История камня в истории России».

Собравшиеся узнали из доклада, что Ферсман предполагает довести до конца большие работы — второй том «Пегматитов» (пегматиты щелочной магмы), пятый том «Геохимии», «Цвета природы», над которыми он трудился более 25 лет.

Узнали они и о том, что двухтомную монографию ученый решил посвятить Хибинам, рассказав в ней о своих встречах с Кировым, о борьбе за Хибины, об истории изучения этого края, начиная с летописей слюдников и норвежских саг. Доклад знакомил и с новыми работами Ферсмана — «Стратегическим сырьем», «Очерками по минералогии и геохимии» и, наконец, «Историей камня в истории культуры»¹⁹⁴.

¹⁹³ А. Е. Ферсман. Научный отчет и задачи будущего. «Записки Всесоюз. минералог. об-ва», 1946, № 1.

¹⁹⁴ В архиве Ферсмана остались также «Учебник геохимии», «История рус-

В последней работе Ферсман как бы подводил итоги 35-летней деятельности. Он задумал рассказать в популярной форме об истории русского камня, его месторождениях, об истории своеобразной промышленности добычи камня и искусстве его обработки, об истории изучения камня.

По мысли ученого, «История камня в истории культуры» должна была состоять из 6 частей:

1. История камня в СССР.
2. Камень в недрах нашей страны.
3. Цвета камня и их свойства.
4. Камень в истории культуры.
5. Камень в искусстве и технике.
6. Камень в жизни и быту.

В одном труде (120 печ. листов) Ферсман хотел охватить вопросы природы, промышленности и искусства камня. В исторических разделах ученый собирался остановиться на проблемах камня в греческих колониях, рассказать о постройке белокаменной Москвы, караванах из Индии, Ирана, Китая, Средиземноморья, нашествии гуннов, монгол, татар, строительстве церквей в Древней Руси, познакомить читателя с историей алмазного фонда, историей фирмы Фаберже и т. д. Вот только название раздела из III части, посвященного красным камням: «красные камни, минералогическая природа красного камня, красные камни в истории культуры: Индия, Бирма, гранаты Востока, камни гуннов и германцев, гранаты Чехии, «лалы и яхонты» России, синтетические камни».

Ферсман связывает свое изложение с историей человечества. Он пишет и об эпохе Возрождения, и о XVII и XVIII веках. Говоря о роли камня на Востоке, ученый приводит интересные сведения о Ветхом Завете, останавливается на грузинском эпосе, армянской литературе, былинах Древней Руси, рассказывает о роли камня в религиях и суевериях. Автор пишет и о «камне в поэзии и фантазии народов», об изображении камня в новеллах и романах — «Тысяче и одной ночи», «Саломее».

Ферсман предполагал подробно рассказать в книге об истории Петергофской и других гранильных фабрик;

ской минералогии», «Обзор работ Циолковского по естествознанию», ряд статей по геохимическим проблемам и другие незаконченные произведения.

об использовании камня в архитектуре, скульптуре, технике.

Последний раздел должен был быть посвящен «людям камня» — гранильщикам, камнерезам, ювелирам, исследователям. Ученый намечал дать биографию уральского горщика Южакова, Бенвенуто Челлини, семьи Крыжановских.

Автору не удалось полностью осуществить этот грандиозный замысел. В 1954 и в 1961 гг. Академия наук СССР опубликовала два тома «Очерков по истории камня», в которых нашла отражение лишь часть собранного Ферсманом материала.

Вторая половина доклада Ферсмана на Совещании касалась задач минералогии. Академик наметил научные проблемы минералогии и геохимии, указал на большие задачи, которые предстоит осуществить этим наукам в послевоенный период, остановился на основных организационных мероприятиях и, в частности, создании Института минералогии и геохимии им. Ломоносова.

В докладе Ферсмана давался обзор состояния минералогии и геохимии за рубежом. Автор говорил о «гибели старой культуры» в фашистской Германии, знакомил слушателей с работами английских, американских, французских, скандинавских ученых. Он говорил о международных связях советских ученых, об издании журнала «Геохимия», о съездах и конференциях.

«Залечивание ран страны и поднятие разрушенных и обедневших стран,— подчеркивал А. Е. Ферсман,— возможно лишь путем широкой постановки научных исследований, создания могучих рассадников мысли и новых школ.

Эти задачи стоят перед нами, перед всей наукой в целом, не только перед странами Западного полушария, не только перед разрушенными Францией и Италией, но и в особенности перед странами СССР и славянских народов, подъем которых, начиная с Югославии, Чехословакии и Польши, потребует огромного напряжения и научной помощи с нашей стороны.

Тем грандиознее сейчас перед нами задачи науки в СССР: здесь должна быть смелость новых идей и новых начинаний, новых методов в изучении новых территорий, для того чтобы скорее и могучее создавать новые ценности в промышленности, технике и культуре.

Нет никакого сомнения, что после разорительной и длительной войны, после освобождения Европы от фашистского дурмана начнется эпоха творческого подъема научных сил, могучего роста производительности труда.

Наш Союз должен явиться рассадником этих новых сильных идей, сочетая науку с техникой, он должен и может всему миру показать на деле, что стройка науки есть величайшая сила мира ¹⁹⁵.

Осенью 1944 г. партия и правительство обратили внимание ученых на создание северо-западной металлургии на базе руд Кольского полуострова. А. Е. Ферсман энергично взялся за новое дело. Он провел в Ленинграде несколько совещаний, но обострение болезни вновь помешало ему.

В январе 1945 г. в возрасте 82 лет скончался В. И. Вернадский. Александр Евгеньевич тяжело переживал смерть любимого учителя и друга. В эти дни он особенно часто вспоминает годы совместной борьбы за геохимию, особенно остро ощущает величие гения Вернадского, все то, что тот сделал за свою долгую, красивую, целеустремленную жизнь. Ферсман начинает очерк о жизни и деятельности замечательного ученого — ведь он знал его, как никто из современников, у него хранится 200 писем учителя, полученных на протяжении почти всей жизни.

«...Больше 40 лет совместной научной работы и мысли,— писал Ферсман,— связывали меня с Владимиром Ивановичем, начиная с первых студенческих дней в Московском университете и кончая периодом работы в Академии наук СССР. Много совместных поездок и экспедиций связали меня с его жизнью — Урал, Алтай, Забайкалье, Подмосковье, Хибины, Крым... а на Западе — Париж, Гейдельберг, Прага, Берлин, Вена и Северная Италия» ¹⁹⁶.

Чувством огромной любви к гениальному учителю проникнуты следующие строки: «Десятилетиями, целыми столетиями будут изучаться и углубляться его гениальные идеи, а в трудах его открываться новые страницы, служащие источником новых исканий; многим исследователям придется учиться его острой, упорной, отчеканенной, всегда гениальной, но труднопонимаемой творческой мысли;

¹⁹⁵ А. Е. Ферсман. *Научный отчет и задачи будущего*, стр. 24.

¹⁹⁶ А. Е. Ферсман. *Жизненный путь академика Владимира Ивановича Вернадского (1863—1945)*. «Записки Всесоюз. минералог. об-ва», 1946, 2-я серия, ч. 75, № 1, стр. 6.

молодым же поколениям он всегда будет служить учителем в науке и ярким образцом плодотворно прожитой жизни.

Еще стоит передо мной его прекрасный образ — простой, спокойный, крупного мыслителя; прекрасные, ясные, то веселые, то задумчивые, но всегда лучистые его глаза; несколько быстрая и нервная походка, красивая седая голова, облик человека редкой внутренней чистоты и красоты, которые сквозили в каждом его слове, в каждом его движении и поступке»¹⁹⁷.

Ферсман не успел закончить очерк, он довел описание жизни Вернадского только до 1917 г.

Здоровье Александра Евгеньевича продолжало ухудшаться. В 1945 г. Ферсман все чаще и чаще ложится в больницу. Когда же его здоровье немного улучшалось, он переезжал домой или в подмосковный академический санаторий «Узкое». Но и дома, и в санатории Александр Евгеньевич продолжал работать над своими книгами. Екатерина Матвеевна тут же печатала новые страницы.

Южные курорты были противопоказаны Ферсману. Однако в апреле он решил поехать в Сочи. Позднее Д. И. Щербаков вспоминал, что он спросил тогда Ферсмана:

«Александр Евгеньевич, неужели это правда, что Вы собираетесь на юг да еще в Сочи? Ведь для Вас жара равносильна смерти.

— Я не могу больше так жить. Я задыхаюсь в этом надоевшем мне треугольнике — квартира — «Узкое» — больница и опять «Узкое» — квартира. В него загнала меня болезнь. Мне неудержимо хочется на юг, к морю, которое я так люблю с детства, к солнцу, к южному яркому солнцу.

— Александр Евгеньевич, но ведь это очень рискованно.

— Лучше умереть среди природы, чем находиться в постоянном заточении»¹⁹⁸.

В Сочи Ферсманы поселились в санатории им. Фабрициуса. Александр Евгеньевич подолгу гулял у моря и вскоре почувствовал себя заметно лучше. Это позволило ему совершать небольшие прогулки по окрестностям. Ферсман интересовался движением гальки в пляжной по-

¹⁹⁷ Там же, стр. 5.

¹⁹⁸ Д. И. Щербаков. А. Е. Ферсман и его путешествия. М. Географиз, 1953, стр. 228.

лосе, происхождением источников Мацесты. Как всегда, Александр Евгеньевич одновременно работал над несколькими трудами — он писал биографию Вернадского, книгу о своих путешествиях, заканчивал «Историю камня в истории культуры».

В Сочи Ферсманы встретили праздник Победы. Известие об окончании войны придало ученому новые силы. Он строил планы поездки на Кольский полуостров, размышлял над путями развития советской науки в мирное время.

Между тем в Сочи становилось жарко. Пора было возвращаться в Москву. Ферсманы решили ехать 21 мая.

Весь день 20 мая Александр Евгеньевич чувствовал себя прекрасно. Веселый и довольный, гулял он по санаторию, дотемна сидел на берегу моря. Приближался штормовой фронт, и Ферсману с его высоким давлением нельзя было больше оставаться у берега. Врач санатория посоветовал ему пойти в помещение. Но Александр Евгеньевич только отшутился: ну и что же, зато полюбуюсь природой в ее грозный час...¹⁹⁹

В девятом часу он внезапно почувствовал себя плохо и вернулся в санаторий. Вызвали врача. Через некоторое время Ферсману стало лучше, он вновь начал шутить. Но внезапно у него начались судороги, и ученый потерял сознание. В 22 часа 45 минут Александра Евгеньевича не стало.

На письменном столе рядом с рукописью о жизни Вернадского осталась недописанная страница предисловия к книге «Очерки по истории камня». «Я заканчиваю эту книгу, — писал Ферсман, — на берегу Черного моря, среди дивной природы, в дни, когда обновлялись весенние краски зелени, смешиваясь с пестрыми тонами распускающихся южных цветов, когда ежеминутно менялась в пестрой своей раскраске безбрежная гладь лежащего у моих ног моря»²⁰⁰.

Весенняя радостная Москва, первые пьянящие дни победы над фашистской Германией... Большой зал Минералогического музея Академии наук в Нескучном саду, музея, носящего теперь имя А. Е. Ферсмана. На гражданской панихиде выступают крупнейшие ученые, руководители

¹⁹⁹ См. статью Э. Финна в кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 356.

²⁰⁰ А. Е. Ферсман. Очерки по истории камня. М., Изд-во АН СССР, т. 1, 1954, Введение, стр. 16.

Академии наук, Комитета по делам геологии при Совете Министров СССР, друзья и соратники Ферсмана. Проститься с Александром Евгеньевичем пришла научная Москва, организаторы промышленности и инженеры, пионеры и школьники — многочисленные почитатели его таланта.

В газете «Известия» со статьей о Ферсмани выступил президент Академии наук СССР В. Л. Комаров. Он назвал Александра Евгеньевича гордостью советского естествознания. Неподдельной болью звучали его слова:

«Умер Александр Евгеньевич Ферсман. Тяжелая утрата для Академии наук, для советских ученых, для мирового естествознания.

Сейчас, под свежим впечатлением смерти близкого человека, вспоминаешь его личные черты, перебираешь в памяти встречи. Снова и снова перед умственным взором встают его обаятельная непосредственность, юношеская живость, блеск и глубина его речи, совершенно исключительная энергия.

Рано еще формулировать все значение А. Е. Ферсмана для науки. Но уже сейчас хочется сказать несколько слов о его научном подвиге.

Начало XX века ознаменовано коренным переворотом в воззрениях на строение вещества. Из новых физико-химических воззрений были выведены законы распространения и сочетания минералов в земной коре. В этом историческом деле мало кто из современных ученых сделал так много, как А. Е. Ферсман, который был одним из корифеев современной геохимии. Из строения атомов химических элементов А. Е. Ферсман не только вывел закономерности их геологической судьбы. На основе своих идей он открыл новые месторождения и указал пути их технологического использования. В работах А. Е. Ферсмана с особенной ясностью видно, как практика нашей эпохи дает толчок великим естественнонаучным обобщениям.

Память об А. Е. Ферсмани, блестящем, глубоком мыслителе, замечательном современном натуралисте, не изгладится ни в наших сердцах, ни в истории науки.

Имя Ферсмана всегда будет гордостью советского естествознания»²⁰¹.

А. Е. Ферсмана похоронили в Москве, на Ново-Девичьем кладбище, неподалеку от могилы В. И. Вернадского.

²⁰¹ «Известия», 23 мая 1945 г.

ЧЕРТЫ ЛИЧНОСТИ

Природа, ее тайны не даются без борьбы, организованной, планомерной, систематической; и в этой борьбе за овладение тайнами природы, ее силами — счастливый удел ученого, в этом — его жизнь, радости и горести, его увлечения, его страсть и горение.

А. Ферсман

А. Е. Ферсман был цельной натурой, и многие черты его личности определяются одной главной, владевшей им страстью — увлечением наукой. Ферсман работал быстро и легко, без напряжения, рука едва поспевала за мыслью, а стенографистки не могли угнаться за его речью. Александр Евгеньевич, наверное, и не знал, что такое «муки творчества», он знал только «радость творчества».

Бряд ли об А. Е. Ферсмане можно было сказать — «в здоровом теле здоровый дух». Александр Евгеньевич много болел и в детстве, и в зрелые годы, и в последние годы жизни. Физическим здоровьем он похвалиться не мог. А вот «душевное здоровье» у него было замечательное — все современники отмечают его бодрый, жизнерадостный нрав, огромную трудоспособность. Он обладал могучей нервной системой, позволявшей в течение многих лет работать с огромным напряжением. Александр Евгеньевич признавался ближайшим сотрудникам, что у него рука устает писать, но голова никогда не устает мыслить.

Это был «подвижник науки», человек, беспрдельно преданный ей, но не мрачный фанатик-аскет, а энтузиаст, для которого посвятить себя науке было величайшей радостью и счастьем жизни.

Разговаривая о любимой науке, Александр Евгеньевич нередко так увлекался, что забывал обо всем на свете. Академик И. Г. Эйхфельд вспоминает: «Как-то в Ленинграде Александр Евгеньевич повел меня в организуемый им в то время Минералогический музей Академии наук СССР. Он предупредил, что сдаст меня «на руки» старшему хранителю музея и тот мне все покажет и расскажет. Но как только мы вошли в зал, уставленный изумительной красоты образцами минералов — громадными друзами горного хрусталя, сверкающими глыбами разноцветного кварца, гнездами аметиста, кристаллами многих цвет-



Академики Н. Я. Марр, А. Е. Ферсман и С. Ф. Ольденбург
(слева направо) 1927 г.

ных и драгоценных минералов, он так увлекся, что забыл свое намерение поручить меня кому-то и более часа провел со мной, открывая все новые и новые чудесные творения природы и рисуя изумительную историю их происхождения»²⁰².

Работал ли Ферсман в экспедициях, читал ли лекции, доклады, писал книги, руководил заседаниями — он все делал с огромным увлечением. Александр Евгеньевич признавался, что без увлечения работать не может.

Всегда увлеченный наукой, Ферсман часто забывал о «мелочах жизни», о «быте». Очевидно, Ферсмана имел в виду Максим Горький, когда говорил Федину: «Мне все чаще приходится иметь дело с нашими учеными. Удивительные люди! В самодельных перчатках, ноги в одеялах, сидят, понимаете ли, у себя в кабинетах, пишут. Будто с минуты на минуту явится караул, проверить — на посту они или нет... По Уралу, в непроходимых горах бродят —

²⁰² «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 154.

составляют фантастические коллекции драгоценных камней для Академии наук. Месяцами не видят куска хлеба. Спрашивается — чем живы? Охотой живы, как дикари, да-с. И это, знаете ли, не Калифорния, не золотая лихорадка. Бессребреники, а не добытчики в свой сундук. Гордиться надо таким народом...»²⁰³

Ферсман не придавал большого значения внешним условиям или во всяком случае не желал тратить на них драгоценное время и внимание.

В этом отношении характерна запись А. С. Уклонского о днях первой мировой войны: «Дело было в 1916 г. Председатель нашей секции профессор Я. В. Самойлов беседует с А. Е. Ферсманом, приехавшим из Петрограда. Первый одет с иголочки, торжественный и важный, второй одет небрежно и очень веселый»²⁰⁴.

Не следует думать, что Александр Евгеньевич был небрежен «принципиально». Отнюдь нет. Так, на торжестве по случаю празднования 200-летия Академии наук в 1925 г. Ферсман, по воспоминаниям А. В. Шубникова, был во фраке, который сидел на нем безукоризненно²⁰⁵.

Неприхотливость Ферсмана, его пренебрежение к бытовым удобствам, умение мириться с любыми условиями и при этом продуктивно работать были поразительны. С. И. Вольфкович вспоминает о том, как Ферсман в начале 20-х годов, приезжая из Петрограда в командировку в Москву, останавливался в лаборатории кафедры минералогии Московского университета и ночевал там... на лабораторном столе, положив под голову кипу журналов и накрывшись пальто. Здесь же, в лаборатории, ученый варил себе кофе, по вечерам читал и писал, очевидно, чувствуя себя уютнее и свободнее, чем в гостинице²⁰⁶. О «ночевке на столе» вспоминают и А. В. Шубников и другие ученые, хорошо знавшие Александра Евгеньевича. По словам инженера-строителя А. К. Гельмана, «если в палатке, куда он (Ферсман) приходил ночевать, не оказывалось подушки, он подкладывал под голову кулак и тут же безмятежно засыпал»²⁰⁷.

²⁰³ К. Ф е д и н. *Горький среди нас. М., ГИХЛ, 1943, стр. 44.*

²⁰⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 313.

²⁰⁵ Там же, стр. 120.

²⁰⁶ Там же, стр. 225.

²⁰⁷ Там же, стр. 289.

В годы Великой Отечественной войны Александру Евгеньевичу приходилось ездить в переполненных теплушках. Но и в них Ферсман чувствовал себя легко и свободно, оживленно беседовал с пассажирами.

Александр Евгеньевич не стремился к обзаведению различными вещами и легко расставался с ними. В этой связи нельзя не вспомнить замечательные слова А. Блока (1918 г.): «У человека, который действительно живет, т. е. движется вперед, а не назад, с годами, естественно, должно слабеть чувство всякой собственности; тем скорее оно должно слабеть у представителя умственного труда; еще скорее — у художника, который поглощен изысканием форм, способных выдержать напор прибывающей творческой энергии, а вовсе не сколачиванием капитала...»²⁰⁸.

А. Е. Ферсману был знаком этот напор «творческой энергии». «Чувство собственности» почти не владело им. Достаточно вспомнить, что свою первую большую коллекцию минералов Александр Евгеньевич подарил университету им. Шанявского, а свою научную библиотеку (более 10 000 томов) передал в дар Хибинской горной станции.

Если Ферсман видел, что какое-нибудь важное дело задерживается из-за отсутствия средств, то нередко отдавал свои сбережения. В 20-х годах, вспоминает А. В. Шубников, «в Ленинграде я был занят организацией кристаллографической лаборатории при Минералогическом музее. Меня интересовал пьезокварц. Для изготовления пластинок из кварца было необходимо примитивное оборудование. Оно могло быть собрано и изготовлено своими руками, но для этого мне был нужен токарный станок. Добыть его нормальным путем, через отдел снабжения (не существовавший в то время в академии), не представлялось возможным. Иду на барахолку, нахожу там старый токарный станок времен Фридриха Великого, как впоследствии определил механик-немец, работавший в сейсмической лаборатории. Станок стоит четыреста рублей. В музее денег нет, у меня — тоже, я работал в музее на полставки (56 руб. 28 коп.). Иду к Александру Евгеньевичу. Он немедленно достает из кошелька требуемую сумму»²⁰⁹.

По словам горного инженера С. Р. Ивановского, А. Е. Ферсман нередко затрачивал собственные средства

²⁰⁸ А. Б л о к. *Собрание сочинений*, т. VI, М., Гослитиздат, 1962, стр. 7.

²⁰⁹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 120.

на организацию небольших, но срочных экспедиций. Автору этой книги не раз приходилось слышать об оплате Ферсманом командировок сотрудников из своих личных сбережений.

А. Е. Ферсман любил молодежь. «Разве не замечательные люди рождаются вокруг нас, крепнут, закаляются и готовятся сменить нас!» — писал ученый в 1940 г.²¹⁰ И. И. Шафрановский вспоминал, что Ферсман считал своим долгом ободрить и поддержать буквально любого новичка в минералогии. Самому Шафрановскому ученый помог поступить в Ленинградский университет.

Александр Евгеньевич всегда с удовольствием ссылался на труды молодых ученых, причем делал это независимо от их принадлежности к той или иной научной школе (даже если последняя была в оппозиции к геохимии, что в 20-х годах не являлось редкостью). В этом сказывалось еще одно прекрасное качество Ферсмана — его «научная терпимость».

Хорошо понимая природу научного творчества, он никогда не давил своим авторитетом, считался с чужим мнением, даже если оно противоречило его взглядам. Однако Ферсман отнюдь не был неким «академиком-добряком», благодушно взиравшим с вершин академического Олимпа на кипевшие у его подножия научные страсти. В крупных вопросах он всегда стоял на принципиальных позициях и смело боролся за свои идеи. Об этом свидетельствует его борьба за «апатитовую проблему», за создание УФАНа, за химизацию Средней Азии и многое другое.

Все, кто сталкивался с Ферсманом, неизменно отмечали его простоту и демократичность. Э. М. Бонштедт-Куплетская пишет, что Александр Евгеньевич «не мог жить без общения с людьми, пойти или поехать куда-нибудь один, всегда брал кого-нибудь с собой, всегда был окружен людьми, которые тянулись к нему на „огонек“»²¹¹. По выражению химика В. С. Быковой, это был человек, «приносящий радость». Вот как описывает Быкова приезд Александра Евгеньевича в Хибинны:

«Мы — аналитики Хибинской горной станции — любили приезды Александра Евгеньевича, ждали его с волне-

²¹⁰ А. Е. Ферсман, *Воспоминания о камне*, стр. 69.

²¹¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 262.

нием и радостью. Бывало, не успеет раздеться, уж слышим: «А ну, тетка, рассказывай, как дела». «Тетками» он в шутку звал нас, молодых сотрудниц станции, — в ту пору нам не было и тридцати.

Завтракать и обедать не начнет, пока все до единого лаборанта не появятся за общим столом, заметит, кто не весел, знал все наши характеры, наши семейные дела. Под Новый год однажды не все хотели выйти в общий зал — полярные ночи в Хибинах на некоторых действовали угнетающе. Ему не нравились уединения. Чтобы заставить всех обитателей Горной станции оживиться, он запумел: «Давайте устроим лотерею на мои «Пегматиты»! (книга только что выходила из печати, и первый экземпляр он привез в Хибинь). Всем захотелось получить книгу от самого Александра Евгеньевича, все вылезли из своих комнат, приняли участие в лотерее и весело встретили Новый год. А в долгие зимние вечера как он увлекательно рассказывал о своих путешествиях — голос звучный, сочный, красоты исключительной [...]. Индивидуальный, сосредоточенный, обособленный характер работы аналитика мало способствует развитию в нем навыка к выступлениям и даже к письменному изложению своей работы. Создается невыгодное положение по сравнению с геологами. Александр Евгеньевич все это понимал и всячески старался нас вытаскивать «на люди», заставлял делать доклады, сам слушал их внимательно, удивлял неожиданными выводами по нашим работам, и от этого наш кругозор расширялся, открывалась перспектива на многие годы вперед, работа получала яркое освещение, глубокий интерес, увлекательность. Мы, «незаметные химики», начинали ощущать чувство радости, удовлетворенности от своего труда, сознание полезности и необходимости его в большом деле освоения богатств Кольского полуострова.

Какое счастье, что мы знали этого большого ученого, замечательного человека и работали с ним» ²¹².

Ферсман очень ценил в людях чувство «любви к камню». Его постоянно влекло к «горщикам», старателям и другим «людям камня». Он хорошо знал многих из них, по-своему дружил с ними и посвящал им теплые страницы в «Воспоминаниях о камне» и других книгах.

²¹² Там же, стр. 382—383.

Интересен рассказ одного горщика о приезде А. Е. Ферсмана в уральскую деревню на «каменную ярмарку»:

«А Ферсман пошел к мужикам. Он сел вместе с ними на полянку и стал слушать их рассказы о золотых жилах, о самоцветах, кому «фартнуло», а кому не «поталанило».

Его интересовало все: народные приметы, по которым камни находят, старые побывальщины, рассказы о гранильщиках и скупщиках. Изредка он вставлял замечания, давал советы. Про его речи говорили у нас в Колташах: «Ферсман сказал, как золото в руки дал».

После того как вдоволь наговорились, попотчевали дорогого гостя, люди стали показывать свои камни. И каких только минералов ему не принесли: аметисты, рубины, тяжеловесы, горный хрусталь, хризолиты.

Горщики смотрели на них, судили-рядили, оценивали. Основной приговор делал Ферсман, как непревзойденный знаток минералов. Он приехал закупить камни для Академии наук. Не скупился и не обесценивал товар, как делали частные скупщики. Горщики без страха и утайки показывали ему свои богатства.

Много камней отобрал Ферсман и каждому самоцвету дал настоящую цену.

Принес один горщик большую друзу аметистов. Ферсман протер ее волоснежным носовым платком и долго, любуясь, смотрел на нее: «Ай-да, колташники, ай-да, каменные души! Порадовали! Чудесную ярмарку открыли, не зря, не зря к вам приехал!»²¹³.

«Большой любовью и популярностью пользовался Александр Евгеньевич и среди старых «хитников» Урала,— вспоминает С. Р. Ивановский.— Во время совместных и неоднократных посещений Изумрудных копей я мог наблюдать, как все эти старатели, страстные «охотники за камнем», приходили к Александру Евгеньевичу и рассказывали ему о своих злоключениях и неудачах, делаясь с ним своими соображениями о дальнейших поисках, которые должны обязательно, по их мнению, успешно закончиться, и, конечно, просили Александра Евгеньевича посетить их «зукопушки». Многих из них он знал давно и всегда помогал им советом, а иногда и деньгами»²¹⁴.

²¹³ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 369—370. Рассказ относится к дореволюционному времени. Запись журналистки В. Н. Курбатовой.

²¹⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 298.

В. В. Щербина пишет, что в 1960 г. в Липовке (район Мурзинки, на восточном склоне Урала) он встречал стариков-старателей («горщиков»), которые свято хранили память об Александре Евгеньевиче и тепло вспоминали о встречах с ним.

Об отзывчивости и внимательности Ферсмана к людям можно рассказать многое. А. А. Сауков вспоминает, как в холодном и голодном 1942 г. Александр Евгеньевич приехал в Миасс, где жила в эвакуации семья Саукова. «В то время у нас тяжело болел маленький сын Сережа, родившийся незадолго перед этим. Мы с женой очень тяжело переживали это несчастье. Александр Евгеньевич вместе с П. И. Степановым²¹⁵ навестил нас и, как мог, постарался успокоить. В заключение визита был составлен шуточный «Приказ по квартире Сауковых», в котором среди других пунктов были такие: немедленно открыть все окна и не закрывать их до выздоровления Сережи; родителям не хныкать и лучше кормить сына — с этой целью А. Е. Ферсман передает Сауковым свой паек манной крупы и т. д.»²¹⁶

Здесь нельзя не сказать о любви Александра Евгеньевича к детям. Его личное общение с детьми всегда доставляло им много радости. С. И. Вольфкович пишет об одной такой встрече в Кисловодске. Он и Ферсман собирались полакомиться арбузом, когда их неожиданно окружила шумная ватага ребят 10—12 лет. «Александр Евгеньевич угостил их арбузом и конфетами и за несколько минут так увлек своим рассказом, что они буквально потеряли дар речи. Затем он читал им стихи, задавал множество вопросов, играл с ними в шарады и окончательно покориł их рассказами о камнях... В результате эти мальчишки до ночи ходили за ним по пятам. Через несколько лет Александр Евгеньевич получил от двух из них письма, в которых они сообщали, что стали студентами-геологами»²¹⁷.

Александр Евгеньевич пользовался исключительной популярностью среди окрестных ребятшек «Узкого». Они любовно называли его «Дядя слон». По воспоминаниям М. П. Костенко, Александр Евгеньевич во время

²¹⁵ Академик-секретарь Отделения геолого-географических наук.

²¹⁶ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 152.

²¹⁷ Там же, стр. 126.

киносеансов в санатории неизменно раздвигал занавеси на окнах зала, предоставляя тем самым возможность местным ребятам смотреть кинофильмы²¹⁸.

Замечательной чертой характера Ферсмана был юмор. Академик С. И. Вольфкович, много лет проработавший вместе с Ферсманом, пишет: «Александр Евгеньевич был веселым искрометным собеседником, любил остроумную шутку, в любом обществе быстро становился его душой»²¹⁹. Вольфкович вспоминает, как однажды Ферсман приехал к нему в кисловодский санаторий (сам А. Е. Ферсман лечился тогда в Ессентуках). Не застав Семена Исааковича, он разговорился с отдыхавшей в санатории артисткой московского театра. Представившись артистке директором цирка в Кировске, Ферсман пригласил ее на гастроли, изложил условия и предложил заключить договор...

А вот эпизод тяжелого военного 1942 г. Александр Евгеньевич во главе группы участников Совещания по производительным силам Урала приехал в Челябинск, где в то время было «холодно и голодно». Никто из приезжих не захватил с собой продовольственных карточек, и директор ресторана в гостинице смог предоставить каждому лишь по порции плохо сваренной «на чистой воде» грубой овсяной каши без масла. Настроение у всех было подавленное, и только Александр Евгеньевич не унывал. Он шутил и декламировал, размахивая деревянной ложкой: «Ну, тащися, сивка...»²²⁰

Александр Евгеньевич часто употреблял остроумные, меткие выражения и сравнения. Так, он очень любил хорошие большие образцы минералов и возмущался, когда витрины музея оформлялись плохо. Неудачные образцы Ферсман называл «собаками» и «швыркштайнами».

Химик И. Д. Старынкевич-Борнеман, приехав в Хибин, отправилась вместе с геологами в маршрут. Ее первые неудачные сборы камней Александр Евгеньевич метко окрестил «великолепными выброситами».

Естественно, что строго научные рамки печатных трудов не позволяли проявиться в них этому великолеп-

²¹⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 123.

²¹⁹ Там же, стр. 126.

²²⁰ Там же, стр. 210.

ному качеству Александра Евгеньевича. Но зато в его научно-популярных книгах и в «Воспоминаниях о камне» мы часто встречаемся с хорошим, здоровым ферсмановским юмором. Например, описывая ночную поездку на автомашине по Кызылкумам, Ферсман отмечает: «Маленькие камни казались нам грозными фигурами верблюдов. Перебежавшая дорогу дикая кошка показалась Мише тигром. И он все повторял: «Вот она, дикая тигра, со сверкающими глазами»²²¹.

Или вот как заканчивается его рассказ о происхождении новых географических названий Хибин: «Ей-богу, я верно все рассказал о рождении слова. Правда, немного приукрасил, но, как говорят, ориентировочно все правильно; спросите хотя бы Перепелкина, диспетчера в Кандалакше, или братьев Сорвановых, что на южном конце Умбозера рыбу ловят»²²².

Одним из замечательных примеров глубокого взаимного уважения и настоящей дружбы являются отношения В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана.

«Не могу не сказать,— писал в 1945 г. академик Н. Д. Зелинский,— несколько слов о той привязанности, любви, уважении и дружбе, которые питал А. Е. Ферсман к своему учителю — мировому ученому В. И. Вернадскому. Учитель и друг его платил ему тем же. Не часто приходится встречать такие связи души и сердца, которые неразрывно на протяжении 40 лет сохранились во взаимоотношениях этих выдающихся ученых. Совместная работа в широкой научной области познания природы укрепляла их дружбу в течение всей жизни»²²³.

Любовь и огромное уважение к своему великому учителю Александр Евгеньевич пронес через всю жизнь. Отражение этой любви можно встретить и в первых его студенческих письмах, и в тех ярких строках, которые посвятил тяжелобольной академик ушедшему из жизни учителю.

В Ферсмане тесно переплетались ученый и художник. Александр Евгеньевич удивительно тонко любил и чувствовал природу. Он восхищался суровой природой Кольского севера, яркими красками юга, далеким Забайкаль-

²²¹ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 416.

²²² А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне, стр. 121.

²²³ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 112.

ем, окрестностями Москвы и Ленинграда. И. Д. Старынкевич-Борнеман вспоминает, как в Хибинах «в вечера и ночи северных сияний Александр Евгеньевич всегда звал нас на крышу нашего дома или на улицу любоваться необычайными световыми эффектами»²²⁴. Многие страницы «Путешествия за камнем», «Воспоминания о камне», «Цвета минералов» и других книг Ферсмана посвящены восторженному описанию красоты природы.

Наука поглощала почти все время Ферсмана. Но он не был односторонним человеком, замкнувшимся в узкий круг профессиональных интересов, его интересовали и другие стороны жизни. Ферсман знал и любил искусство, а в молодости даже думал посвятить ему свою жизнь.

Он любил реалистическую живопись И. Айвазовского, И. Шишкина. Александр Евгеньевич и сам немного рисовал, преимущественно карикатуры. Это качество он, вероятно, унаследовал от матери-художницы.

Ферсмана восхищали произведения Лермонтова, Гоголя, Мопассана. Ему очень нравились описания природы у Тургенева и Горького. Из современных писателей Ферсман высоко ценил А. Н. Толстого, с удовольствием читал «Хождение по мукам».

Александр Евгеньевич нередко цитировал юмористические и лирические стихи А. К. Толстого и даже упоминал их в своих трудах, например в «Воспоминаниях о камне» при описании рисунка орской яшмы: «То какие-то таинственные крылья неведомых птиц, снятых со сказочных картин Врубеля, то те мягкие переливы, о которых так хорошо писал Алексей Толстой: „рассказ убедительно лживый развивал невозможную повесть, и змеино-го цвета отливы соблазняли и мучили совесть“»²²⁵.

Ферсмана увлекало творчество поэта-ученого П. Л. Драверта (1879—1945), геолога и минералога, посланного царским правительством в Сибирь. Стихи Драверта о Якутии, о выращивании кристаллов, обескрайних казахских степях, о походной жизни нравились Ферсману, и он часто их декламировал своим прекрасным «серебряным» голосом.

²²⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 288.

²²⁵ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне, стр. 99.

Ферсман любил работать, когда рядом приглушенно звучали звуки произведений его любимых композиторов — Чайковского, Прокофьева, Рахманинова, Шопена, Вагнера, Баха, Бетховена.

Александр Евгеньевич охотно посещал театры, особенно МХАТ. Его восхищала игра Москвина, Качалова, Тарханова, Хмелева и других выдающихся артистов. Он высоко оценивал такие пьесы, как «Синяя птица», «Дни Турбиных». Александр Евгеньевич любил пьесы жизне-радостные, не признавал и не любил на сцене тоску, без-деятельность.

ГЛАВНЫЕ ПУТИ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА

ИОНЫ В ГЕОХИМИИ И МИНЕРАЛОГИИ

Именно ионы определяют собой пути миграции химических элементов...

А. Ферсман

В конце XIX в. теория электролитической диссоциации шведа С. Аррениуса (1859—1927) подвела естествознание к пониманию формы нахождения вещества в водных растворах. Оказалось, что большинство неорганических соединений, растворяясь, распадается на заряженные частицы — ионы. Ион может быть и отдельным заряженным атомом (Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , S^{2-}) и группой атомов (SO_4^{2-} , NH_4^+ и т. д.), но свойства его всегда резко отличаются от нейтральной частицы: катион натрия (Na^+) в растворе не похож на металлический натрий (Na^0), а анион сульфидной серы (S^{2-}) отнюдь не напоминает элементарную серу (S^0). Эти представления, быстро освоенные научной мыслью, сыграли огромную роль в прогрессе многих отраслей знания. Они имели фундаментальное значение и для геохимии, для понимания законов водной миграции¹.

В конце XIX в. предполагалось, что в узлах кристаллической решетки минералов имеются свободные атомы. Однако рентгеновский анализ показал, что в узлах кристаллической решетки большинства минералов располагаются все те же ионы, которые физико-химики уже хорошо успели изучить в растворах. Ионы характерны и для силикатных магм.

Таким образом, к началу XX в. стало очевидным, что ионы представляют собой важнейшую форму нахождения химических элементов в земной коре². Труды Гольд-

¹ Основные положения своей теории Аррениус разработал в 1883—1887 гг.

² Это, понятно, не исключает и неионных форм нахождения элементов в земной коре — в виде недиссоциированных молекул (особенно органические соединения) и др.

18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
-	H ⊗	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H ⊗	He ∨
He ∨	Li ×	Be ⊗	B ○	C ∨	N ∨	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O ∨	F ×	Ne ∨
Ne ∨	Na ×	Mg ×	Al ⊗	Si ○	P ○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S ⊗	Cl ×	Ar ∨
Ar ∨	K ×	Ca ×	Sc ×	Ti ⊗	V ○	Cr ○	Mn ⊗	Fe ×	Co ×	Ni ×	Cu ⊗ +	Zn ×	Ga ×	Ge ○	As □	Se ⊗	Br ×	Kr ∨
Kr ∨	Rb ×	Sr ×	Y ×	Zr ⊗	Nb ○	Mo ⊗	Mn ?	Ru +	Rh +	Pd +	Ag ⊗ +	Cd ×	In ×	Sn ⊗	Sb □	Te ⊗	J ×	Xe ∨
Xe ∨	Cs ×	Ba ×	TR ×	Hf ⊗	Ta ○	W ○	Re ⊗	Os +	Ir +	Pt +	Au ⊗ +	Hg ⊗ +	Tl ×	Pb ⊗ (+)	Bi □ +	Po ,	№85 ×	Rd ∨
Rd ∨	№87 ×	Ra ×	Ac ,	Th ⊗	Pa ,	U ○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- × - типичные простые ионы
 ○ - комплексные ионы
 ⊗ - редкие комплексные ионы
 + - металлические решетки
 □ - недиссоциированные молекулы
 ∨ - свободные молекулы

Характер и тип ионов в геохимических процессах,
по А. Е. Ферсману (Геохимия, т. III, 1937)

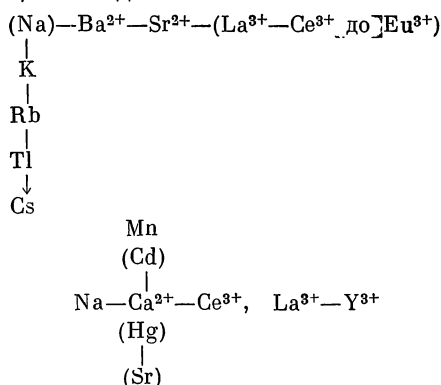
пмидта о радиусах ионов внесли количественные характеристики в изучение данного вопроса, позволили объяснить и предсказать огромное число факторов.

Именно в этот период вплотную проблемой «ионы в геохимии» занялся А. Е. Ферсман. Он разработал систематику ионов, участвующих в геохимических процессах. Общее число таких ионов, по его данным, составило 145. Ферсман использовал физико-химические характеристики ионов (радиус, валентность, поляризация и т. д.) для объяснения закономерностей изоморфизма, твердости, растворимости и других особенностей минералов. На физико-химической основе он строил и общую теорию миграции элементов в земной коре. Ученый показал, что свойства ионов во многом определяют окраску минералов. Их окраска понижается (углубляется) с усилением поляризации анионов и катионов, с усилением асимметрии электронных облаков, с увеличением заряда катиона. Наиболее сильными хроматофорами являются катионы промежуточного типа, у которых валентные элект-

роны заполняют не самую наружную, а более глубокую оболочку. Таково «семейство железа» — Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni. Большое значение Ферсман придавал степени поляризации комплексных анионов. Он указывал, что труднодеформируемые комплексные анионы (SO_4 ; PO_4 ; SiO_4 ; BeO_4) часто образуют бесцветные соединения, в то время как слабодеформируемые анионы (CrO_4 ; VO_4 ; MoO_4 и др.) дают минералы желтого или желто-зеленого цвета.

Радиусы ионов химических элементов закономерно уменьшаются в группах периодической системы снизу вверх: $\text{RCs} > \text{Rb} > \text{RK} > \text{RNa} > \text{RLi}$, а в рядах — слева направо $\text{RK} > \text{RCa} > \text{RSc} > \text{RTi} > \text{RV} > \text{RCr}$. В результате ионы с близкими радиусами размещаются в пределах периодической системы по диагоналям, а это в свою очередь определяет закономерность изоморфизма, названную Ферсманом «правилом диагональных рядов» (изоморфизм Mg и Sc, Ti и Nb, Ca и Y и т. д.). В этом случае, как и при анализе других явлений изоморфизма, ученый пользовался своим любимым «геохимическим компасом» — анализом вопроса с точки зрения периодического закона Менделеева.

Для каждого элемента Ферсман предложил устанавливать «звезды изоморфизма», т. е. схемы, которые намечают степень изоморфной сместимости по изовалентной и гетеровалентной линии. В качестве примеров он приводил следующие звезды:



Большое значение Ферсман придавал и другому параметру иона — его заряду т. е. валентности (W). В его работах этот вопрос получил новое, исключительно

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII - 0
—	H ⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	H ⁻	He ⁰
He ⁰	Li ⁺	Be ⁺	B ⁺	C ⁺	—	—	—	—	—	(Be)	B	C	N	O	F	Ne ⁰
1,22	0,78	0,34	0,20	0,15	2,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,80
Ne ⁰	Na ⁺	Mg ⁺	Al ⁺	Si ⁺	P ⁺	—	—	—	—	—	(Al)	Si	P	S	Cl	Ar ⁰
1,60	0,98	0,78	0,57	0,39	2,14	0,35	2,12	—	—	—	—	—	—	—	—	1,92
Ar ⁰	K ⁺	Ca ⁺	Sc ⁺	Ti ⁺	V ⁺	Cr ⁺	Mn ⁺	Fe ⁺	Co ⁺	Ni ⁺	Ga ⁺	Ge ⁺	As ⁺	Se ⁺	Br ⁺	Kr ⁰
1,92	1,33	1,06	0,83	0,69	0,64	0,65	0,40	0,64	0,36	0,91	0,62	0,44	0,35	0,35	0,35	1,96
Kr ⁰	Rb ⁺	Sr ⁺	Y ⁺	Zr ⁺	Nb ⁺	Mo ⁺	Ma ⁺	Ru ⁺	Rh ⁺	Pd ⁺	In ⁺	Sn ⁺	Sb ⁺	Te ⁺	J ⁺	Xe ⁰
1,98	1,49	1,27	1,06	0,87	0,69	0,68	—	0,65	0,88	—	—	—	—	—	—	1,98
Xe ⁰	Cs ⁺	Ba ⁺	TR ⁺	Hf ⁺	Ta ⁺	W ⁺	Re ⁺	Os ⁺	Ir ⁺	Pt ⁺	Hg ⁺	Pb ⁺	Bi ⁺	Po ⁺	№85	Rd ⁰
2,18	1,65	1,43	1,22	0,99	0,69	0,68	0,58	0,67	0,66	—	—	—	—	—	—	—
Rd ⁰	№87	Ra ⁺	Ac ⁺	Th ⁺	Pa ⁺	U ⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица Менделеева с радиусами ионов (в ангстремах — A) и главнейшими диагоналями изоэлектронного замещения (по А. Е. Ферсману, 1937)

глубокое толкование. Ферсман объединил учение о радиусах ионов и их валентности в единую стройную *геоэнергетическую теорию*.

Образование минералов в природе часто связано с понижением температуры системы. Особенно это характерно для магматических расплавов и термальных вод. Ферсман предположил, что для диссоциированных систем мерой роста энтропии, а следовательно, и направленности процесса может служить энергия кристаллической решетки образующихся минералов. Иначе говоря, последовательность кристаллизации минералов из таких систем следует порядку понижения энергии решетки. Однако экспериментальных данных в этой области было мало, что затрудняло использование понятия об энергии решетки в геохимии.

А. Е. Ферсман блестяще решил этот вопрос. Он высказал мысль, что энергия решетки обладает аддитивными свойствами, а каждый ион, входя в решетку, вносит в нее свой пай энергии. Этот пай ученый назвал эком — энергетическим коэффициентом иона. Следовательно, по Ферсману, энергия решетки складывается из *энергетических характеристик отдельных ионов, так же как размеры кристаллической решетки определяются путем суммирования размеров составляющих ее ионов*.

Используя формулу А. Ф. Капустинского для энергии решетки бинарных соединений, Ферсман вывел следующие простые формулы для определения величин эков³:

для анионов
и маловалентных катионов

$$\text{ЭК} = \frac{W^2}{2R};$$

для остальных катионов

$$\text{ЭК} = \frac{W^2}{2R} 0,75 (R + 0,20).$$

При этом надо учитывать, что как размеры решетки не всегда точно получаются суммированием размеров ионов (в связи с явлениями поляризации и т. д.), так и энергия решетки не абсолютно точно равна сумме эков входящих в нее ионов.

Понятие об эках Ферсман распространил и на комплексные ионы. В связи с этим появилась возможность определения энергетических характеристик для всех ио-

³ Эки выражаются в условных единицах, умножив которые на 256,1, мы получаем калории.

нов, встречающихся в природе (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , UO_2^{2+} и т. д.).

Общая формула для энергии решетки (I), по Ферсману, получила следующий простой вид:

$$I = 256,1 (a \cdot \text{ЭК}_1 + b \cdot \text{ЭК}_2 + c \cdot \text{ЭК}_3 + \dots),$$

где a , b , c — число ионов данного типа, входящих в формулу минерала, а ЭК_1 , ЭК_2 , ЭК_3 , ЭК_4 ... — энергетические характеристики данных ионов.

Пользуясь этой формулой, можно вычислить энергию решетки любого минерала, строение которого известно. Сравнивая полученные результаты с экспериментальными данными определения энергии решетки, Ферсман показал удовлетворительное их соответствие. (Расхождение порядка 10% часто не имеет существенного значения при геохимическом анализе.)

Согласно А. А. Саукову, ЭК кремния несколько завышен Ферсманом (8,6), более точной является величина 7,3⁴. В этом случае экспериментальные данные энергии решетки алюмосиликатов находятся в хорошем соответствии с расчетами по формуле Ферсмана, расхождения не превышают 7—10% (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Энергия кристаллической решетки силикатов

Минерал	Энергия решетки по Шибольду	Энергия решетки по Ферсману на основе величины эка Si=8,6	Энергия решетки с поправкой Саукова (эк Si=7,3)
Нефелин	4325	5174	4841
Лейцит	6932	8147	7481
Альбит	9649	11 166	10267

Так же близко совпадают расчетные и экспериментальные данные для других минералов (расхождение в пределах 10%).

Понятие об эках дало чрезвычайно простой способ приблизительного расчета энергии кристаллической решетки минералов. При этом Ферсман показал, что такие

⁴ А. А. Сауков. Геохимия. М., изд-во «Наука», 1966.

важнейшие для геохимии характеристики минералов, как их растворимость и летучесть, тесно связаны с энергией кристаллической решетки. Используя различные физико-химические данные, в том числе экспериментальные определения энергии решетки простейших соединений, а также свои формулы, Ферсман вычислил эки для большинства ионов Периодической системы.

Развивая свои геоэнергетические представления, Ферсман ввел понятие о вэке — эке, отнесенном к единице валентности: $вэк = \frac{ЭК}{W}$.

Хотя эки и вэки не имеют точного физического значения (в связи с неполной аддитивностью величины энергии решетки), они являются очень важными количественными геохимическими характеристиками. Эки и вэки связывают два важнейших геохимических параметра — радиус иона и его заряд (валентность). Правда, использование геоэнергетической теории отчасти затрудняется тем, что неизвестен истинный характер ионизации природных расплавов и растворов. Во многих геохимических системах элементы входят в состав сложных комплексных ионов, радиусы и заряды которых не определены (например, металлоорганические и другие комплексные соединения). Поэтому геоэнергетическую теорию нельзя приложить ко всем диссоциированным системам. Но вместе с тем она хорошо объясняет большое число фактов и закономерностей. «Весь вопрос миграции элементов, начиная с концентрации и кончая рассеянием, в основном связан с величиной экон», — писал А. Е. Ферсман⁵. С позиций геоэнергетической теории Ферсмана, последовательность кристаллизации должна отвечать уменьшению выделяемой энергии: сначала выделяются из расплава и раствора минералы с большей энергией решетки, а позднее — с меньшей, или, что то же самое, сначала переходят в твердую фазу элементы с высокими эками, а позднее — с низкими. Так, в ходе магматической кристаллизации первыми выпадают из расплава катионы с максимальными эками (Fe^{2+} ; Mg^{2+} ; Zr^{4+} ; Cr^{3+} ; Ni^{2+}), у которых валентность равна 2–3, частично 4. Позднее, при кристаллизации, возрастает роль щелочей К и Na ($W = 1$), комплексных ионов с наименьшими эками. Комплексные анионы с мини-

⁵ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III. М., ОНТИ, Химгеорет, 1937, стр. 152.

мальными эками (NO_3^- ; SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} и др.), по Ферсману, вообще не участвуют в магматической кристаллизации — они сохраняются в горячих и холодных водных растворах.

Ферсман указывал на «прекрасный пример» понижения величин экв в ходе процесса кристаллизации. Это порядок выпадения катионов в силикатах магматических пород⁶:

Эки —	Mg	Fe	Ca	Na	K
	2,15	2,12	1,75	0,45	0,36

Характерно, что ионы с самыми низкими эками NO_3^- (0,18), Br^- (0,22), Cl^- (0,25) накапливаются в морях и океанах.

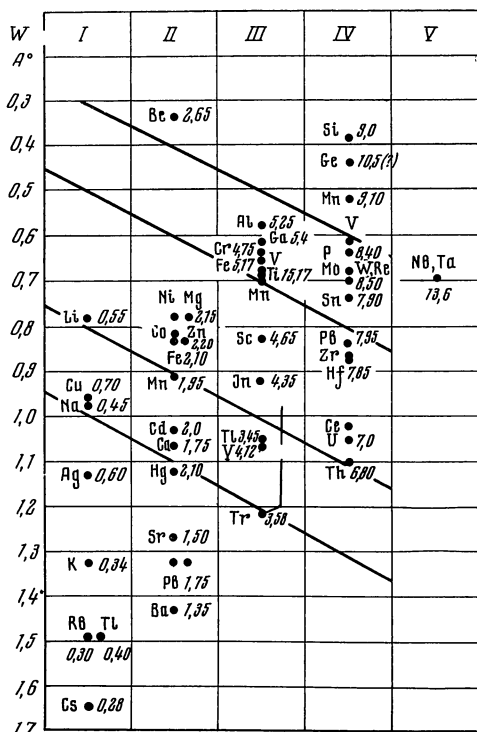
В итоге исследований Ферсман пришел к выводу, что «...ход эволюции геохимических и космохимических систем идет в основном в сторону понижения энергии решеток (на 1 ион) и увеличения степени работоспособности энергии соединений»⁷. С помощью экв Ферсман весьма изящно объяснил так называемый агпайтовый порядок кристаллизации, наблюдающийся в щелочных магмах. Еще в 1929 г. на примере Хибинских тундр он показал, что последовательность кристаллизации минералов в некоторых нефелиновых породах обратна правилу Розенбуша: соединения Zr; Ti; P выпадали не в начале, а в самом конце кристаллизации.

По представлениям Ферсмана, избыток щелочей в расплаве ($\text{K} + \text{Na} > \text{Al}$) приводит к изменению характера ионизации: часть амфотерных катионов с высокими эками образует комплексные анионы, эки которых значительно ниже: $\text{Zr}^{4+} \rightarrow (\text{ZrO}_4)^{4-}$, $\text{Fe}^{3+} \rightarrow (\text{FeO}_4)^{5-}$, $\text{Ce}^{3+} \rightarrow (\text{CeO}_2)^{4-}$. А это определяет и более позднюю кристаллизацию Fe; Ti; Zr и других элементов.

Теория экв позволила Ферсману объяснить и полярный (направленный) изоморфизм. Известно, что при гетеровалентном изоморфизме решетки с ионами более низкой валентности принимают преимущественно ионы более высокой валентности, но не наоборот ($\text{Ba} \rightarrow \text{K}$, $\text{Sc} \rightarrow \text{Mg}$, $\text{U} \rightarrow \text{Ca}$, $\text{Pb} \rightarrow \text{K}$ и т. д.). Ферсман объясняет это энергетической выгодностью вхождения в решетку иона с большим экв, которая увеличивает энергию кристаллической решетки минерала.

⁶ Там же, стр. 241.

⁷ Там же стр. 447.



Номограмма полярного изоморфизма
(по А. Е. Ферсману, 1937)

Ученый показал, что и твердость минералов зависит от энергии решетки, энергетических характеристик входящих в нее ионов. На основе анализа экспериментального материала он установил следующую зависимость для твердости бинарных соединений (FF_2):

$$FF_2 = \alpha \cdot K \cdot W_{\text{ср}} \left[\frac{a V \Delta K_{\text{кат}} + b V \Delta K_{\text{ан}}}{a + b} \right]^2$$

где α — структурный коэффициент;
 K — коэффициент пропорциональности;
 a — число катионов;
 b — число анионов;
 $V \Delta K$ — вэки ионов.

По Ферсману, $v_{\text{эк}}$ — мера щелочности и кислотности среды. Чем выше $v_{\text{эк}}$ катиона, тем ниже pH осаждения гидроокислов металлов из разбавленных растворов (например, $v_{\text{эк}} \text{ Zr}^{4+} = 1,9$; pH осаждения гидроокисла $\text{Zr}(\text{OH})_4 = 4$; соответственные величины для Ва составляют 0,6 и около 12).

Большой интерес представляет попытка Ферсмана использовать энергетические характеристики ионов при изучении геохимических концентров. Еще в 1934 г. он ввел понятие о «геохимическом градиенте», под которым подразумевал расстояние по радиусу от магматического очага до отложений определенной геофазы (пегматита или рудной жилы) ⁸. Для каждого иона можно вычислить величину DD — расстояние, на котором элемент в данной системе будет осаждаться из раствора или расплава. В первом приближении DD обратно эку:

$$DD = K \frac{R}{W^2}.$$

Это же выражение можно рассматривать и во времени.

«Грандиозные процессы образования геохимических дуг, поясов, глубинных зон, концентров и т. д. оказываются зависящими от величин Z^9 , W и R » ¹⁰.

Важнейшую в геохимии проблему концентрации и рассеяния элементов Ферсман также рассмотрел с энергетических позиций. Он показал, что рассеяние элементов в первую очередь вызывается низкими $v_{\text{эк}}$ и $v_{\text{ак}}$ (чем меньше энергия решетки, тем решетка менее прочна и устойчива). Большое значение имеет и повышенная работоспособность решетки, связанная с нечетностью элемента, координации, валентности. Элементы с очень высокими $v_{\text{эк}}$ также склонны к рассеянию — в кислородной среде они образуют крупные комплексные анионы с очень низкими $v_{\text{эк}}$ или дают замкнутые легколетучие молекулы (ReO_4^- ; NO_3^- ; CN^- ; SiF_4 ; CH_4 ; CO_2 ; CO). Наконец, рассеяние может быть связано с полной неспособностью элемента вступать в соединения (инертные газы).

Ферсман считал, что «...дисперсность определяется в первую очередь низкой и притом более работо-

⁸ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. IV. М., ОНТИ, Химгеорет, 1939, стр. 331.

⁹ Z — порядковый номер элемента.

¹⁰ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 348.

способной энергией активных ионов элементов»¹¹. Он наметил области, где накапливаются дисперсные элементы.

рассолы солевых бассейнов и океана — J; Cs; Rb; Br;
пегматиты и постпегматитовые воды — Li; B; Cs;
остаточные воды рудных жил — Tl; In; Hg; Au;
межкосмическое пространство — Ca; Na; K;
летучие дериваты атмосфер космических тел, лишенных кислорода, — CN; CO; CO₂; CH₄ и т. д.

Элементы, образующие концентрации, характеризуются, по Ферсману, четностью, средними и высокими эками (но не слишком высокими). В основном — это элементы с валентностью 2, 3 и отчасти 4 ($W = 1$ характерна для элементов с малыми эками, а $W = 5, 6$ — для элементов со слишком большими эками, образующими комплексные анионы). К ним ученый отнес элементы:

- с $W = 4$ — Ti; Zr; Hf; Th;
- с $W = 3$ — Al; V; Cr; Fe³⁺;
- с $W = 2$ — O; S; Mg; Ca; Fe²⁺; Co; Ni; Mn.

Эти теоретические построения, как отмечал Ферсман, в основном отвечают протокристаллизации (в частности, каменным метеоритам). Отметим, что, согласно положениям Ферсмана, элементы, склонные к рассеянию, концентрируются в конечных этапах дифференциации вещества (постмагматические рудные жилы, пегматиты, рассолы морей и океанов).

Современные данные вносят некоторые коррективы в эти построения ученого (например, о концентрации халькофилов в рудных жилах). Однако сам энергетический подход Ферсмана к анализу концентрации и рассеяния представляет большой методологический интерес и в настоящее время.

Несомненно, многие природные процессы могут изучаться на основе геоэнергетической теории Ферсмана. Вместе с тем величины экв и экв (так же как радиусов ионов и других физико-химических констант) не могут объяснить все особенности миграции элементов в земной коре. Это связано с различными причинами.

¹¹ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 452.

Выпадение элементов из растворов и расплавов зависит не только от энергетической характеристики ионов, но и от их концентрации, которая не учитывается геоэнергетической теорией.

Во многих системах земной коры миграция элементов происходит в неионной форме, большое значение приобретает биогенная и коллоидная миграции. В связи с этим миграционная способность элементов в природных процессах может не увязываться с величинами экв и экв₀. Например, в ходе выветривания в соответствии с геоэнергетической теорией переход элементов из кристаллических решеток в воду должен происходить (по Ферсману) в такой последовательности: Na (0,45), K (0,36), Ca (1,75), Mg (2,10)¹². Кад видим, Ферсман поменял местами K и Na, что уже само по себе нарушает энергетические закономерности (натрий извлекается легче калия, в то время как эки калия меньше натрия). Однако, как показал Б. Б. Полюнов, и в таком «подправленном» виде эта последовательность не соответствует действительности¹³. Кальций мигрирует энергичнее калия. Несоответствие объясняется большой ролью биологического круговорота атомов и коллоидных процессов в зоне гипергенеза.

Эти и многие другие трудности при разработке геоэнергетической теории были ясны и самому Ферсману. Он неоднократно подчеркивал сложность геоэнергетического анализа природных процессов и несовершенство современных представлений. «Несомненно, многое очень несовершенно в этом исследовании, — указывал Ферсман, — многое недодуманно, многое потребует коренного пересмотра и развития. Но такова диалектика каждого нового пути, такова история исследования каждой проблемы. Как и всякий новый путь — он вместе с тем всегда является уже старым. Значение исследования заключается часто не столько в том, что оно через гущу леса прорубает совершенно новую дорогу, но и в том, что оно делает просеку проезжей и заставляет всех передвигаться по новому пути.

Мне кажется, что идеи энергетики природных процессов должны сыграть именно такую роль в геохимии и наравне с геометрией решеток с их эффективными радиуса-

¹² В скобках приведены величины экв.

¹³ Б. Б. Полюнов, *Избранные труды*, М., Изд-во АН СССР, 1956.

ми выдвинуть идеи энергии решеток с их эффективными энергиями ионов»¹⁴.

Трудности анализа природных процессов с помощью экв и энергии решетки Ферсман пытался преодолеть путем введения в геохимию новой функции — «парагена». Последний, так же как и величина U (энергия решетки), характеризует последовательность кристаллизации элементов из диссоциированных систем. Однако в отличие от U параген учитывает не только энергетические характеристики ионов, но и их концентрацию, симметрию образующихся решеток, их тип и т. д. Согласно учению Ферсмана, «...основной закон парагена гласит: в диссоциированных растворах (расплавах, флюидах) при молярной концентрации последовательность кристаллизации следует понижению величины U с учетом степени работоспособности энергии (симметрии решеток), с одной стороны, и геометрии распределения энергии в решетке — с другой (тип решетки)»¹⁵.

В отличие от эка параген — чисто эмпирическая величина, не имеющая определенного физического смысла. Парагены, установленные Ферсманом для части элементов, близки к экам.

Ферсман дал формулу для расчета «парагена соединения» исходя из парагенов отдельных ионов (аналогично расчету энергии решеток по экам). Например, для протокристаллизации Ферсман определяет последовательность осаждения минералов:

Минерал	Параген	Минерал	Параген
Алмаз	12	Шпинель	3,6
Циркон	4,1	Оливин	3,6
		Пироп	3,4
Хромит	4,1	Пироксен	3,3
Корунд	4,0	Магнетит	3,3

К сожалению, Ферсман не успел детально разработать теорию парагена.

Рассматривая вопросы геоэнергетики в целом, ученый пришел к следующему основному выводу: «Энергия реше-

¹⁴ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 465.

¹⁵ Там же, стр. 155.

ток и энергия отдельных ионов в них представляет один из важнейших параметров как общей химии, так и геохимии»¹⁶. Этот вывод полностью сохраняет свою силу и в настоящее время. Установленные Ферсманом характеристики — эки и вэки ионов — имеют фундаментальное значение для геохимии. Еще далеко не исчерпаны возможности анализа природных процессов на этой основе. Труды Ферсмана об ионах в геохимии — важный этап в изучении этой проблемы.

ПЕГМАТИТЫ

*...На смену алмазу пришло увлечение аквама-
рином, горным хрусталем, топазом в пегматитовых
жилах Эльбы, Урала, Забайкалья. Мне казалось,
что именно здесь, в сложной истории этих са-
моцветов, в их родстве и связях с сотнями дру-
гих редчайших минералов, скрыты величайшие
тайны нашей науки, и толстенные фолианты ис-
следований о пегматитах сложились как результат
долгих, почти тридцатилетних наблюдений над
законами их жизни и смерти.*

А. Ферсман

Почти 40 лет посвятил А. Е. Ферсман исследованию пегматитов. Он изучал пегматиты Кольского полуострова и Северной Карелии, Среднего и Южного Урала (Мурзинка, Изумрудные копи, Ильменские горы, Вишневые горы и др.), Дзирульского массива в Закавказье, Канского района в Сибири, Слюдянки на Байкале, Борщовочного кряжа и Шерловой горы в Забайкалье, Гиссарского хребта и Кызылкумов в Средней Азии. Ученый посетил пегматитовые поля Норвегии, Швеции, Силезии, Северной Италии, Эльбы, Моравии и Чехии. По коллекционным образцам Ферсман ознакомился с пегматитами Конго, Монголии и многих районов Советского Союза.

Результаты исследований Ферсман изложил в широко известной монографии — «Пегматиты, том I. Гранитные пегматиты» (3 изд. 1940). Этот объемистый труд (свыше 700 страниц) содержит всестороннюю характеристику

¹⁶ Там же, стр. 458.

гранитных пегматитов и до сих пор не имеет себе равных по глубине анализа и широте охвата проблемы ¹⁷.

Задачей своей работы Ферсман ставил изучение свойств и структуры пегматитов, их минералогии и геохимии. На этой основе следовало решить вопрос об условиях образования пегматитов, их месте в системе геологических процессов, практическом значении.

Ферсман подчеркивал, что пегматиты представляют собой «пограничные образования» между магматическими породами, изучаемыми в петрологии, и водными отложениями — предметом исследований минералогии и геохимии. Поэтому односторонний «петрологический» подход к пегматитам не позволяет вскрыть своеобразие этих тел.

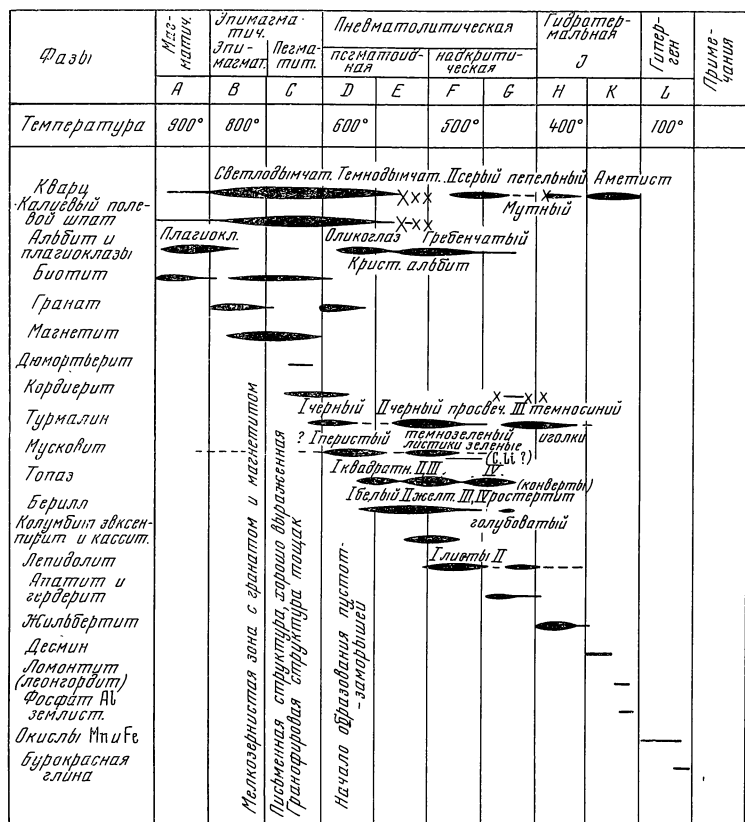
Ферсман разработал теорию образования гранитных пегматитов, дал их классификацию, описал различные типы, охарактеризовал минералогические и геохимические особенности. Методологические основы теории Ферсмана покоятся на нескольких важнейших положениях. Главнейшее из них — идея *геохимической эволюции* пегматитов, определяемой понижением температуры расплава. По представлениям Ферсмана, при остывании гранитной магмы происходят выделения летучих компонентов, ведущие к образованию пневматолитов, последовательная кристаллизация минеральных тел, приводящая к образованию самого гранита, и, наконец, накопление остаточного расплава — раствора, из которого и формируется пегматит.

Под *пегматитовым процессом* Ферсман понимал «...процессы кристаллизации остаточной магмы, начиная с явления телокристаллизации и кончая последними выделениями остаточного расплава или раствора» ¹⁸. Температурные интервалы этого процесса весьма значительны — от 800° до 50°. Значительно уже интервалы образования гранитных пегматитов.

«Гранитным пегматитом, — писал Ферсман, — мы называем жильное тело, в своей основе связанное с магматическим гранитным остатком, главная часть кристаллизации которого лежит в пределах 700—350° и которое характеризуется сходством минеральных составных частей с материнской породой, значительной величиной

¹⁷ Достаточно сказать, что список главнейшей литературы по пегматитам, приводимый в монографии, занимает 25 страниц большого формата.

¹⁸ А. Е. Ферсман. Пегматиты, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 30



Геохимическая диаграмма пегматитов Мурзинки (преимущественно жпы Мокруши). Геохимия, т. II, 1934 г.

кристаллических индивидуумов, большей или меньшей одновременно кристаллизации, повышенным содержанием некоторых определенных летучих и подвижных компонентов, а также накоплением рассеянных элементов остаточного расплава»¹⁹.

Изучая пегматиты, Ферсман пришел к выводу, что часть этих образований может рассматриваться как замкнутая система. Это положение очень облегчило фи-

¹⁹ Там же, стр 31.

зико-химический анализ процесса минералообразования. Из 3 основных параметров такой системы — температуры, давления и концентрации веществ — для минералообразования решающее значение (по данным Ферсмана) имеет *понижение температуры*. Стало возможным различить типы пегматитов рассматривать как стадии единого процесса остывания расплава, стадии, отмеченные определенными интервалами температур. Этапы процесса, отвечающие определенным физико-химическим условиям геохимической эволюции, Ферсман предложил именовать *геофазами*. Их он обозначил латинскими буквами — от *A* до *L*. Ферсман установил 5 этапов и 11 геофаз.

Магматический этап.

Геофаза *A* (900—800°) — последние фазы застывания гранитного массива, образование магнетитовых и монацитовых шпиров, турмалиновых солнц.

Эпимагматический этап.

Геофаза *B* (800—700°) — образование контактных зон, отделяющих пегматит от вмещающей породы. Зона часто имеет аплитовидный, или сахаровидный облик, содержит зерна алмандина и магнетита.

Геофаза *C* (700—600° и ниже) — собственно пегматитовая или графическая зона. Образование типичного «письменного гранита».

Пневматолитический этап.

Геофазы *D* — *E* (600—500°) — пегматоидные, с образованием шерла, берилла, листов мусковита, топаза. Это основная минерализация жил типа Мурзинки и Адунчолон с крупными кристаллами кварца и полевого шпата.

Геофазы *F* — *G* (500—400° и немного ниже) — надкритические. Характерно образование зеленых слюд, альбита, минералов лития, замещения ранее образовавшихся минералов.

Гидротермальный этап.

Геофазы *H* — *I* — *K* (400—50°).

Гипергенный этап.

Геофаза *L* (50—0°).

Пегматитовый процесс включает в себя геофазы $C - G$ (700—400°). Границы между отдельными геофазами Ферсман обосновал физико-химически (используя известную диаграмму Фохта — Ниггли) и, что особенно важно, дал им четкие минералогические критерии.

«Геофаза» — это не чисто температурная шкала, не определенная глубина процесса, не чисто хронологическая или физико-химическая схема. По словам Ферсмана, это скорее «парагенетическая» или «геохимическая» схема, включающая в себя и определенные физико-химические условия, и интервалы температур, и глубину процесса (давление), и отрезок времени. Отвечая равновесному комплексу минеральных тел, геофаза является также понятием энергетическим (энергетический уровень процесса).

Несомненно, что взгляд на пегматиты как на замкнутые физико-химические системы, эволюция которых подчиняется только понижению температуры, был несколько упрощенным. Однако он позволил Ферсману установить главные особенности пегматитов, вскрыть их сущность, разработать систематику.

Большое значение в анализе пегматитов Ферсман придавал построению геохимических диаграмм. На последних по горизонтальной оси отлагаются этапы и геофазы процесса, а по вертикальной — минералы, характерные для каждой геофазы²⁰.

Одной из задач изучения пегматитов является «отнесение каждого минерала к определенной геофазе, свойственной ему в данном процессе...»²¹ Ферсман подчеркивал сложность задачи, отмечал необходимость статистического подхода при изучении штуфов. Так, при определении последовательности кристаллизации минералов в жиле Мокруши Ферсман изучил свыше 2000 образцов.

²⁰ Верный своим принципам отмечать заслуги предшественников, Ферсман подчеркивал, что подобные диаграммы составлялись уже 50 лет назад французскими петрографами. А. Е. Ферсман развил и углубил данный метод, применил его к анализу новой области фактов, превратил в мощное орудие геохимического анализа. Теперь мы смело можем говорить о методе геохимических диаграмм Ферсмана. Метод оказался настолько удачным, что получил широкое применение не только при изучении пегматитов, но и при анализе гидротермальных и других процессов.

²¹ А. Е. Ферсман. Пегматиты, т. I, стр. 101.

Геофазы	Маг- ма- ты	Эпимагмат.		Пневматолитические				Гидротер- мальная		Гипер- ген.	Примеча- ния
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	
Температура	1100°	800°		800°		500°		400°	250°	100°	
Верхотурье на Урале											Пегматит. высокотемп.
Иттерби (ок. Стокгольма)											
Сев. Карелия											Пегматиты глубинного феносканд. щита
Южная Норвегия											
Сев. Монголия											Пегматиты топаз-вер- ховья, част- но пневматолит- ном
Мурзинка на Урале											
Топазовые жилы борщачинского кряжа											
Малый Соктуй											
Шерлово гора Сан-Пьетро (о-в Эльба)											Пегматиты напо-лит- овые
Р. Завитая (борщ. кр.)											
Садватсго (Ургучан)											Заполнение микалитов- выми пустот
Мэн (Сев. Америка)											
Вальдштейн (Бавар. лес)											Гидролиты
Стригу (Силезия)											
Альпийские жилы											
Курицы в Крыму											
Рудные жилы Германии											

Сводная таблица пегматитовых жил разных месторождений
(по А. Е. Ферсману, 1940)

Ученый также разбирает эвтектоидный процесс, роль летучих компонентов при образовании пегматитов, морфологические и геологические особенности этих образований — формы и размеры жил и отдельных кристаллов, образование пустот («занорышей»), структуру, цвет, возраст пегматитов.

В описательной части монографии Ферсман характеризует пегматитовые жилы Урала, Забайкалья, Карелии, Швеции, Норвегии, Монголии, Эльбы, США, Германии и т. д. Для каждого пегматита приводится геохимическая диаграмма, анализ которой позволяет установить периоды наиболее интенсивной минерализации, отвечающие определенным геофазам. «Поэтому, — пишет Ферсман, —

каждую жилу или жильное поле мы можем характеризовать по преобладанию минералов определенных геофаз»²². На этой основе ученый составил исключительно интересную сводную геохимическую диаграмму, на которой жильные поля располагались в порядке убывания температуры. Самые различные пегматиты из многих частей земного шара (Урал — Забайкалье — США — Швеция и т. д.) легли в определенную систему — естественный ряд пегматитового процесса. Это позволило Ферсману разработать классификацию пегматитов, выделив основные их типы.

Ферсман делит пегматиты на «пегматиты чистой линии», т. е. образования замкнутой физико-химической системы, и «пегматиты линии скрещения», формирование которых связано с влиянием боковых пород. В основу классификации он положил «пегматиты чистой линии». Среди них ученый выделил 10 типов.

I — пегматиты наиболее ранней кристаллизации с главными подтипами: *a* — монацитовый, *b* — ортитовый, *c* — гранатовый и *d* — обыкновенный.

II — редких элементов — Td; Nb; Ta; U; Y; Ti и др.

III — боро-фтористый.

IV — фторо-бериллиевый.

V — натро-литиевый.

VI — литио-фосфатный.

VII — фторо-алюминиевый.

VIII — фторо-карбонатный.

IX — сульфидный.

X — щелочной (цеолитный).

Не менее детальна и его классификация «пегматитов линии скрещения». Ферсман подробно охарактеризовал выделенные типы — их распространение, минералогию, геохимию, генезис, практическое значение.

Много внимания уделяет ученый минералогии гранитных пегматитов. Он отмечает большое число минералов (около 300) и крупные размеры последних. На них, по словам Ферсмана, вырабатывались основные понятия описательной минералогии и кристаллографии (труды Н. Кокшарова, П. Ниггли, В. Бреггера, В. М. Гольдшмидта и др.).

²² А. Е. Ферсман. Пегматиты, т. I, стр. 139.

Он приводит подробную характеристику 70 типоморфных минералов (приуроченность к определенным геофазам, условия образования, состав, распространение).

Ферсман доказывает, что для пегматитов характерны только определенные минералогические классы. Так, в пегматитах нет нитратов, иодатов, арсенатов, оксалатов, антимонатов, редко встречаются самородные элементы, сульфиды, сульфаты, углеродистые соединения. Наоборот, группа ниобо-танталатов, уранатов и фосфатов представлена очень широко. В пегматитах преобладают соединения R_2O_3 и R_2O_5 : Al_2O_3 , B_2O_3 , Y_2O_3 , Se_2O_3 , Mn_2O_3 , P_2O_5 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 . Для них характерны ромбоэдрический, гексагональный и гипогексагональный типы кристаллов, частично кубическая сингония, изометричная или пластинчатая форма кристаллов, отсутствие очень удлиненных волокнистых минералов, ленточных и цепных структур (важное отличие пегматитов от гидротерм или протокристаллизации).

Уже ранними работами Ферсмана были установлены законы эвтектического срастания главных минералов гранитных пегматитов — законы «Ферсмана», «Розе», «Мурзинский» и «Адун-Чалонский». Ферсман указал важную черту минералов гранитных пегматитов — «преобладание нечетных чисел (и особенно 3) в природе самих атомов, в характере главных молекул (окислов) и в симметрии кристаллических построек»²³.

Еще интереснее его выводы относительно типоморфных минералов. Ученый показывает, как изменяются свойства типоморфных минералов по мере развития пегматитового процесса. В ходе этого процесса происходит понижение окраски минералов, сначала увеличение, а потом уменьшение их твердости, уменьшение симметрии кристаллов (смена четной симметрии нечетной), плотности кислородной упаковки. «В основном, — пишет Ферсман, — процесс идет в сторону выпадения более сложных по строению и стереохимии, но более однородных кристаллических систем, более низкой симметрии, более низкой координации, меньшего выделения энергии, большей растворимости и меньшей твердости»²⁴.

Изучение колоссального фактического материала позволило Ферсману установить типоморфные признаки ми-

²³ А. Е. Ферсман. Пегматиты, т. I, стр. 333.

²⁴ Там же, стр. 343.

нералов, характерных для разных стадий пегматитового процесса, для различных их типов.

Исключительно интересен геохимический анализ пегматитов, сделанный Ферсманом. Собрав данные химических анализов большого числа пегматитов, ученый сумел высчитать средние кларки гранитных пегматитов. При этом все элементы он разделил на ведущие, главные, нормальные, случайные и запрещенные.

Рассматривая положение характерных элементов пегматитов в периодической системе Менделеева, Ферсман отмечает, что они занимают определенное поле таблицы, четко отграничиваясь от элементов протокристаллизации и сидерофилов. Элементы пегматитов имеют сферические ионы типа благородных газов, низковалентные катионы обладают большими радиусами, а многовалентные катионы образуют большие комплексные анионы. В пегматитах накапливаются нечетные элементы, что ведет к нечетной валентности, нечетной симметрии и нечетным группам таблицы.

По мере развития пегматитового процесса в пегматитах концентрируются 2 группы элементов: а) легкие многовалентные, образующие комплексные анионы, и б) одновалентные. Постепенно происходит замена многовалентных катионов одновалентными в последовательности: 4, 3, 2, 1. По словам Ферсмана, в пегматитах преобладают «крайности» — наиболее легкие и наиболее тяжелые элементы. Для них характерно также повышенное содержание радиоактивных элементов (ряды Th, U, K, Rb), относительно большая роль ядер типа $4q + 3$.

В целом, в результате пегматитового процесса накапливаются атомы, которые «...по строению ядра обладают наименьшей прочностью, наименьшей симметричностью, нечетностью соотношений протонов и нейтронов, особой подвижностью, активностью и самопроизвольным распадом или наибольшей податливостью к разрушению»²⁵.

Большое внимание Ферсман уделяет характеристике пегматитов с позиции геоэнергетической теории. Он подчеркивает, что пегматиты являются типичной диссоциированной системой, для которой можно определять эки и вэки. «К гранитным пегматитам, — пишет Ферсман, — относятся элементы, дающие анионы и катионы наименьших

²⁵ Там же, стр. 333.

14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
—	—	—	—	—	H ⁻¹	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	H ⁺¹	He период	Li	Be	B	C	N	—	—	—	—	—	—	—	[BO ₃] ⁻³
C	N	O	F	Ne период	Na	(Mg)	Al	Si	P	—	—	—	—	—	—	—	[AlO ₄] ⁻⁵ [SiO ₄] ⁻⁴ [PO ₄] ⁻³
S	P	—	Cl	Ar период	K	Ca	Sc	Ti	(V) 0,40 ⁺⁵ 110 3,29	—	(Mn) 0,52 ⁺⁴ 80 278	(Fe)	—	—	—	—	[TiO ₄] ⁻² [N ₂ O ₆] ⁻²
Ge	—	—	—	Kr период	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	—	—	—	—	—	[Nb ₂ O ₆] ⁻² [MoO ₄] ⁻²
Sn	—	—	—	Xe период	Cs	Ba	TR	Hf	Ta	W	(Re)	—	—	—	—	—	[Ta ₂ O ₇] ⁻² [WO ₄] ⁻²
—	Bi	—	—	Rd период	№87	Ra	Ac	Th	Pa	U	—	—	—	—	—	—	—

ПОЛЕ ТЕЛОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Таблица элементов гранитных пегматитов (по А. Е. Ферсману. Геохимия, т. III, 1937)

величин свойственной им кристаллической энергии»²⁶. Подсчеты ученого показали, что при переходе от перидотитов к пегматитам суммарная энергия катионов уменьшается почти вдвое — от 80 до 45. По сравнению с протокристаллизацией пегматиты представляют более низкий уровень энергии. В пределах пегматитового процесса закономерности образования минералов также в большей степени подчиняются законам геоэнергетики. Геохимический анализ пегматитов Ферсман завершает характеристикой поведения в этом процессе элементов периодической системы — от водорода до урана.

В своей работе Ферсман рассматривает ряд петрологических вопросов образования пегматитов. Монография завершается обзором полей гранитных пегматитов Советского Союза и зарубежных стран, их полезных ископаемых.

Благодаря А. Е. Ферсману исследование пегматитов в Советском Союзе получило широкий размах — было создано геохимическое направление в изучении этих тел, разработана стройная теория их образования. Еще при жизни Ферсмана были опубликованы результаты многих работ советских минералогов и геохимиков, посвященных пегматитам.

С момента выхода в свет последнего издания «Пегматитов» прошло почти 30 лет. Естественно, за это время ученые выявили новые особенности этого процесса, развились новые идеи. В частности, высказываются обоснованные сомнения в замкнутом характере физико-химической системы пегматитов. Развиваются представления о большой роли метасоматоза в этом процессе, о роли постмагматической перекристаллизации изверженных пород в пегматитообразовании. Отмечается также необходимость усиления геологического подхода при анализе пегматитов. Однако не подлежит сомнению правильность того геохимического и минералогического анализа пегматитов, который впервые был выполнен Ферсманом. Огромное значение по-прежнему имеет разработанная им систематика пегматитов. Его работы, давно ставшие классическими, и в наши дни являются основным спутником всех геологов, минералогов, геохимиков, изучающих пегматиты.

Труды Ферсмана, посвященные пегматитам, имеют и более общее методологическое значение. Они — прекрас-

²⁶ А. Е. Ферсман. *Пегматиты*, т. I, стр. 367.

ный образец детального исследования *геохимической системы*. В связи с этим важно проанализировать совокупность вопросов, освещаемых Ферсманом при изучении пегматитов, и последовательность их изложения. План изучения геохимической системы, по Ферсману, может быть представлен в следующем виде:

1. История изучения геохимической системы.
2. Морфология природных тел и геологические условия.
3. Физико-химические параметры.
4. Принципы геохимической классификации, типы процессов.
5. Систематическая характеристика отдельных типов и видов.
6. Минералы геохимической системы:
 - а) список минералов;
 - б) характеристика типоморфных минералов;
 - в) общие особенности минералогии системы.
7. Геохимический анализ системы:
 - а) средний химический состав и его сравнение с кларками;
 - б) положение характерных элементов в Периодической системе;
 - в) анализ характерных элементов с точки зрения свойств атомных ядер;
 - г) анализ характерных элементов с точки зрения строения электронной оболочки атомов;
 - д) кристаллохимия;
 - е) геоэнергетический анализ (эки, вэки, энергия решетки);
 - ж) общие выводы.
8. Обзор геохимии отдельных элементов.
9. Региональный обзор — особенности проявления геохимической системы в разных частях Советского Союза и других стран. Закономерности размещения.
10. Полезные ископаемые, связанные с геохимической системой, а также другие практические проблемы.

Опыт Ферсмана в работе над пегматитами может быть творчески использован и при изучении других диссоциированных систем — соляных озер, магматической кристаллизации, отчасти гидротерм и гипергенеза.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ

(КЛАРКИ)

*...после долгой полувековой работы геохимия
овладела новым числом — новой константой мира.*

А. Ферсман

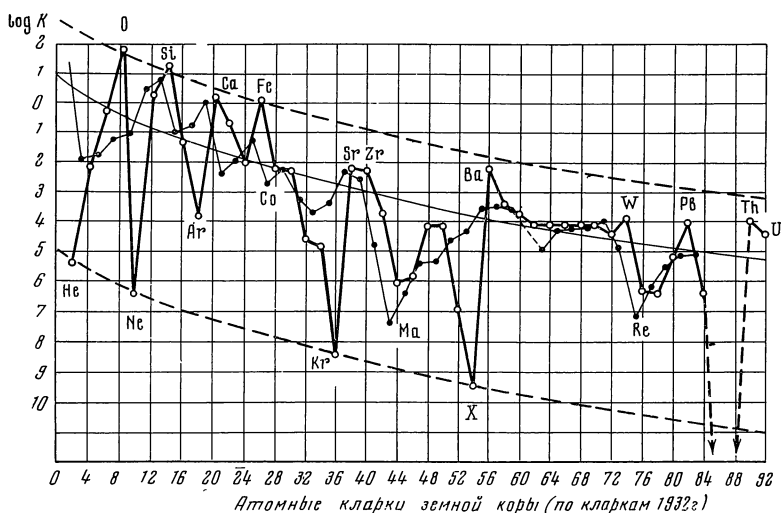
Интерес к распространенности элементов на Земле и в космосе Ферсман пронес через всю жизнь. Он начал исследования в этой области еще в 1907 г., много внимания уделял распространенности элементов в своем первом курсе геохимии в Народном университете им. Шанявского (1912), посвятил этой проблеме книгу «Химические элементы Земли и Космоса» (1923), подробно с новых позиций осветил ее в первом (1933) и третьем (1937) томах «Геохимии». Термин «кларк» был предложен А. Е. Ферсманом в 1923 г. Позднее (1937) ученый дал следующее определение этому понятию. «Кларком мы называем количество данного элемента в определенной химической системе²⁷ космоса (земной коре, метеоритах, атмосферах солнца, звезд определенного типа и т. д.), выраженное в процентах общего числа атомов данной системы (или его веса)»²⁸.

В 1911 г. Ферсман предложил вычислять среднее содержание элементов в земной коре не в весовых процентах, а в процентах числа атомов, как это принято при химических расчетах. Данный метод, имеющий огромное принципиальное значение, был принят другими учеными и позволил сделать ряд фундаментальных выводов. Особенно глубокие исследования по проблеме кларков Ферсман начал в 1932 г. Их результаты отражены в первом и третьем томах «Геохимии».

Обобщив результаты предыдущих исследований, сведя и проанализировав огромный фактический материал, Ферсман в 1933 г. дал новые кларки земной коры. В этом же году ученый построил «логарифмическую кривую кларков», которая отражала зависимость логарифмов атомных кларков элементов земной коры от их порядкового но-

²⁷ «Под космохимической системой мы подразумеваем такую часть космоса, в которой термодинамические условия колеблются лишь в относительно небольших, но определенных интервалах» (прим. Ферсмана).

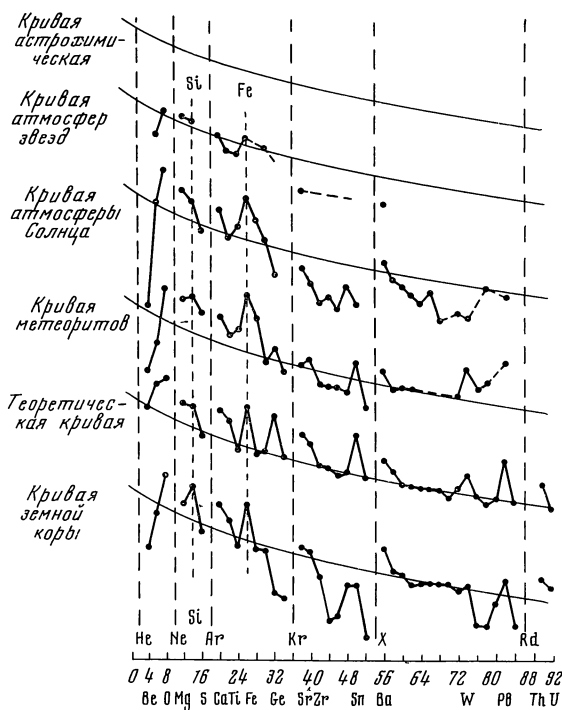
²⁸ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 378.



Логарифмическая кривая атомных кларков земной коры
(по кларкам 1932 г.). Геохимия, т. I, 1933

мера в Периодической системе. Учитывая большие различия между четными и нечетными элементами, Ферсман построил две самостоятельные кривые для каждой группы атомов. При этом выявилась зависимость кларков от положения элемента в Периодической системе — кларки в общем оказались периодической функцией порядкового номера. Кривая имела ряд верхних (O, Si, Ca, Fe и т. д.) и нижних (He, Ne, Kr, Xe) пиков. Соединив пики, Ферсман получил две линии, которые ограничили пояс расположения кларков всех известных элементов. Пояс плавно понижался с увеличением порядкового номера. Это отражало одну из основных геохимических закономерностей, установленных еще Д. И. Менделеевым: с ростом атомных весов уменьшается распространенность элементов.

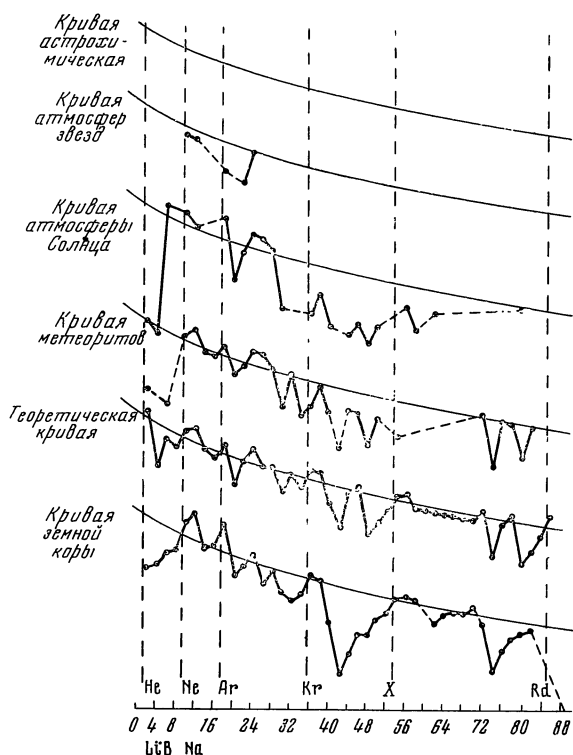
Середину пояса Ферсман принял за «основную ось», которая отвечала каким-то средним величинам распространенности элементов. Выше средней линии располагались элементы «избыточные», а ниже — «дефицитные». Подобные логарифмические кривые Ферсман построил для пяти геохимических систем: земной коры, среднего состава метеоритов, каменных метеоритов, атмосферы



Логарифмическая кривая четных кларков
для геохимических систем космоса (Геохимия, т. I, 1933)

Солнца и атмосферы горячих звезд. Естественно, что наиболее полные данные были получены для земной коры.

Анализ кривых позволил Ферсману привести в строгую систему известные закономерности распространенности элементов, уточнить некоторые из них, дать глубокий анализ причин различий в кларках. В первом томе «Геохимии» ученый последовательно рассмотрел кларки космических тел (солнца, звезд, туманностей), Земли в целом, земной коры и отдельных ее частей: литосферы, гидросферы, атмосферы, стратисферы, биосферы. Ферсман остановился на кларках почв и живого вещества, промышленности. Одновременно с П. Н. Чирвинским он рассчитал состав Земли в целом. «Самой замечательной и наиболее резко выраженной чертой кривых кларков» Ферсман считал преобладание на Земле и в Космосе чет-



Логарифмическая кривая нечетных кларков
для геохимических систем космоса (Геохимия, т. I, 1933)

ных элементов над нечетными. Это положение геохимии, впервые сформулированное Оддо (1914) и Гаркинсом (1915—1928), Ферсман предложил именовать «законом четности» («закон Гаркинса»). На логарифмической кривой кларков «закон четности» выражен очень отчетливо: кривая кларков нечетных элементов расположена значительно ниже кривой четных.

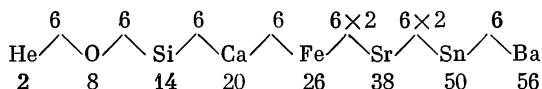
Ферсман показывает, что данная особенность распространенности элементов зависит от строения атомного ядра и является «...выражением первичной устойчивости атомных ядер». В значительно более слабой степени «закон четности» связан с электронным строением атомов, с их периодическими свойствами.

Оддо в 1914 г. обратил внимание на широкое распространение в природе химических элементов, атомный вес которых кратен четырем. В дальнейшем этот закон был детально изучен Гаркинсом и Ферсманом. Последний назвал его «законом кратности четырем». Действительно, атомы, построенные по типу $4q$, имеют наибольшие кларки (C, O, Mg, Si, S, Ca, Ti, Cr, Fe и т. д.). Ферсман подчеркивал, что «закон четырех» распространяется как на атомы в целом, так и на их изотопы. Как и для «закона четности», для «закона четырех» не характерна связь с периодичностью свойств элементов. Таким образом, и данный закон определяется свойствами атомных ядер. Следуя за Гаркинсом, Ферсман разделил все типы атомных ядер на 4 группы: $4q$, $4q + 1$, $4q + 2$ и $4q + 3$. Он показал исключительное распространение в земной коре типа $4q$ (преобладает) и $4q + 3$, при крайне незначительном распространении $4q + 1$ и $4q + 2$.

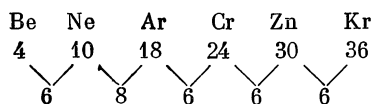
Ферсман доказал особое преобладание атомов типа $4q$ при кристаллизации основных и ультраосновных пород. В ходе магматической дифференциации количество атомов типа $4q$ уменьшается и, например, в пегматитах относительно возрастает количество нечетных элементов.

Следующий закон распространенности был обоснован Зондером и Ферсманом. Назвав его «законом шести», Ферсман первый указал на связь периодичности кларков со строением наружной электронной оболочки атомов (моделью атома по Н. Бору).

«Закон шести» заключается в том, что на кривой кларков явственно обозначается периодичность, кратная шести, — начиная с гелия каждый шестой элемент отмечен высокими кларками:



В меньшей степени «закон шести» распространяется на нижние пики, т. е. на дефицитные элементы. Но все же и здесь намечается периодичность, кратная шести (реже восьми):



Ферсман показал, что верхние пики кларков по «закону шести» в общем антибатны потенциалу ионизации. В отличие от первых двух законов распространенности данный закон, по мысли Ферсмана, связан со строением наружных электронных оболочек атомов, с периодичностью их химических свойств. Распределение элементов по «закону шести» является следствием миграции атомов.

Глубокий анализ проблемы кларков позволил А. Е. Ферсману вскрыть неточность основного геохимического закона, сформулированного В. М. Гольдшмидтом: «Абсолютные количества элементов (т. е. кларки.— А. П.) зависят от ядра, распределение элементов — от наружных электронов»²⁹. Ферсман предположил, что гипотетическое первичное распределение элементов в космосе (до начала процессов дифференциации) характеризовалось «первичными кларками», зависящими только от свойств атомного ядра (т. е. подчинялось закону Гольдшмидта). «Однако эти кларки нам пока не известны,— писал Ферсман,— ни одна из областей космоса, как химическая ассоциация, не дает в чистом виде первичных соотношений кларков...»³⁰

Большое влияние на распространенность элементов оказывают процессы миграции, связанные со строением электронных оболочек атомов. И все же свойства ядра в большинстве геохимических систем имеют при этом решающее значение: «...первичные соотношения кларков очень резко и очень долго сохраняются в общем типе природных процессов, и лишь крайние дифференциаты первичных металлических сульфидных расплавов и газовые оболочки холодных космических тел далеко отходят от этой первичной схемы, подчиняясь всецело законам менделеевских процессов дифференциации. Как ни могучи и грандиозны процессы перемещения и перегруппировки элементов на основе законов менделеевской системы, все же основным фоном, на котором они разыгрываются, основной точкой, к которой они прилагаются, как могучий рычаг космохимических процессов,— является «первичный кларк», связанный с ядром и устойчивостью его строения»³¹.

²⁹ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. III, стр. 375.

³⁰ Там же, стр. 398.

³¹ Там же, стр. 462—463.

Таким образом, по мысли Ферсмана, кларки, наблюдаемые в различных геохимических системах, являются, с одной стороны, функцией строения атомного ядра (в основном законы «четности» и «четырёх»), а с другой — результатом миграции атомов, определяемой строением электронной оболочки («закон шести» и в некоторой степени «закон четности»). «Кларк,— указывал Ферсман,— есть количественное соотношение элементов для определенного пространственного, термодинамического, исторически сложившегося энергетического уровня, например для отдельных геосфер»³²; «...Кларк есть функция времени и места...» — писал он в одной из своих работ³³.

«Законы кларков» А. Е. Ферсман суммировал в таблице 2³⁴.

Общие представления о распространенности элементов Ферсман использовал для определения понятия «редкость элемента». Последняя, по его мнению, может быть обусловлена тремя основными причинами.

Некоторые элементы редко встречаются в земной коре в связи с тем, что их ядра малоустойчивы или недолговечны или что они вообще редки в Космосе. Например, редки малоустойчивые дефицитные элементы начала Периодической системы — Li, Be, B, а также элементы конца Периодической системы в связи с большой величиной заряда ядра — Ta, W, Re, Os, Zr, Pt, Au, Hg, Tl, Bi, Th, U. Редкими являются радиоактивные элементы с неустойчивыми ядрами — Po, Rn, Ra, Ac, Th, Pa, U.

Причиной редкого нахождения элемента в земной коре может быть и то, что он выделился раньше из многофазной системы (т. е. вне доступной нам земной коры). К данной группе редких элементов Ферсман отнес сидерофилы, Ge, W, Mo, Ni, Co, платину и платиноиды, халькофилы — Se и Te, As, Sb, Bi, некоторые тяжелые металлы — Au.

Наконец, редкость элемента может быть обусловлена его рассеянностью, неспособностью давать концентрации. К этой группе редких элементов относятся благородные газы — He, Ne, Ar, Kr, Xe и ряд нечетных

³² Там же, стр. 402.

³³ А. Е. Ферсман. *Химия Земли на новых путях*. М., АН СССР, 1944, стр. 10.

³⁴ А. Е. Ферсман. *Геохимия*, т. III, стр. 450.

СВОДКА КОСМОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Законы кларков	Космическая система	Состояние атома	Типы законности кларков	Колебания величин кларков
Первый закон распределения <i>Астрохимический</i>	Звездные атмосферы — газовые, весьма высокие температур (25 000—5000 °)	Ионы, сильно ионизированные или совершенно оголенные атомы	Преимущественная зависимость от строения ядра. Резкое влияние «закона четырех» (атомных весов). Влияние тяготения и лучевого давления. Кри- вая с открытым подъемом в начале и постепенным сжатием в конце	Амплитуды колебаний неизвестны, скорее невелики, порядка 10 ¹ . Разница между четными и нечетными около 10 ¹
Второй закон распределения <i>Гелиохимический</i>	От охлаждающих газовых к жидким и твердым комплексам (холодные звездные атмосферы пята, метеориты, глубины Земли) (5000—1800 °)	Атомы, частью ионизированные, молекулы простые, многофазные системы. Частично переход в жидкое, реже в кристаллическое состояние	Одновременная зависимость от ядра и наружных электронов, «законы двух, четырех и шести». Сильные пики с дублетами по «закону пести». Сохранение двух четных и нечетных кривых. Явно периодический характер кларков. Роль термодинамических показателей	Отклонения от кривой от 10 ¹ до 10 ⁻²
Третий закон распределения <i>Геохимический</i>	Земная кора до глубины 20 км (1800—65 °)	Молекулы—соединения атомов или ионов	Усиливающаяся зависимость от наружных электронов. Дальнейшее усиление пиков вверх и особенно вниз. Рассеяние и концентрация. Первые соотношения ослаблены. Роль атомных объемов, теплот соединений	Дальнейшие отклонения от кривой от 10 ² до 10 ⁻⁴
Четвертый закон распределения <i>Кристаллохимический</i>	Отдельные участки земной коры (месторождения) (1200—0 °)	Кристаллы, химические соединения, молекулы из атомов или ионов. Сложные комплексные молекулы	Зависимость исключительно от периодических свойств наружных электронов. Сложное рассеяние и концентрация элементов. Появление новых закономерностей. Роль радиусов ионов	Отклонения от кривой от 10 ² до 10 ⁻²

элементов с низкими эками, образующих простые или комплексные ионы, — Li, Be, B, F, V, Ga, Br, Rb, Nb и др.

Учение о кларках Ферсман считал одним из основных разделов геохимии. Он подчеркивал практическое значение этой проблемы и вслед за Вернадским предлагал определять так называемые кларки концентрации³⁵ для отдельных регионов, свит и формаций, пород, руд. Обращаясь к своим последователям и ученикам, Ферсман говорил: «В законах кларков кроются еще огромные области познания мира, и еще огромная исследовательская работа должна вестись, чтобы уточнить эти величины и показать, каковы кларки в разных областях мироздания...»³⁶

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЯ

Законы пространственного распределения отдельных элементов на поверхности земли и в земной коре являются глубочайшими законами современной геохимии, и проблемы производительных сил, географии их распределения и даже географии промышленности в значительной степени вытекают из этих геохимических законов.

А. Ферсман

В первой половине XX в. региональная геохимия почти не привлекала внимание ученых. Если кларками, кристаллохимией, законами миграции, геохимией отдельных элементов интересовались многие исследователи, целые научные коллективы и школы (школа В. М. Гольдшмидта и др.), то региональной геохимией среди ведущих ученых практически занимался один А. Е. Ферсман. В 30-х годах этой проблемой увлекся его ученик — Д. И. Щербаков.

Ферсман — признанный основоположник региональной геохимии, он разработал методологию исследования, поставил основные проблемы и в общей форме решил их. Региональная геохимия привлекла его внимание еще в

³⁵ Кларк концентрации — отношение содержания данного элемента в изучаемом объекте к среднему содержанию в земной коре (кларку земной коры).

³⁶ А. Е. Ферсман. *Химия Земли на новых путях*, стр. 10.

период работы в университете им. Шанявского. В 1919 г. Ферсман прочитал студентам Петроградского университета курс лекций по геохимии России, изданный в 1922 г. отдельной книгой. В 1931 г. увидели свет его «Основные черты геохимии Союза» — развернутое изложение теоретических основ этого раздела науки. Но наиболее глубокий анализ геохимии конкретного региона содержится в книге «Полезные ископаемые Кольского полуострова» (1941). В дальнейшем А. Е. Ферсман предполагал посвятить региональным проблемам специальный том «Геохимии», разобрать в нем геохимию Средней Азии, Урала, Кольского полуострова и других частей Союза.

По мысли Ферсмана, в задачи региональной геохимии входит «...изучение качественного и количественного, пространственного и хронологического распространения элементов на определенной территории, их миграции и законов образования соединений»³⁷. При регионально-геохимических исследованиях в первую очередь необходимо охарактеризовать распространенность элементов и формы их концентрации. Далее следует изучить связь между элементами и горными породами, т. е. парагенные ассоциации элементов в важнейших типах пород. Изучение «географии элементов» позволит выделить геохимические провинции, а анализ вопроса в стратиграфическом разрезе — геохимические эпохи.

Затем идет анализ истории отдельных химических элементов и характера их распространения, ее связи с геологической историей края.

В заключение дается оценка роли элементов в народном хозяйстве и влияние хозяйственной деятельности на геохимию области.

Ферсман неустанно повторял, что необходима тесная увязка регионально-геохимических и геологических исследований. «Только сочетая достижения исторической геологии, новой тектонической мысли с законами поведения элементов,— говорил он в одном из своих выступлений,— мы начинаем понимать распределение полезных ископаемых то в грандиозных поясах, тянущихся на тысячи километров, то в целых геохимических полях на пространстве миллионов квадратных километров. Только в свете

³⁷ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. II. М., ОНТИ, Химтеорет, стр. 103.

этого нового синтеза, связывающего неразрывными узлами геохимию и геологию, рождается прогноз-предсказание — высшая форма научной мысли, которая из настоящего разгадывает будущее, на основе известного намечает то неведомое, что сделается уделом человечества через сотни лет»³⁸.

Геохимическое своеобразие каждой области определяется ее климатическим настоящим и геологическим прошлым. С климатом связана широтная и высотная зональность на поверхности Земли, которая является также и геохимической зональностью. Ферсман дал краткую геохимическую характеристику тундровой и пустынной зон.

Характеризуя тундру, он отмечал замедленность химических процессов, кислотность почв, миграцию железа, алюминия и других металлов, большую роль кристаллизации воды, накопление диатомитов в озерах, слабое развитие зоны окисления сульфидов, относительно малую роль минеральных коллоидов и процессов сорбции, отсутствие каолинизации полевых шпатов.

Для пустынной зоны, по его мнению, характерно пространственное разобщение легко- и труднорастворимых соединений, отсутствие гуминовых веществ, щелочной характер почвенных процессов, движение растворов к поверхности.

На территории Евразии Ферсман выделил особый пустынно-озерный пояс, включающий в себя пустыни и часть степной зоны. Здесь характерны процессы накопления калия, натрия, кальция, магния, хлора, серы, брома, йода, угольной кислоты, образование лечебных трязей, сульфидов железа. Ферсман указывал, что «озерная зона определяет собой огромные и притом специфические богатства для химической промышленности, и было бы необычайной ошибкой не связывать строительство химических центров с теми частями этой зоны, которые пересекаются металлическими поясами с их скоплениями сульфидов»³⁹. Ученый говорил о геохимической географии и вплотную подошел к геохимии ландшафта, основы которой были заложены в середине 40-х годов в трудах Б. Б. Польнова⁴⁰.

³⁸ А. Е. Ферсман. *Химия Земли на новых путях*, стр. 18.

³⁹ А. Е. Ферсман. *Основные черты геохимии Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1931, стр. 26.*

⁴⁰ Статья Б. Б. Польнова «Геохимические ландшафты» была опубликована в 1946 г. в сборнике, посвященном памяти А. Е. Ферсмана.

Более подробно анализировал Ферсман влияние геологического строения на геохимию местности. При этом он выделял регионально-геохимические единицы на тектонической основе — геохимические щиты, пояса, поля, узлы.

Щиты — остатки наиболее древних осадочных пород, преобразованных в ходе палингенеза в архейские комплексы. Высокие температуры и давления определили геохимию этих территорий. Это области собственно магматических процессов. Для них не характерны гидротермальные жилы, летучие компоненты. Даже пегматиты представлены здесь наиболее высокотемпературными разновидностями. Важнейшие полезные ископаемые щитов — медь и никель — в основных породах, полевые шпаты, слюды, апатит, руды железа — в гранитоидах и сиенитах.

К щитам примыкают *пояса* — геосинклинальные зоны, претерпевшие складчатость. Ферсман подчеркивает, что для складчатых поясов характерно закономерное развитие. С первыми этапами их формирования связано излияние основных эффузивов, а с последними — интрузии гранитоидов, пегматиты и гидротермальные жилы.

На территории Союза Ферсман выделил пояса различного возраста — Каледониды, Уралиды, Сибериды, Кавказиды и т. д.

Важнейшей особенностью поясов ученый считал их геохимическую зональность — закономерное распределение химических элементов от центра пояса к его периферии. В центральных частях поясов, там, где эрозия вскрыла их корни, обнажаются гранитные или гранодиоритовые массивы с наиболее высокотемпературными образованиями — пегматитами с рудами урана, ниобия, тантала, бериллия, с драгоценными камнями и т. д. Этот пояс сменяется пневматолитами с рудами олова, вольфрама, за которыми идут типичные гидротермальные жилы с медью, цинком, свинцом, а затем и серебром, никелем, кобальтом. На наибольшем расстоянии от магматического очага располагаются руды ртути и сурьмы. Ферсман отмечал, что такая строгая закономерность выдерживается не повсеместно, что в реальных геологических условиях наблюдаются и отступления от этой схемы. Ученый считал пояса самыми важными геохимическими системами Советского Союза, с которыми связаны основные горнопромышленные районы. Он подчеркивал геохимическую связь Урала

и Тянь-Шаня и особое внимание обращал на плохо тогда изученные северные области Средней Азии, где осуществлялась эта связь.

В 20-х годах на юго-востоке Сибири Ферсман выделил грандиозный пояс эндогенных рудных месторождений, простирающийся через территорию Монголии и Восточного Забайкалья к берегам Охотского моря. Здесь, по мысли Ферсмана, на расстоянии около 2000 км наблюдается закономерное чередование различных типов эндогенных руд: в центре пояса располагаются пневматолитовые вольфрамовые месторождения, пегматиты с драгоценными камнями, а по периферии — полиметаллические свинцово-цинково-серебряные руды. Давая оценку этому смелому научному прогнозу, академик В. И. Смирнов писал в 1960 г.: «Пусть в этой закономерности переоценивается роль околобатолитовой горизонтальной зональности, отдается непомерная дань любимым Александром Евгеньевичем самоцветам, но общее положение Монголо-Охотского пояса, его значение в металлогении Сибири и удивительная внутренняя стройность распределения руд разного состава, как мы знаем, прекрасно подтвердились последующими исследованиями. Таким образом, еще 40 лет тому назад А. Е. Ферсман предвосхитил идею об особенностях оруденения Тихоокеанского рудного пояса, точное описание которого в последующих трудах академика С. С. Смирнова все мы склонны рассматривать как поворотный момент в развитии науки о региональной металлоносности, закрепившейся уже после смерти Ферсмана в понятии о металлогении»⁴¹.

Учение Ферсмана о складчатых поясах имело очень большое значение: оно устанавливало строго закономерное размещение полезных ископаемых в поясах, направляло внимание геологов на познание этих закономерностей, намечало пути прогнозирования.

Геохимические поля («геохимический шельф») представляют, согласно учению Ферсмана, обширные горизонтальные области, отмеченные накоплением определенной группы элементов. Это обычно районы развития осадочных толщ и очень редко — изверженных пород (базальтовые поля Декана, траппы Сибири). Характерными по-

⁴¹ В. И. Смирнов. Великий энтузиаст освоения недр нашей Родины. «Природа», 1960, № 2, стр. 73—74.

лезными ископаемыми полей являются соль, нефть, уголь, фосфориты, глауконит и т. д. Примерами могут служить Московское каменноугольное и Волжско-пермское поля. Первое располагается в центре Европейской части СССР. Для него характерны явления катагенеза, например образование экзогенного флюорита — ратовкита. Волжско-пермское поле отмечено широким распространением известняковой и красноцветной формаций пермского возраста. Ферсман пишет о процессах образования в этом районе морских осадков и о последующих явлениях диагенеза, катагенеза и гипергенеза. Он отмечает широкое распространение здесь стронция, восстановительные процессы с участием углеводородов, приводящие к накоплению серы, миграцию магния с образованием доломитов в диагенезе, палыгорскитов в катагенезе и сульфатов магния в гипергенезе.

Геохимические узлы возникают в местах наложения друг на друга различных геохимических процессов. Узлы могут формироваться при пересечении геохимических систем или в результате наложения разных циклов одной и той же системы. Все это определяет разнообразие минералов, сочетание различных ассоциаций элементов, богатство полезными ископаемыми (например, сочетание металлов и угля, солей и источников серной кислоты, черных и редких металлов и т. д.). По словам Ферсмана, наиболее своеобразные геохимические системы, наиболее редкие и ценные комплексы и, наконец, наименее обычные накопления каких-либо особо дисперсных (рассеянных) элементов наблюдаются именно в геохимических узлах ⁴².

В качестве примера он ссылаясь на Кольский (наложение на архейский щит более поздних поясов), Донецко-Криворожский, Среднеазиатский и другие узлы. Хотя представления о конкретных причинах образования геохимических узлов сейчас претерпели изменения, само понятие о геохимическом узле имеет большое теоретическое и практическое значение. Выделение и изучение геохимических узлов составляет важную задачу геохимиков Союза.

Большое значение имеют понятия «*геохимические провинции*» и «*геохимические эпохи*». Под геохимическими провинциями Ферсман понимал геохимически однородные

⁴² А. Е. Ферсман. Геохимические проблемы Союза, стр. 30.

области, характеризующиеся определенными ассоциациями элементов (геохимическими комплексами). Ученый считал, что понятие о геохимических провинциях должно прийти на смену понятиям о петрографических и метало-генических провинциях. Ферсман подчеркивал сложность выделения геохимических провинций, условность проведения их границ. Примерами наиболее четко ограниченных провинций служат центральный каменноугольный бассейн (Подмосковный), область пермских отложений Приуралья, Фенно-скандинавский щит, вулканические пояса Азии.

Геохимические эпохи — периоды специфического накопления отдельных элементов или ассоциаций. Ферсман указывал, что «геохимическое своеобразие» той или иной эпохи (например, герцинской складчатости) может быть обусловлено уровнем эрозионного среза, который вскрыл определенные геохимические концентры. В других складчатых сооружениях те же элементы могут находиться в глубинах недр.

Примером геохимической эпохи, по его мнению, могут служить современные процессы соленаккумуляции в пустынях (накопление Na, K, Rb, S, Br и других элементов). Для докембрия он отмечает концентрацию SiO_2 , Fe, Na, Ta, U, TR, F, B, Ti, Au.

Учение о геохимических эпохах получило в дальнейшем значительное развитие. В конце 50-х годов А. А. Сауков обобщал понятие об «исторической геохимии», — разделе науки, изучающем эволюцию факторов миграции химических элементов в земной коре.

Очень большое внимание Ферсман уделял *использованию периодической системы Менделеева при регионально-геохимических исследованиях*. «Размещая элементы по клеткам таблицы Менделеева, — писал Ферсман в 1934 г., — и пропуская неизвестные в данном районе, мы получаем графическое изображение естественной ассоциации элементов данной области, очень характерное и позволяющее резко различать друг от друга отдельные ассоциации»⁴³. Данный метод, по его мнению, позволяет наглядно выявить преобладание в регионе элементов с низкими или высокими атомными весами, элементов рудных жил, пегматитов и других геохимических систем.

⁴³ А. Е. Ферсман. *Геохимия*, т. II, стр. 213.

Ферсман разрабатывал также проблему геохимического картирования. Среди геохимических карт он выделил карты общие и частные. На первых отмечаются группы элементов, а в качестве основы используются литолого-петрографические карты, на которых значками показывается распространенность элементов (минералогические находки, непроизводственные скопления, промышленные месторождения).

На частных геохимических картах изображается распределение на данной территории отдельных элементов. Интенсивность закрашки отвечает здесь характеру распространённости: светлый тон — выше кларка, более темный — много выше кларка, самый темный — промышленные концентрации и т. д. Ферсман указывал также на необходимость построения геохимических профилей и разрезов. Говоря о большом практическом значении геохимического картирования, он отмечал почти полную неразработанность в то время (30-е годы) этого важного вопроса геохимии.

Широкое распространение геохимических исследований в последнее десятилетие привело к накоплению огромного фактического материала, который позволил приступить к построению геохимических карт. Сейчас они повсеместно составляются в разных масштабах — от обзорных для всей территории Союза⁴⁴ до детальных, показывающих распределение химических элементов в пределах отдельных рудных полей месторождений полезных ископаемых. Методика, предложенная Ферсманом для составления «частных карт», нашла широкое применение при составлении так называемых металлометрических карт (масштаб 1 : 50 000 и 1 : 40 000). Например, на территории Казахстана геохимической съёмкой покрыты сотни тысяч квадратных километров.

Образцом регионально-геохимического исследования может служить монография А. Е. Ферсмана «Полезные ископаемые Кольского полуострова». Анализ данной работы представляет большой интерес. Во-первых, это наиболее поздний труд ученого в данной области, что определяет его глубоко продуманную методологию. Во-вторых, Хибинские и Ловозерские тундры были детально изучены

⁴⁴ См. «Карту геохимических ландшафтов СССР» в «Физико-географическом атласе мира». М., 1964.

в геохимическом и минералогическом отношениях многолетними экспедициями Ферсмана и его сотрудников. В-третьих, многие положения, разработанные Ферсманом, еще ждут своего внедрения в практику геохимических исследований.

Верный своим принципам, Ферсман начинает геохимическую характеристику территории Кольского полуострова с анализа его геологического строения и геологической истории.

Собственно геохимическая характеристика начинается с перечня всех полезных химических элементов, которые сгруппированы в 3 ряда:

1. Элементы, эксплуатируемые или подготовляемые к эксплуатации.

2. Известные или вероятные.

3. Возможные.

Для каждого элемента указывается минерал или горная порода, из которых он может быть извлечен (водород — вода, фтор — апатит, алюминий — нефелин, кианит и т. д.).

Затем приводится список полезных горных пород и минералов (гранит, оливинит, глина, торф, графит, халькопирит и т. д.). При этом Ферсман даёт краткую характеристику свойств полезных ископаемых, их распространения, практического применения.

Большое значение имеет понятие о дефицитных элементах, породах и минералах. Ферсман показывает, что в Хибинах дефицитны кальций и магний в водах (излишняя мягкость воды), йод (возможные болезни населения), каолин (он необходим для бумажной промышленности), поваренная соль, гипс, уголь, нефть, природный газ.

Далее автор приступает к систематическому обзору геохимии отдельных химических элементов на территории Кольского полуострова. Для каждого элемента он отмечает характерные минералы, дефицитность или избыточность, генетические типы концентраций, возможности практического использования.

Однако рассмотрением отдельных элементов не исчерпывается содержание «геохимии территории». Главное значение в региональной геохимии приобретает характеристика геохимических комплексов, примером которых на Кольском полуострове служат «комплекс Хибинских и Ловозерских тундр» (щелочные плутоны) и «комплекс Мон-

че-тундры». При анализе геохимических комплексов Ферсман широко использует периодическую систему Менделеева. На развернутую форму этой таблицы для каждого комплекса он наносит наиболее важные и ведущие элементы, а также элементы, имеющие среднее значение, элементы, распространенность которых ниже кларка, и, наконец, элементы, встреченные в «следах» или распространенность которых не изучена.

Наряду с приведенной классификацией Ферсман выделяет элементы практического и возможно практического значения.

Каждую группу элементов он анализирует с точки зрения ее положения в периодической системе, энергетических особенностей ионов (их радиусов, экв и экв₀).

Так, он отмечает, что для геохимического «комплекса Хибинских и Ловозерских тундр» характерен избыток кислорода и как следствие — высокие степени окисления железа (Fe^{3+}) и марганца (Mn^{3+} и Mn^{4+}). Высокая щелочность расплавов определила агпайтовый порядок кристаллизации, т. е. превращение многовалентных катионов в комплексные анионы с низкими эквами. Образующиеся минералы характеризуются низкой энергией решетки, малой твердостью, относительно высокой растворимостью.

Геохимические особенности ионов (низкие экви, комплексные анионы, малая поляризация) определяют и многие технологические свойства минералов, которые используются промышленностью (большая роль гидрометаллургии и др.).

Иной геохимический характер имеет «комплекс Монче-тундры», представленный ультраосновными породами, обогащенными магнием и железом, с медно-никелевыми месторождениями. Ферсман рассматривает положение элементов этого комплекса в периодической системе Менделеева, анализирует особенности их ионов (экви и экв₀, радиусы), делает геохимические и практические выводы.

Он сравнивает геохимические особенности обоих комплексов пород, которые пространственно близки друг другу, а геохимически — противоположны: один комплекс как бы дополняет другой. Ферсман предполагает, что оба комплекса имеют «единые корни» — образовались в результате дифференциации единой глубинной магмы в двух противоположных направлениях.

Но мало рассмотреть только те элементы, которые характерны для геохимии данного региона. По мнению ученого, необходимо установить и *отсутствующие элементы*, содержание которых ниже кларка земной коры. Так, для всего региона не характерны элементы с высокими атомными весами, большими радиусами, малыми эками (Rb, Cs, Li, B, Ba, U и т. д.), а также почти все ионы типа «купро».

В заключение геохимического анализа ученый говорит о роли периодической системы в теоретической и практической работе геохимика. «Менделеевская таблица, — пишет Ферсман, — выражающая закономерности свойств химических элементов, устанавливает и связи между ними, и их энергетические черты. Она сама подсказывает наиболее характерную последовательность природных процессов как в пространстве, так и во времени. Геохимические концентры, следуя законам геоэнергетики, неизбежно несут черты определенных направлений менделеевской таблицы. Поэтому в поисковой работе геологоразведчика и геохимика на Кольском полуострове неизбежно должны учитываться те закономерности, которые выражаются менделеевской таблицей»⁴⁵.

Еще в 1922 г. экспедиции Ферсмана установили концентрическое (дуговое) строение Хибинских тундр. Распределение химических элементов по отдельным дугам (подковам) было позднее подтверждено геологическим и геохимическим картированием. Идея подков стала руководящей при поисковых и разведочных работах. В своем труде Ферсман характеризует не только каждую дугу в отдельности, но и комплекс ее пород и полезных ископаемых.

Исключительно интересен разбор Ферсманом чисто практических вопросов, которые, по его мнению, должны разрешаться в регионально-геохимических работах. Одним из них является классификация полезных ископаемых и химических элементов по их хозяйственной ценности. Все элементы и полезные ископаемые Кольского полуострова Ферсман делит на 5 групп: сырье мирового значения (например, апатит, редкие минералы для музеев), сырье всесоюзного значения (халькопирит, пентландит

⁴⁵ А. Е. Ферсман. *Полезные ископаемые Кольского полуострова*. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1941, стр. 148.

и др.), сырье, имеющее значение для Северо-западной области (кварц чистый, пегматиты и др.), местное сырье (гранит строительный, сапропелит, вода и др.) и, наконец, сырье неопределенного значения (графит, плавиковый шпат и т. д.).

Не меньшее значение ученый придает комплексному использованию минерального сырья и отходов промышленности. Он пишет о полном использовании апатито-нефелиновой породы, шлаков Мончегорского комбината, отходящих газов, пыли (для извлечения селена и других рассеянных элементов) и т. д.

Подробный анализ всех теоретических и практических проблем, связанных с геохимией Кольского полуострова, позволил Ферсману выделить на его территории 9 главнейших геохимических и горнохимических узлов. В этом случае ученый выступает уже не только как геохимик, но и как экономико-географ. Он учитывает источники сырья, запасы электроэнергии, климатические особенности развития сельского хозяйства, транспортные связи и многое другое.

Уделяет Ферсман внимание и проблеме охраны сырья, вопросу, в общем, новому в то время. Он пишет о защите вод от загрязнения, о борьбе с пылью, с потерями при добыче и переработке руд.

В заключение работы Ферсман отмечал: «...найти можно только то, что ищешь, а искать нужно в данном районе только то, что при данном сочетании геологических и физико-химических условий может и должно в данном районе находиться»⁴⁶. С этими словами он обращался к будущим исследователям земных недр.

Попробуем теперь на основании анализа этой замечательной работы Ферсмана наметить те основные разделы, из которых должна состоять геохимическая характеристика какого-либо региона. Они примерно будут выглядеть следующим образом:

1. Климат и геология района как основные факторы формирования геохимических особенностей территории.
2. Обзор химических элементов в порядке их расположения в периодической системе.
3. Анализ геохимических комплексов данного региона (парагенные ассоциации элементов, их положение в пе-

⁴⁶ Там же, стр. 278.

риодической системе, свойства ионов — радиусы, эки, валентности, «отсутствующие» элементы и т. д.).

4. Регионально-геохимические закономерности (геохимические щиты, пояса, поля, дуги, концентры, узлы, провинции и т. д.).

5. Геохимические эпохи.

6. Классификация полезных ископаемых и химических элементов по их хозяйственной ценности. Обзор отдельных видов сырья.

7. Комплексное использование минерального сырья и отходов.

8. Охрана сырья.

9. Горнохимические узлы (экономико-географический анализ).

10. Прогнозы и задачи дальнейших исследований.

Значение регионально-геохимических работ Ферсмана для наших дней трудно переоценить: они еще многие годы будут освещать путь исследователям этих исключительно важных вопросов.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА (ТЕХНОГЕНЕЗ)

Умело используя все стойкое для своего строительства, все отвечающее симметрии и четности устойчивых сочетаний атомов, сочетая с этим одновременно и все наименее стойкое, все наиболее подвижное и нечетное на своих динамически развивающихся путях техники, человек сочетает эти крайности Менделеевской системы в единый обиход мировой процесс культуры.

А. Ферсман

В 1912 г. в журнале «Природа» Ферсман опубликовал «Очерки по геохимии». Охарактеризовав поведение атома в различных природных процессах, автор остановился на своих впечатлениях от недавней заграничной поездки.

Скорый поезд нес Ферсмана через промышленные районы Бельгии и Германии. Взору ученого открывались горы пустой породы вблизи шахт, долины, засыпанные шлаками, тысячи фабричных труб, выдыхающих в

атмосферу угольную кислоту. И Ферсман думал о хозяйственной деятельности человека. При этом он рассматривал ее с геохимических позиций.

Геохимическую деятельность человечества Ферсман назвал *техногенезом* (1922). Его мысль в этой области развивалась параллельно с исследованиями В. И. Вернадского о ноосфере.

Однако в своих работах, имеющих «физико-химический уклон», Ферсман более конкретно анализировал рассматриваемый вопрос.

Во втором и третьем томах «Геохимии» он подробно остановился на проблеме извлечения веществ из недр, его переработке, концентрации и рассеяния, сельскохозяйственной и инженерной деятельности людей.

Человек извлекает из недр колоссальное количество вещества. Например, за тысячелетнюю историю Англии из ее копей извлечено свыше 15 км^3 вещества, а из каменоломен — 12 км^3 . Заметим, что ежегодно реки земного шара выносят в океан около 15 км^3 взвешенных и растворенных соединений.

Грандиозные массы веществ распыляются и перемещаются в процессе инженерной и сельскохозяйственной деятельности человека. Так, при добыче золотоносных конгломератов Трансвааля ежегодно в порошок истирается свыше 100 млн. м^3 породы. Кубические километры пыли возникают при эксплуатации дорог, при распашке почв и т. д.

Орошение пустынь приводит к растворению и выносу из почвы солей, осушение болот резко изменяет в почве миграцию железа и фосфора и т. д. Страны — экспортеры сельскохозяйственной продукции (например, Аргентина), по словам Ферсмана, ежегодно теряют большое количество калия, фосфора и других элементов, содержащихся в пшенице, мясе и других продуктах.

Металлургия, химическая и другие виды промышленности создают невиданные ранее на Земле формы соединений, осуществляют чуждые природе реакции. В целом техногенез по масштабу и значению сравним с процессами самой природы.

Применяя обычную методологию геохимии, Ферсман рассматривает техногенез с точки зрения проблемы кларков, положения элементов в периодической системе, их энергетических свойств (эков, экзов и т. д.).

По его мнению, характерная особенность техногенеза — резкое увеличение темпов добычи элементов из недр. Ферсман подсчитал, что среднегодовое потребление на Земле большинства металлов за XIX в. возросло в 100 раз. Рост добычи, естественно, приводит к тому, что человек вынужден извлекать необходимые элементы из более бедных руд (в связи с израсходованием запасов богатых руд).

Когда человечество исчерпает богатые месторождения полезных ископаемых, оно перейдет к комплексному использованию горных пород, т. е. к добыче элементов, содержащихся в кларковых количествах. При этом Ферсман особенно подчеркивает значение кремния и алюминия с их исключительно высокими кларками (29,5 и 8,05%). По его мнению, титан, ванадий и хром идут на смену редким тяжелым металлам прошлого — олову и цинку.

Ферсман выделил 3 основных типа геохимических процессов техногенеза.

Процессы первого типа направлены к уменьшению свободной энергии, образованию устойчивых соединений. При этом выделяется много тепловой, световой и химической энергии. Примерами могут служить сжигание топлива (окисление C, H), окисление пирита и т. д. Особое внимание он уделяет образованию CO_2 при сгорании топлива, в результате чего в атмосфере резко повышается содержание углекислого газа. «Трудно даже сейчас, — указывал ученый, — предсказать серьезность тех природных изменений, которые будут внесены этим в хозяйство природы, так как эти картины могли бы казаться фантазиями Жюль-Верна»⁴⁷. Ферсман пишет в связи с этим о потеплении климата, усилении фотосинтеза, увеличении геохимической деятельности рек.

Второй тип реакций противоположен первому. Процессы идут с поглощением энергии и направлены в сторону образования неустойчивых систем, богатых свободной энергией. В результате возникают вещества, которые чужды земной коре и неустойчивы в биосфере. Примером могут служить алюминий, магний, никель, кобальт и многие другие не встречающиеся в биосфере в самородном состоянии металлы. Их получают промышленным способом, затрачивая огромное количество энергии. По словам Ферсмана,

⁴⁷ А. Е. Ферсман. Геохимия, т. II, стр. 302.

«...ни в одной системе космоса мы не встречаемся с такими реакциями, которые бы шли столь очевидно в разрез с законом энтропии»⁴⁸.

К третьему типу процессов Ферсман относит получение четных элементов с ядрами, построенными по типу 4q, лежащих в пиках кривых кларков (Ca, Mg, Fe, O, Si, отчасти S). Эти элементы образуют соединения, наиболее стойкие в химическом, термическом и механическом отношениях.

Ученый останавливается и на проблеме техногенеза редких элементов. При этом он отмечает, что их использование человеком как бы противоречит тенденциям природы (низким кларкам).

Подробно анализирует Ферсман дальнейшую миграцию добываемых человеком элементов. Он отмечает, что во многих случаях природные процессы и техногенез действуют в одном направлении. Например, такие элементы, как платина, концентрируются и природой, и человеком. Другие (B, C, O, F, Na, Mg), наоборот, рассеиваются и в природных процессах и в техногенезе.

Большая группа элементов рассеивается в природе, но временно концентрируется человеком с последующим рассеянием — Li, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni и др.

Однако подобное «согласие» между человеком и природой наблюдается далеко не всегда. Нередко природные процессы и техногенез направлены в разные стороны. Так, многие элементы (He, Al, Ag, Au, Ra), рассеивающиеся в природе, концентрируются человеком. Природа же иногда концентрирует то, что рассеивает человек (H, частично Sn).

В целом для техногенеза наиболее характерно рассеяние химических элементов.

Ферсман отмечал, что его выводы в свете перспектив технического прогресса в условиях социализма довольно относительно. Он говорил о будущих путях «торжества науки и техники над энергией и веществом природы»⁴⁹.

К сожалению, учение о техногенезе — один из наименее развитых разделов современной геохимии. По существу систематических исследований в этой области не прово-

⁴⁸ Там же, т. III, стр. 433.

⁴⁹ Там же, т. II, стр. 314.

дится. Ферсман наметил основные проблемы техногенеза, дал методологию исследования, установил важнейшие законы.

Использование атомной энергии, искусственная миграция газа, нефти и других веществ на тысячи километров, изменение состава атмосферы, особенно в промышленных центрах и крупных городах, усиление эрозии почв, нехватка питьевой и технической воды, заболевания человека, вызванные техногенезом, — эти и многие другие проблемы современности показывают, что геохимический анализ хозяйственной деятельности человечества в наши дни становится еще более актуальным, чем во времена Ферсмана.

Техногенез должен в ближайшие годы стать объектом детального и систематического исследования. Новаторские, классические труды Ферсмана о техногенезе служат маяком для нового поколения геохимиков.

А. Е. ФЕРСМАН — ПОПУЛЯРИЗАТОР НАУКИ

Необходимо, чтобы составление популярной литературы составляло общественную обязанность каждого научного работника, которой он должен учиться и которая очень трудна.

А. Ферсман

В 30-е годы Ферсман становится очень популярным среди молодежи, главным образом благодаря его прекрасной книге «Занимательная минералогия». Судьба этой книги замечательна. Написанная с большим блеском, она выдержала более 30 изданий (впервые издана в 1928 г. ленинградским издательством «Время»), была переведена на многие иностранные языки и языки народов СССР, сыграла большую роль в подготовке кадров геологов и минералогов. В дальнейшем Ферсман получал много писем от юных читателей. Для многих из них минералогия стала любимой профессией.

В 1929 г. М. Горький привлек к работе в журнале «Наши достижения» Ферсмана. Вскоре Александр Евгеньевич стал одним из редакторов журнала по разделу «Наука». Уже в мартовском номере за 1929 г. были напечатаны ста-

тьи Ферсмана — «Экспедиции Академии Наук», Саукова «Ртуть и сурьма в Фергане», В. И. Влодавца — «Открытие фосфорных руд в Хибинских горах». Вскоре Ферсман получил письмо от Горького, находящегося в то время в Сорренто. Горький писал: «Искренне уважаемый Александр Евгеньевич! Очень обрадован фактом Вашего участия в журнале «Н[аши] д[остижения]» и сердечно благодарю Вас за помощь журналу. Прочитал Вашу статью и статьи сотрудников Ваших, материал интереснейший, жалею, что мало его. Разрешите и впредь надеяться на помощь Вашу. Недавно прочитал Вашу «Занимательную геологию»⁵⁰ — прекрасный Вы популяризатор и подлинный «художник», артист своего дела. Это — не комплимент.

Хочется создать для массового читателя — рабочего и крестьянина — журнал, который знакомил бы его с богатствами родины, утилизацией их, с процессом создания новых форм хозяйства, с его великой работой маленького человека.

Мне думается, что так, этим путем, скорее всего разовьется в массе вкус к действительной культуре и необходимый стране трудовой пафос.

Очень прошу Вас, дорогой Александр Евгеньевич, о помощи в этом начинании. Убежден, что Вам, изумительно энергичному работнику, понятна задача журнала и что Вы не можете не сочувствовать ей.

Вместе с этим очень прошу и Вас, и сотрудников ваших, не затушевывая, т. е. не обходя исследовательских задач науки, подчеркивать погуще практическое значение исследований и достижений, обязательно указывая и на сложность, на трудность их.

Необходимо, чтобы масса, а особенно молодежь наша, понимала эти трудности и чтоб этим повышалось ее уважение к науке.

Если б Вы могли дать статью о работниках науки, об их героизме, о той настойчивости, с которой они умеют преодолевать препятствия на пути к целям! Не дадите ли? Размер статьи не должен смущать Вас.

Надо бы еще статью о калийных солях Камы и вообще — об удобрительных веществах.

⁵⁰ Горький имел в виду «Занимательную минералогию» (А. П.).

Знаю, что Вы перегружены работой, но все-таки — помогайте! У Вас, вероятно, немало даровитых учеников и сотрудников, просите их писать для журнала!

Крепко жму Вашу руку

Всего доброго

А. Пешков»⁵¹

26/III-29.

Горький высоко ценил беллетристический талант Ферсмана. Однажды он даже посоветовал ему «бросить камни» и стать писателем⁵².

Во время болезни, когда врачи запрещали Ферсману серьезные научные занятия, он вспоминал путешествия, встречи с исследователями, «людьми камня». Так рождались планы новых книг — «Путешествия за камнем», «Занимательная геохимия» и, наконец, «Воспоминания о камне».

«Путешествия за камнем» Ферсман не успел закончить, книга вышла в свет уже после его смерти. В предисловии он писал: «За 40 лет моей научной деятельности мне пришлось широко изъездить всю нашу страну и побывать в самых различных ее краях, от берегов полярного океана до лесных просторов печорской пармы и сухих субтропиков персидской границы. Бывали годы, когда мне приходилось делать до 60 тыс. километров; бывали годы, когда большую часть времени приходилось проводить на машине, в далеких путях караванов или в долгих странствованиях пешком по болотам и тундрам Кольского полуострова.

Когда издательство обратилось ко мне с просьбой написать книгу о своих экспедициях, я с удовольствием взялся за нее.

Но, как всегда бывает с увлекающимся автором, я очень скоро отошел от строго намеченного плана. Воспоминания из тумана отдаленного прошлого стали облекаться в реальные образы, одни экспедиции логически вытекали из других, отдельные звенья Урала, Алтая, Крыма, полярных стран, островов Средиземного моря стали сливаться в единую цепь и вырвать из нее отдельные моменты значило бы насильственно снять какую-либо краску с пестрой картины прошлого. И, уходя в воспоминаниях все дальше и дальше, подтягиваясь по цепочке впечатлений, я за-

⁵¹ «Александр Евгеньевич Ферсман». М., изд-во «Наука», 1965, стр. 458

⁵² См. «Ферсман и Горький». «Природа», 1963, № 11, стр. 54.

хотел просто и бесхитростно рассказать, как я начал увлекаться камнем, как от простого сбора минералов и пород перешел к большим научным исследовательским экспедициям; рассказать, как родилась во мне любовь к камню, превратившись в основной стимул моей жизни, как постепенно отвлеченный интерес к камню стал претворяться в изучение производительных сил нашей страны. А великие проблемы промышленности и хозяйства на новых путях строительства наполнили эту любовь новым содержанием, создав новый стимул — общественного, социального характера.

Поиски камня для своей собственной коллекции вылились в сбор камня для государственного музея, а экспедиция — в длинные эпопеи борьбы за овладение камнем, за его использование.

Маленькие минералогические проблемы вырастали в громадные промышленные задачи общего, государственного и мирового масштаба [...].

Мы не хотим быть фотографами природы, земли и ее богатств. Мы хотим быть исследователями, творцами новых идей, завоевателями природы, борцами за ее подчинение человеку [...] Мы не можем просто гулять по раздолью нашей Родины — мы должны быть участниками ее переустройства и творцами новой жизни»⁵³.

Богато иллюстрированная, насыщенная познавательным материалом, написанная прекрасным языком, книга сразу же получила высокую оценку, заинтересовав не только юного, но и взрослого читателя.

В 40-х годах Ферсман начал писать «Занимательную геохимию». Смерть помешала ученому закончить и эту книгу. «Занимательная геохимия», доработанная и дополненная учениками Ферсмана, вышла в свет в 1948 г.

Появление этой книги было своевременным — «проблема атома» и «атомная энергия» стали привлекать в ту пору всеобщее внимание. Первый раздел книги Ферсмана так и называется «Атом». В нем говорится о том, как Менделеев открыл свой закон, а также о строении атомов, об их рождении и гибели, об определении возраста Земли. В серии интересных очерков Ферсман рассказывает об атомах в природе, о кремнии — основе земной коры, кальции — символе прочности, йоде «вездесущем» и т. д.

⁵³ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем. Л., 1956, стр. 7.

Вот, например, очерк о геохимии стронция. Начинается он с рассказа о том, как индийские жрецы использовали бенгальские огни для воздействия на посетителей храмов. Далее автор сообщает о находках минералов стронция на Волге и о том, как он обнаружил те же минералы в ограде санатория в Кисловодске. Постепенно, шаг за шагом, читатель знакомится с геологической историей Кавказа, с сущностью гидротермальных процессов, узнает о том, как радиолярии концентрируют стронций из морской воды, о трансгрессиях и регрессиях морей и, наконец, о практическом применении стронция. Удачные сравнения, меткие заголовки («Стронций — металл красных огней»), прекрасный язык придают научно-популярному очерку характер художественной новеллы.

Интересная особенность Ферсмана-популяризатора — связь изложения с историей народов и историей культуры. Так, в очерке о кремнии ученый посвящает целый раздел описанию места кремния и кварца в истории культуры и техники, говоря о кальции, он упоминает об использовании мрамора в архитектуре; в главе о геохимии олова рассказывается о бронзовом веке, когда этот металл широко использовался для изготовления орудий труда, оружия, украшений; читатель узнает и о своеобразном «археологическом» методе поисков месторождений олова и т. д.

В третьем разделе книги «История атома в природе» Ферсман популярно рассказывает о различных геохимических системах — гидросфере, атмосфере, метеоритах, ландшафтах суши и т. д.

В небольшом очерке он мастерски рисует картину геохимии ландшафтов от Шпицбергена до Цейлона, показывает смену окрасок природы и вскрывает глубокие геохимические причины этого явления. Перед читателем, словно в калейдоскопе, проходят картины полярной тундры, сменяющейся дремучими лесами, за ними идут широкие степи, пустыни, влажные тропики и за всей этой внешней картиной природы, ее многообразием скрывается миграция атомов, их концентрация и рассеяние. Ферсман убедительно объясняет причины и особенности этих процессов.

Последний раздел книги посвящен истории геохимии и ее будущему. Читатель узнает о работах швейцарского химика Шёнбейна, впервые предложившего термин «геохимия». С особой теплотой автор пишет о тех, кто вместе с

ним строил здание новой науки: о своем учителе и друге В. И. Вернадском, В. М. Гольдшмидте, Г. Гевеши и др.

Ферсман преследует не только познавательные цели — он всюду старается подвести читателя к пониманию практического значения теоретических исследований. В его статьях и очерках отвлеченные вопросы строения атомов, их миграции в природе оказываются тесно связанными с освоением Хибин и развитием земледелия, химической промышленностью, борьбой с болезнями.

Мысль ученого часто опережает его время. И Ферсман заглядывает в будущее, показывая читателю облик грядущей науки и техники. Особый раздел «Занимательной геохимии» посвящен завоеваниям будущего, использованию газов атмосферы, озонового экрана, тепла земных недр, атомной энергии, энергии морских волн и ветра, новых синтетических соединений углерода.

В 1940 г. у Ферсмана возникла мысль издать ряд хрестоматий по естествознанию, положив в основу лучшие газетные и журнальные статьи. С этим предложением Александр Евгеньевич выступил в печати, его поддержали многие издательства. Состоялись специальные совещания с писателями и редакторами, на которых было решено приступить к изданию серии книг.

Сам Ферсман решил собрать свои статьи по минералогии и геохимии, опубликованные за 40 лет в «Природе» и других журналах. Набралось около 100 наименований, которые должны были составить четыре солидных тома «Очерков по геохимии и минералогии». Ферсман предполагал осветить историю минералогии, рассказать о редких элементах, минералах и их исследованиях. О широте его замыслов говорили и названия очерков: «Проблема палладия (и медаль Волластона)», «Вода в истории Земли», «Лед и лавины», «Соль в Илецкой защите», «Проблема нефелина», «Изумруды Урала», «Минералы пустынь» и т. д. В книгу он хотел включить описания своих поездок на Урал, в Хибин, Среднюю Азию, Крым, Карпаты, которые потом частично вошли в «Путешествия за камнем», и воспоминания о встречах с различными людьми. Ферсман мечтал рассказать о своих встречах с В. И. Лениным, С. М. Кировым, А. П. Карпинским, Е. С. Федоровым и другими замечательными государственными деятелями и учеными. Война помешала этим интересным замыслам ученого. Отчасти его идея воплоти-

лась позднее в некоторых публикациях, в частности в небольшой книге «Очерки по минералогии и геохимии», опубликованной издательством Академии наук в 1959 г.

Работа Ферсмана по популяризации науки носила публицистический, пропагандистский характер. Он не просто рассказывал о чудесах науки, он призывал заниматься ею. Ферсман охотно писал статьи в «Комсомольскую правду», «Известия», делал доклады для школьников в Доме ученых, находил время побеседовать с самыми маленькими читателями, публикуя различные материалы в журнале «Юный натуралист» и даже «Мурзилка» («Моя коллекция камней»). Ферсман встречался со школьниками в Минералогическом музее, принимал участие в работе общества «Компас» при журнале «Пионер».

После выхода в свет «Занимательной минералогии» началась переписка Александра Евгеньевича с детьми. В его архиве сохранилось около 1000 писем, написанных школьниками — постоянными корреспондентами ученого. Книжки и письма Ферсмана играли большую роль в приобщении молодежи к геологическим наукам, некоторые его юные корреспонденты стали в дальнейшем геологами.

«Многими сотнями писем молодежь отвечает на книгу «Занимательная минералогия», — писал в 1940 г. Ферсман, — сотни молодых энтузиастов камня рождаются в нашей стране, и как бесхитростно, просто, как увлекательно, правдиво, с какой глубокой верой в себя, природу, родину написаны эти письма»⁵⁴.

Вот несколько отрывков из писем:

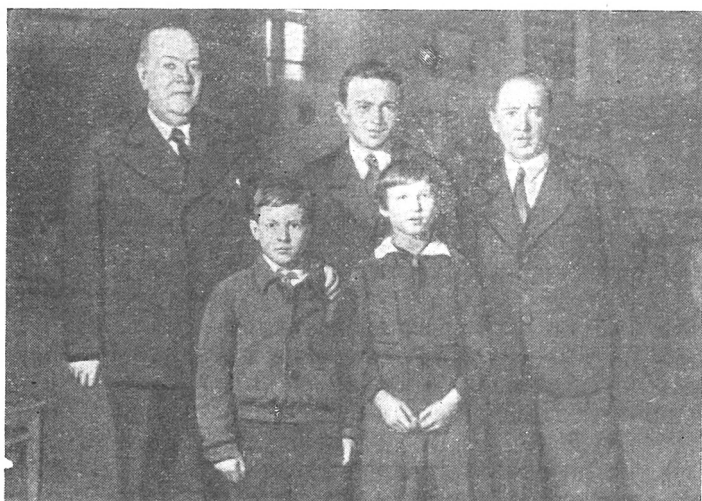
«Спасибо Вам за книжку. Мы отобрали ее от папы и поставили ее к нам» (московские школьницы 8 и 10 лет).

«Я давно люблю химию и минералогию. Собрал уже коллекцию из 64 минералов. Сейчас мне уже 13 лет. Я имею свою лабораторию, произвожу опыты и ращу кристаллы».

«Можно ли мне, окончив школу (семилетку), поступить сразу в Академию наук?» (Полтава, 1931 г.).

«Я сделался страстным минералогом. Я крепко решил добиться намеченного и добьюсь» (1934 г., комсомолец из Воронежа).

⁵⁴ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне. М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 66—67.



А. Е. Ферсман, Ф. И. Вольфсон и В. И. Крыжановский
с юными членами минералогического кружка при Минерало-
гическом музее Академии наук СССР (1937)

«Я совершенно потрясен минералогией и зажигаюсь ею...» (ученик ФЗУ, 17 лет)⁵⁵.

Особняком в творчестве Ферсмана стоит его «Воспоминания о камне».

Творческая лаборатория ученого всегда интересна и поучительна, но, к сожалению, ученые редко пишут о ней. В «Воспоминаниях о камне» Ферсман приоткрывает перед читателем двери своей лаборатории, рассказывает о том, как он пришел в науку, что его влекло к минералогии и какая огромная воля требовалась порой для решения поставленных задач.

«Воспоминания о камне» — история целой жизни, — писал Ферсман в 1940 г., — история своеобразной любви к природе, искания разгадок природных тайн в течение почти шестидесяти лет.

Такую книгу можно решиться писать, когда жизнь в основном уже прожита, когда последние отзвуки старых переживаний сливаются и заглушаются торжествующими

⁵⁵ Там же, стр. 67—69.

волнами новых идей и побед человека нового поколения. И в этих могучих звуках настоящего, в ярко сверкающих красках сегодняшнего дня растворяются эти картины прошлого так, как тонут неясные контуры утренних миражей в ярких солнечных лучах прекрасного дня.

И все же в этих воспоминаниях так много пережитого, передуманного, так много прошлого, которое любишь не потому, что оно было, а потому что в нем были ростки нового, светлого будущего»⁵⁶.

В этой книге Ферсман предстает перед читателями не как ученый-популяризатор, а как писатель-художник. Книга состоит из серии новелл. По своему жанру они напоминают стихотворения в прозе. Д. И. Щербаков назвал их «Научной лирикой». Порой — это отрывки воспоминаний: шестилетний мальчик на берегу Эгейского моря, студент на балу, премьера в Большом театре, молодой ученый на алтайском руднике и т. д., порой небольшой рассказ об экспедициях автора, открытии месторождений, о «людях камня» — прославленных ученых и безвестных горщиках и т. д. Ферсман делится с читателем своими мыслями о задачах научной работы, о призвании ученого, полемизирует, заглядывает в будущее.

И в этой книге, как и в других своих трудах, он — пламенный агитатор за науку и ее приложение к жизни.

МЕТОД И СТИЛЬ РАБОТЫ А. Е. ФЕРСМАНА

Что может быть прекраснее научного творчества!

А. Ферсман

А. Е. Ферсман принадлежал к тому типу ученых, которых В. Оствальд назвал романтиками. Он работал с увлечением, отдавая всего себя любимому делу. «Тот, кто не занимался сбором минералов и поисками редких природных тел, — писал он, — не знает, что такое полевая работа минералога. Это скорее игра, азарт — открыть новое месторождение. Это дело удачи, тонкого понимания,

⁵⁶ А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне. М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 8.



А. Е. Ферсман и Д. И. Щербаков во время совещания по апатитовой проблеме (1929)

часто какого-то подсознательного нюха, часто дело увлечения»⁵⁷.

Ферсман работал «запоем», с огромным напряжением и высокой производительностью. По словам А. А. Саукова, Александр Евгеньевич считал, что без оптимизма и веры вообще нельзя браться ни за какое дело, а тем более за поиски природных богатств⁵⁸. Эта особенность творчества Ферсмана помогала ему преодолевать сопротивление скептиков и недоброжелателей, бороться за свои идеи. Его огромный научный энтузиазм, вера в правильность своих идей, в их практическое значение сыграли огромную роль при решении таких исключительно сложных задач, как освоение Хибин или строительство серного завода в центре Каракумской пустыни.

Ферсман особенно не любил скептиков. Как-то на одном заседании Александр Евгеньевич сказал сомневавшемуся в перспективах Хибин специалисту: «Что Вы тут

⁵⁷ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 198.

⁵⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 131—132.

восседаете и изрекаете, как Пифия? Искать нужно»⁵⁹. «Психология научной работы в массе обычно лишена пафоса творчества, нередко носит чисто ремесленный характер и не поднята на высоту сознательного служения величайшим проблемам социализма и переустройства жизни всего человечества», — писал он в 1936 г.⁶⁰

Как правило, Ферсман одновременно разрабатывал несколько научных вопросов, причем часто довольно далеких друг от друга по тематике. Например, в 1944 г. он работал над «Стратегическим сырьем», «Историей камня в истории культуры», «Очерками по минералогии и геохимии». В одном из своих последних публичных выступлений (2 ноября 1944 г.) Ферсман сказал: «Я думаю, что многие из Вас знают, что я вообще привык работать одновременно над несколькими темами, что меня всегда увлекает одновременно ряд отдельных, даже часто как будто бы не связанных задач. Эти работы, несмотря на их различие по тематике и по содержанию, тем не менее связаны одной чертой, которая вообще всегда характеризует мою работу, — это увлечение. Нет никакого сомнения, что это большой недостаток в моей работе, но, может быть, отчасти и достоинство, так как фактически я работать могу интенсивно только в момент увлечения»⁶¹.

Важное место в научной работе Ферсман отводил накоплению фактического материала. «Для естествоиспытателя, — писал он, — факт, правильно наблюдаемый, точно описанный и продуманно сопоставленный, составляет основу работы и является залогом успеха»⁶². Особенно большое значение ученый придавал непосредственным наблюдениям в природе. Многие современники отмечали исключительную наблюдательность Ферсмана. Он был подлинным натуралистом, умел подмечать в природе такие стороны, на которые другие не обращали внимания. В этом, конечно, сказались и его большой талант ученого, и огромный опыт полевых работ, и обширнейшие знания. В «Путешествиях за камнем» Ферсман особенно четко сформулировал свое отношение к наблюдениям в природе, к сбору и

⁵⁹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 270.

⁶⁰ «Вестник АН СССР», 1936, № 10, стр. 25.

⁶¹ А. Е. Ферсман. *Научный отчет и задачи будущего. «Записки Всесоюз. минералог. об-ва»*, 1946, 2-я серия, ч. 75, стр. 50.

⁶² А. Е. Ферсман. *Очерки по минералогии и геохимии М.*, Изд-во АН СССР, 1959, стр. 195.

описанию фактического материала: «Дать точное описание наблюдавшихся явлений природы, выхватить из многообразия деталей и мелочей главные, характерные черты, в резкой и краткой форме сформулировать все, что видел глаз и схватила мысль,— это настолько сложная и важная задача, что перед ней бледнеют все трудности лабораторного исследования или теоретического анализа в кабинетах ученых»⁶³.

Все труды Ферсмана буквально насыщены фактическим материалом. Он всегда детально изучал историю исследуемого вопроса и нередко ссылался на труды ученых XVII—XVIII вв.

Годы работы в Минералогическом музее, знакомство с лучшими коллекциями зарубежных музеев, а также с месторождениями Советского Союза и Западной Европы, изучение обширного литературного материала дали Ферсману колоссальные фактические знания в области минералогии. Собеседников всегда поражала его исключительная научная эрудиция.

Над отдельными темами, книгами Ферсман работал в течение многих лет, а порой и десятилетиями. Обычно все начиналось со сбора материала. В специальные папки Ферсман собирал отдельные факты, выписки из книг и статей, мысли, относящиеся к данной теме, и т. д. Александр Евгеньевич старался собрать побольше разнообразного материала. Так, материал, касающийся роли камня в истории культуры, он собирал в течение 35 лет в различных архивах, музеях, на месторождениях СССР и зарубежных стран, в ювелирных и гранильных фабриках и мастерских. В итоге Ферсман накопил свыше 20 000 различных текстовых материалов, более 1000 фото, карт и рисунков.

После смерти Ферсмана сохранилось много папок с материалами для будущих книг на тему: «Цвета природы», «Пегматиты щелочной магмы», «Хибины» и др.

Для всех трудов Ферсмана характерны обширные списки литературы, он всегда отдавал должное предыдущим исследователям, использовал книги на основных европейских языках, которыми овладел еще в молодости.

Большое значение Ферсман придавал обобщению фактов, логическому мышлению, разработке рабочих гипотез и в конечном счете созданию научной теории.

⁶³ А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем, стр. 128.

Он хорошо понимал роль интуиции в научной работе, отдавал должное научной фантазии — качеству ученого, которое так высоко ценил В. И. Ленин. «Я совершенно сознательно поставил в качестве motto к моему очерку слова Нансена «о научной фантазии», — писал Ферсман во введении к одной из своих книг. — В этих словах он, реальнейший из реальных исследователей земли и моря, вложил глубокий смысл интуиции или попытки перескочить через логически нанизанные факты и понятия и попытаться посмотреть вперед, из всей совокупности данных и наблюдений коллективной научной работы строя будущее в формах, которые нельзя пока доказать и можно лишь предвидеть. И понятая в таком смысле научная фантазия есть, действительно, одно из ценнейших достижений науки, не всегда признаваемая, вызывающая часто возражения, критику и даже насмешку, — и в таком узком подходе сходятся как схоластики своей специальностью, не позволяющие мыслить вне факта и за его пределами, так и педантичные и узкие схематики, которые хотят вложить проблемы науки в области неизвестного и неизведанного в твердые рамки уже готовых схем.

А между тем, именно в области научной мысли мы не должны бояться дерзать; мы только *должны всегда помнить, что это дерзание*, и не принимать его за реальность и за факт. В наш век накопления огромного описательного, наблюдательного, экспериментального и аналитического материала — без обобщающей рабочей гипотезы работать нельзя, надо ее создавать, но не надо бояться ее оставить, если факты и наблюдения ее перерастут»⁶⁴.

И, действительно, дерзание, научная фантазия, смелая гипотеза были в высокой степени присущи творчеству Ферсмана. Они были ему необходимы и для оценки перспектив Хибин, Средней Азии, Урала, и для создания геологической теории, и при решении многих других вопросов.

Так, нужно было обладать большой научной фантазией, чтобы в 20-х годах определить перспективы развития Средней Азии, тогда еще почти не изученной. Ферсман сделал это. И сейчас его прогнозы вполне оправдались. Вряд ли возможно было без большой научной интуиции

⁶⁴ А. Е. Ферсман. *Геохимические проблемы Союза*, Изд. АН СССР, Л., 1931, стр. 1.

говорить в 1937 г. о новом «энергетическом этапе» в развитии геохимии. В наши дни — это реальность.

Ферсман всегда призывал к «осторожному обращению» с теорией, к тесной увязке фактов и теории. «Успех научных завоеваний, — писал он, — заключается именно в умелом и гармоничном объединении трех частей единой проблемы, объединения, решаемом только путем другого треугольника, заключающего в себе сочетание наблюдения, опыта и теории, что было подчеркнуто еще Бойлем»⁶⁵.

Характерная особенность научного мировоззрения «зрелого» Ферсмана («Ферсмана советского периода») — глубокое понимание ученым связи теории с практикой, необходимости практической направленности в исследованиях. Ферсман глубоко верил в науку, в ее необходимость и полезность для человечества, в ее преобразующую роль. Этой убежденностью проникнуты все его выступления и творческие начинания (особенно работы в Хибинах).

Как уже говорилось, Ферсман был не только ученым, но и художником. Он тонко чувствовал красоту природы и особенно камня, умел передать эту красоту словом. Отсюда, очевидно, и его интерес к истории искусства, культуре камня, роли камня в истории человечества. В своих научных трудах Ферсман нередко прибегал к красочным описаниям, к яркой образности, к цитатам и эпиграфам из книг поэтов и писателей.

Большие возможности, по его мнению, представляла для этого научная популяризация и еще большие — художественное творчество. Книги Ферсмана «Занимательная минералогия», «Рассказы о самоцветах» и другие вполне могут быть названы «научно-художественными». С одной стороны, для них характерны научная строгость, а с другой — образность и красота произведения искусства. К художественному творчеству, образным описаниям Ферсмана влекло постоянно. Когда болезнь вырывала его из кипучей жизни и наступал вынужденный «отдых», Ферсман обращался к художественному слову. Именно в такие минуты родились его «Воспоминания о камне».

Ученый и художник по складу своего ума порой противоположны друг другу. Можно назвать немало ученых,

⁶⁵ А. Е. Ферсман. Основные вопросы организации научной работы. «Вестник АН СССР», 1936, № 10, стр. 37.

в своем творчестве далеких от искусства, и, наоборот, художников, чуждых научного восприятия действительности.

Однако и наука, и искусство отражают одно и то же — жизнь, окружающую природу, общество во всем их разнообразии и сложности. Поэтому не удивительно, что история культуры оставила немало примеров совмещения этих противоположностей в одном лице. К весьма длинному списку таких имен, среди которых Леонардо да Винчи, Ломоносов, Гёте, Бородин и другие, следует с полным правом отнести и Ферсмана. Конечно, в творчестве Ферсмана наука играла неизмеримо большую роль, чем искусство, однако совмещение в его личности черт ученого и художника — несомненно, и только это позволяет понять особенности его жизненного и научного пути.

Увлекаясь каким-нибудь исследованием, Ферсман обращал внимание на те стороны изучаемого явления, которые ему казались главными. В результате ему не всегда удавалось охватить общую картину природного процесса, что в отдельных случаях приводило ученого к неверным оценкам. Подобная особенность творчества, как известно, присуща почти всем наиболее одаренным исследователям. Она в какой-то степени отражает саму природу процесса научного познания, его последовательное приближение к абсолютной истине. Так, первые впечатления от посещения пустынь Средней Азии привели А. Е. Ферсмана к выводу о существовании в местностях с пустынным климатом «псевдогидротермальных процессов», о широком распространении здесь явлений окремнения. Последующие исследования, как отметил академик А. В. Сидоренко, не подтвердили эти положения ученого. Однако в целом предположения Ферсмана сыграли положительную роль — они направили внимание ученых на новую область — геохимию пустынь. Не до конца подтвердились представления Ферсмана о Монголо-Охотском поясе. Вместе с тем они имели большое значение для выявления рудных богатств Забайкалья и Дальнего Востока.

Академик С. С. Смирнов в 1945 г., давая исключительно высокую оценку «Геохимии» Ферсмана, отметил, что данный труд в свое время подвергался разнообразной «кулуарной» критике: «Многие не могли поспеть за Александром Евгеньевичем в его стремительном движении вперед. Да и, кроме того, Александр Евгеньевич строил быстро

большое здание, и, конечно, далеко не все в нем было отделано с достаточной полнотой и совершенством»⁶⁶.

Одно из самых замечательных качеств Александра Евгеньевича — умение работать. По его словам, «у м е н и е р а б о т а т ь со стороны самого исследователя есть важнейшая сторона успешности и дается не всем и не всегда легко. Распределение работы по часам, интенсивность самой работы, целеустремленность в каждой детали, но при этом умение отличить главное от мелочи, точность наблюдений и записи, знание литературы, систематичность и последовательность — все это дается не сразу, а требует огромной работы по самодисциплине и самообучению. Концентрация внимания и сил в одни часы, при полном отдыхе в другие, умение в упорной работе не считаться со временем и нередко жертвовать многим не могут быть ни предписаны, ни предложены — они должны вытекать для каждого работника из необходимости выполнения соответственных условий продуктивности и сроков работы. Правильность в распределении времени и сил экономит и силы и время, но эта правильность не может быть предписана просто планом. Только огромной работой исследователя н а д с а м и м с о б о й, волей — твердой и ясной, четкой постановкой задачи и цели и почти фанатическим упрямством в ее достижении постепенно вырабатывается научный исследователь. Только годы и десятки лет такой жизненной закалки и школы могут выработать необходимые для ученого черты: целеустремленность, самокритику, сознание недостаточности своих знаний и напряжение воли, ту страсть, о которой говорил И. П. Павлов в своем последнем письме к советской молодежи»⁶⁷.

У Ферсмана особенно сильно было развито чувство времени. Он не терпел праздности, пустых разговоров, и в этом, несомненно, одна из причин поразительной продуктивности его деятельности.

Поэт и журналист Л. Ошанин, бывавший в Хибинах, вспоминает следующую сценку:

«... Дождь. Все сидят в палатке. Не хочется высовывать носа, не хочется мочить ног и одежды. Но вдруг встает Ферсман, он натягивает свою «геохимическую» кепку, выглядывает из палатки.

⁶⁶ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 131—132.

⁶⁷ А. Е. Ферсман. Основные вопросы организации научной работы, стр. 39.

— Пора, пора, — говорит академик, — идем.

— Куда идем? — раздаются жалобные голоса. — Дождь.

Тогда Александр Евгеньевич объявляет, что дождь надо использовать для перехода. Это же так понятно!»⁶³.

По словам Д. И. Щербакова, во время работы в Средней Азии Ферсман часто экономил время, организуя ночные переезды от одного рудника до другого. И это после целого дня напряженной работы!

Сотрудница Географического института М. А. Савицкая вспоминает, как в 1919 г. Александр Евгеньевич, проводя экскурсии со студентами, на привале правил корректуры.

Таких примеров можно привести много. Ферсман действительно был неутомим в работе и дорожил каждой минутой. Ученый всегда был занят, и, если здоровье не позволяло ему писать серьезные трактаты, он приступал к сочинению популярных статей, художественных очерков и т. д. Самым лучшим отдыхом для него являлась смена занятий.

Александр Евгеньевич продуктивно работал почти в любой обстановке — в дороге, при разговорах окружающих. Вспоминая свою первую поездку с Ферсманом в Среднюю Азию (1924), Д. И. Щербаков писал:

«Вскоре (после выезда из Москвы. — А. П.) Александр Евгеньевич вернулся в купе, уселся поудобнее у столика, достал свой громадный саквояж, раскрыл и вынул из него массу книг.

— Ну, а теперь за дело. Прежде всего наметим распорядок дня. До вечера займемся чтением книг, а с 7 часов будем слушать доклады. Начнешь ты, — сказал Александр Евгеньевич, — обращаясь ко мне. — Твой доклад по геологии района будет вводным, а затем послушаем наших спутников.

Это был обычный стиль работы Александра Евгеньевича, который никогда не терял в дороге время и особенно плодотворно использовал его в вагоне, где никто не мог отрывать его от занятий.

Мы разобрали предназначенные нам книги и углубились в чтение. Александр Евгеньевич просматривал книги с большой быстротой, делал пометки на полях и выписки на обложках. Около него постепенно вырастала стопка уже

⁶³ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 276.

просмотренных книг. Временами он подходил к окну и долго глядел на мелькавшие виды, потом опять брался за работу»⁶⁹.

Об умении Ферсмана работать в любой обстановке вспоминают многие. В. И. Влодавец рассказывает, как они с Ферсманом ездили в 1919 г. из Петрограда в Петергоф на гранильную фабрику. В то время нерегулярно ходившие поезда осаждались толпами пассажиров, в нетопленных вокзальных помещениях стоял страшный шум. К удивлению Влодавца, его спутник занимал столик на вокзале, доставал из портфеля материалы и, несмотря на шум и холод, начинал писать или читать. На вопрос Влодавца — как можно заниматься в такой обстановке — Ферсман отвечал: «Я в детстве и в юношеские годы жил и работал в проходной комнате, и с детства выработалась привычка, если я чем-нибудь занят, не обращать никакого внимания на окружающую обстановку, а полностью заниматься своим делом»⁷⁰.

Постоянная загруженность ученого определила и своеобразный распорядок его жизни, который вряд ли был полезен для здоровья Ферсмана, но зато позволял ему выполнять большую и разнообразную работу. Утренние и дневные часы Ферсман обычно проводил в Институте, в Президиуме Академии наук, принимал сотрудников, руководил заседаниями. И так из месяца в месяц. Сотрудникам только оставалось недоумевать, когда он успевал писать труды.

Вечером, возвратившись домой, отдохнув 1,5—2 часа, Ферсман начинал «прием» на дому, который нередко продолжался до 1—2 часов ночи. Весной 1940 г. автору этих строк был назначен прием в 12 часов ночи. Разговор шел об энергетике процессов выветривания, которыми я занимался в те годы. Уходя, я столкнулся еще с одним посетителем.

«Каждому был доступен, — пишет В. А. Варсанофьева, — уютный кабинет его квартиры на Сретенском бульваре, даже в те годы, когда его работа в Академии наук стала особенно напряженной, и свидания с желающими его видеть назначались поздно, иногда на одиннадцать часов вечера, настолько он был занят. Везде требовалось его при-

⁶⁹ Д. И. Щербakov. А. Е. Ферсман и его путешествия. М., Географгиз, 1953, стр. 77.

⁷⁰ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 380.

бутьствие, и редкий вечер обходился без его участия в каком-либо заседании. Иногда до половины двенадцатого приходилось ждать его, беседуя с гостеприимной и всегда приветливой Е. М. Ферсман. Александр Евгеньевич возвращался после целого дня напряженной работы веселый, оживленный, как будто не чувствующий никакой усталости. После чая, во время которого он рассказывал об интересных впечатлениях дня, переходили в кабинет, где начиналась оживленная беседа, часто такая увлекательная, что все забывали о времени и вспоминали о нем тогда, когда уже прекращалось движение трамваев, автобусов и метро, и гость нередко был вынужден пользоваться гостеприимством хозяев до утра. И каждый уходил от Александра Евгеньевича обогащенный новыми мыслями, с новым запасом энергии и творческих сил, с новым интересом к жизни, самые разнообразные стороны которой затрагивались в яркой, полной содержания беседе»⁷¹.

После окончания приема Александр Евгеньевич приступал к работе над своими книгами.

Часто «рабочие сутки» Ферсмана заканчивались далеко за полночь. В 10—11 часов утра он снова появлялся в институте. И в таком темпе проходили целые годы напряженной, целеустремленной работы ученого.

В экспедиции распорядок жизни поневоле изменялся. Однако темп жизни не становился медленнее, напротив, порой даже еще больше ускорялся. Характерен эпизод, о котором рассказал В. В. Щербина. В 1930 г. он поехал с Александром Евгеньевичем в Хибины. «Александр Евгеньевич вошел в вагон за несколько минут до отхода поезда, громко и оживленно беседуя с провожавшими его сотрудниками. Перед этим он был нездоров, и не было уверенности, что он сможет поехать.

Когда поезд отошел от Ленинграда, я, стоя у открытого окна, с радостью подумал, что все хлопоты и заботы уже позади и сейчас можно спокойно любоваться природой».

Но вскоре В. В. Щербину вызвали к А. Е. Ферсману.

«Купе Ферсмана напоминало собою рабочий кабинет ученого: хотя поезд только отошел, книги и рукописи уже были вынуты из чемодана и расположены в определенном порядке [...].

⁷¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 176.

Когда я вошел, Ферсман с жизнерадостной улыбкой обратился ко мне:

— А ну-ка, Щербинка, садись. Слушай, химик, у тебя, говорят, почерк очень разборчивый!

— Некрасивый, но разборчивый!

— Телеграммы будешь писать! Итак, диктую, пиши!

— Ну и почерк, как у школьницы! По чистописанию получал пятерки? Пиши, пиши, будь полезен человечеству! (последнее было его любимой поговоркой): «Ленинград, Менделеевская линия, 1, Минералогический музей, Крыжановскому» — это было срочное распоряжение по поводу какой-то коллекции минералов.

«Москва, ВСНХ, Орджоникидзе» — это была довольно длинная телеграмма, касавшаяся правительственных мероприятий, связанных с освоением хибинских апатитов.

«Ленинград, Смольный, Кирову» — Ферсман сообщал о том, что выезжает в Хибины, чтобы лично ознакомиться с мероприятиями, о которых он с Сергеем Мироновичем недавно беседовал при одном из обсуждений хибинской проблемы.

Одна из телеграмм была адресована геологу Рихтеру, работавшему в Карелии в районе железнодорожной станции, на которой в 2 часа ночи наш поезд должен был остановиться. Ферсман просил Рихтера купить билет в мягкий вагон в его купе до следующей станции, куда поезд должен был прибыть в 4 часа утра. Александр Евгеньевич вызывал Рихтера, чтобы узнать о проведенных им геологических работах. После беседы Рихтер встречным поездом возвратился к себе. Я мысленно посочувствовал геологу, который ради двухчасового доклада проведет бессонную ночь, но Ферсман был очень оперативен, и головокружительные темпы первой пятилетки, выполняемой за четыре года, Александру Евгеньевичу были по душе. В 2 часа ночи Рихтер вошел в поезд, и до 4 часов утра он информировал академика о результатах геологических работ — у них шла оживленная беседа.

Не помню адресов и содержаний остальных семи телеграмм. Первая десятиминутная остановка была на станции Мга. К счастью, наш вагон остановился у станционного телеграфа и никто, кроме меня, не отправлял телеграмм, поэтому я успел сдать все одиннадцать телеграмм и благодаря умению быстро бегать уже на ходу вскочил в отходивший поезд.

«Ну вот теперь я смогу облегченно вздохнуть», — подумал я. Однако не тут-то было! Усадив против себя, Александр Евгеньевич начал очень внимательно и подробно расспрашивать меня о моей студенческой практике на Урале, на Вишневогорских месторождениях нефелиновых пегматитов, на которых, как это ни странно, ему побывать еще не удалось. Это был своеобразный экзамен, длившийся два часа, после которого я себя чувствовал вконец измотанным»⁷².

Вспоминает свою поездку (1932 г.) с Ферсманом в Хибин и В. И. Герасимовский: «Огромная нагрузка была не только у нас.

Вокруг Александра Евгеньевича все кипело: он умел расшевелить людей, включить их в какой-то новый напряженный и приподнятый ритм работы, который был для него характерен всю жизнь»⁷³.

За исключительную подвижность сотрудники прозвали Александра Евгеньевича «шаровой молнией».

Ферсман был выдающимся организатором советской науки, одним из руководителей Академии наук СССР, основателем и директором многих ее учреждений. Его привлекали новые проблемы, невиданные формы научной работы, создание научных ячеек в ранее глухих, неосвоенных районах.

Организация нового исследовательского учреждения не представлялась в то время чем-то необычным, но создание такого учреждения за Полярным кругом было делом новым не только в нашей стране, но и во всем мире. Тем не менее Ферсман смело взялся за него, и через некоторое время в Хибинах выросла научная станция с красивым именем «Тьетта».

Воплощение в жизнь идей Ферсмана о химизации народного хозяйства и комплексности производства, о Ломоносовском институте, объединяющем в своей деятельности физику, химию и геологию, требовало новых организационных форм.

Взгляды на организацию научной работы он изложил в статье «Основные вопросы организации научной работы», опубликованной в Вестнике Академии наук за 1936 г. (№ 10).

⁷² «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 164—165.

⁷³ Там же, стр. 260.

В начале 30-х годов Академия наук впервые приступила к планированию научных исследований. Внедрение планового начала проходило не без трудностей: кое-кто из академиков считал, что наука по самой своей природе чужда планированию (нельзя, мол, предсказать результаты мысли, ограничить свободу творчества и т. д.). В то же время находились «горячие головы», которые требовали планирования работы ученых во всех деталях, по образцу социалистической промышленности.

Ферсман был далек от этих крайностей. Он стоял за планирование научной работы, но возражал против излишней детализации и регламентации планов, планирования на короткие сроки, так как все это, по его мнению, стесняло бы творчество и в конечном счете вредило науке. В качестве примера он ссылался на собственный опыт — его исследования планировались на много лет вперед (пегматиты — с 1908 г., Хибиньы — с начала 20-х годов и т. д.).

Ферсман был врагом формализма, рутины и штампа. Он считал ненужными квартальные и прочие отчеты научных сотрудников; по его словам, их никто не читает и они только отнимают время. Ферсман требовал, чтобы законченное исследование оформлялось в виде научного доклада и статьи в одном из академических изданий.

Ферсман считал, что должны существовать строгие сроки окончания научной работы. В личной работе он всегда ставил себе такие сроки. Если к назначенному времени его работа оказывалась незавершенной, то это означало, что ее тема еще не созрела, мала фактическая база и т. д. В этом случае Ферсман сознательно временно прекращал данную работу, чтобы позднее подойти к ней с другой стороны, на основе новых наблюдений, литературных данных.

Большое значение ученый придавал умению выделять законченные этапы работы. Их результаты должны оформляться в виде самостоятельных статей. По словам Ферсмана, «разбивание работы на отдельные этапы, ступени и последовательный подъем по ним есть один из важнейших методов исследования»⁷⁴.

Серьезным недостатком исследовательской работы Ферсман считал многопредметность, распыление сил и как следствие — затягивание важнейших исследований. Он

⁷⁴ А. Е. Ферсман. Основные вопросы организации научной работы, стр. 35.

особенно обращал внимание на развитие в данном институте определенных научных направлений, на преемственность в научной работе и тематике, на развитие научных школ, объединенных единством цели и методов работы. По мнению Ферсмана, ценность научного коллектива и успех работы института определяются не тем, что в нем разрабатываются все разделы данной науки, а тем, что все усилия коллектива гармонично направлены к разрешению одной задачи. И Александр Евгеньевич очень сожалел, что «в большинстве наших учреждений такой единой, руководящей идеи нет»⁷⁵.

«Я глубоко убежден, — писал Ферсман, — что если бы Ломоносовский институт на два года бросил главную часть своих работников на составление, например, «Минералогии и геохимии Союза» как основы всей теоретической и прикладной работы в нашей стране, то он осуществил бы это многотомное дело действительно в 25 месяцев, спаял бы работников единством цели, поднял бы знания молодежи и дал бы стране по существу гораздо больше, чем он дает сейчас разрозненными силами своих 100 сотрудников. Я взял означенную тему как пример относительно простой, но гораздо менее показательный и менее яркий, чем объединение всех работников одной большой общей теоретической идеей и практическими перспективами, например энергией решетки и ее анализом. Иногда, может быть, надо временно ломать работу, чтобы перейти на новые рельсы»⁷⁶.

Исключительное значение Ферсман придавал внедрению результатов законченных работ, связи науки с производством. Ученый подчеркивал, что научный процесс «...заканчивается лишь после внедрения выводов в жизнь в самых разнообразных ее формах в зависимости от характера и содержания науки и исследования. Здесь было бы огромной ошибкой сводить этот последний этап работы к узкопрактической проблеме сегодняшнего дня. Понимание практицизма и пользы в строительстве новой культуры и нового человека слишком многогранно и многообразно, чтобы оценивать его лишь как конкретный практический факт, вроде открытия нового

⁷⁵ А. Е. Ферсман. *Основные вопросы организации научной работы*, стр. 34.

⁷⁶ Там же, стр. 35.

месторождения или получения нового химического красителя. Последний этап работы заключается в том культурном сдвиге, том шаге вперед, который исследование дает, в результате чего создаются новые ценности социалистического прогресса»⁷⁷.

Ферсман заключал договора с различными промышленными организациями (например, с трестами «Апатит», «Редкие элементы» и др.), видя в этом взаимную выгоду. И, действительно, на полученные от договорных работ средства в Ломоносовском институте были созданы рентгенохимическая, спектральная и химическая лаборатории. Вместе с тем ученый считал, что Академия наук главным образом должна решать коренные научные проблемы, а не подменять отраслевые институты и производственные органы.

Свои принципы и идеи по организации науки Ферсман старался внедрять в Ломоносовском институте Академии наук, которым он руководил. По словам бывшего ученого секретаря института А. А. Саукова, «работать с Александром Евгеньевичем было легко и интересно: он горячо поддерживал инициативу своих подчиненных, никогда не выражая недовольства, если какой-нибудь вопрос решался без него и решался правильно. Он был ярким врагом штампа в научной работе и терпеть не мог ненужных бюрократических рогаток, которые кое-где расставлялись чиновниками от науки»⁷⁸.

Ферсман прекрасно понимал природу научного творчества, психологию ученого, считая эти факторы обязательными при организации научной работы. Он писал о системе поощрений и наград, бережном, внимательном отношении к труду ученого. «Забота о человеке, подчас мелочная, но дружеская и товарищеская, — подчеркивал он, — есть огромный фактор его воспитания и в нужных случаях — перевоспитания.

Мы имеем примеры из практики научных учреждений, где отдельные мероприятия администрации, неудачно проведенные, оттолкнули работников от идейной творческой работы. Не поддержанное вовремя достижение, даже некоторая зависть вместо награды приводят к отчуждению работника, к появлению у него чувства обиды и к ослаблению

⁷⁷ Там же, стр. 39.

⁷⁸ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 148.

в работе. Такие конкретные примеры мне, к сожалению, хорошо известны»⁷⁹.

Важное значение придавал Ферсман и правильной структуре исследовательского учреждения. Например, он считал, что в каждом институте должен быть особый «исторический отдел», занимающийся историей данной науки. «Незнание истории своих собственных исследований,— указывал Ферсман,— вопиющая черта наших учреждений и молодых работников, и с ней надо бороться»⁸⁰.

Много нового внес Ферсман и в дело организации экспедиций. Основываясь на личном опыте, он пришел к выводу, что экспедиции должны быть многолетними. По его мнению, первый год обычно уходит на ориентировку в районе исследований, второй — на постановку проблемы, и только третий год в лучшем случае начинает приносить результаты. Поэтому ученый предостерегал против частой смены тематики.

Большую роль Ферсман отводил популяризации науки с помощью книг и статей. Он считал это общественной обязанностью каждого научного сотрудника.

Важное место в жизни Ферсмана занимала педагогическая деятельность. Он был профессором Народного университета им. Шанявского и Высших женских курсов («Бестужевских»), Петроградского университета, Географического института, эпизодически читал лекции в Ленинградском горном институте, Уральском геологоразведочном институте (Свердловск) и других вузах. Загруженность научной и организационной работой в отдельные периоды жизни и деятельности почти полностью отвлекала Александра Евгеньевича от преподавания. Но даже в такие моменты он находил время, чтобы выступить с лекциями для студентов и научных работников, рудничных геологов и бойцов на фронте.

Огромная занятость, частые разъезды не позволяли Ферсману читать систематический многочасовой курс лекций, в котором последовательно излагались бы все главные положения данной науки. Обычно его лекции являлись яркими фрагментами основных идей, в них ученый излагал те вопросы, которыми увлекался в данное время.

⁷⁹ А. Е. Ферсман. Основные вопросы организации научной работы, стр. 36.

⁸⁰ Там же, стр. 29.



А. Е. Ферсман и В. П. Волгин после лекции на одной из фабрик Петрограда (1922)

Лекции Ферсмана отличались глубиной и оригинальностью содержания, красивой формой. Энтузиазм лектора, его эмоциональная настроенность производили сильное впечатление на слушателей. О замечательных лекциях Ферсмана вспоминают многие геохимики, минералоги, специалисты по рудным месторождениям, географы. Все они единодушно отдают дань лекторскому таланту ученого.

Профессор Шафрановский, вспоминая курс лекций Ферсмана в Ленинградском университете, писал: «Сейчас в моей памяти эти лекции сохранились как нечто чрезвычайно праздничное, радужное и радостное [...]

Лекции знаменитого ученого привели нас, юнцов, в восторг. После академически размеренных, сухих и довольно-таки скучноватых профессорских выступлений на нас был обрушен искрометный, кипящий водопад новых понятий, смелых до дерзновения идей, грандиозных обобщений. Увлекаемые этим потоком, мы совершенно забывали о наших студенческих тетрадках и только слушали с упоением и глядели во все глаза на нашего чудесного лектора. [...]

Вспоминая сейчас курс «Введение в минералогию», я прихожу к выводу, что наш выдающийся учитель стремился прежде всего зажечь и всячески заинтересовать нас. Основной его целью было приобщить своих слушателей к дивному миру минералов, показать, как он разнообразен и прекрасен. Александр Евгеньевич старался внушить нам, что неизбежная сухость и строгость дальнейших специальных минералогических дисциплин не так уж страшны. Зато, преодолев их, мы получим доступ в то волшебное каменное царство, где сам он чувствовал себя таким полноценным хозяином. Думаю, что и легкость его экзаменационных вопросов объясняется желанием не отпугнуть начинающего, а ободрить его и заранее приобщить к семье советских минералогов. Время показало, что в этом отношении наш замечательный лектор полностью достиг своей цели — уже через год группа его слушателей отправилась вместе с сотрудниками Минералогического музея в Хибинь. А еще через несколько лет мы всецело посвятили себя минералогии и кристаллографии, о которых так красочно рассказывал Александр Евгеньевич»⁸¹.

Академик Д. С. Коржинский, говоря о лекциях Ферсмана по геохимии, прочитанных в 1924 г. студентам Ленинградского горного института, подчеркивает, что эти лекции поражали воображение необычностью тематики и красочностью изложения.

Александр Евгеньевич неустанно заботился о широте кругозора будущих специалистов — минералогов и геохимиков. Его лекции нередко содержали экскурсии в смежные дисциплины, в область истории, искусства. Ферсман считал, что современный специалист должен владеть историческим и философским анализом, иметь представление о науке в целом. Вспоминая свои студенческие годы, ученый отмечал, что в формировании его научного мировоззрения большую роль сыграли курсы политической экономии, архитектуры, истории искусств, прослушанные в Одессе, а также курсы русской истории Ключевского в Москве и философии — в Гейдельберге.

На экзаменах Ферсман не любил задавать стандартные вопросы; он мог спрашивать москвича: почему Москва называется «белокаменной», уроженца Кунгура — о знаменитой ледяной пещере, а уральцев — об уральских

⁸¹ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 212—213.

месторождениях и минералах. И. И. Шафрановский вспоминает, что из всех его однокурсников только один — сын тогдашнего директора Керамического института — провалился на экзаменах Ферсмана, не ответив на вопрос, что такое керамика. «Ну стыдно, стыдно! — воскликнул Александр Евгеньевич. — Кормишься керамикой, а не знаешь, что она собой представляет! Ступай, ступай!..»⁸²

По мнению Ферсмана, в методике подготовки специалистов большое место должны занимать экскурсии. В одном из писем Г. С. Грицаенко он писал: «Рад за подрастающую молодежь. Учите их хорошенько, чтобы вышли хорошие специалисты и своим делом занимались с *увлечением*, а не формально. Надо организовать подмосковные поездки — экскурсии, чтобы студенты могли наблюдать самую природу и прониклись бы ею. Нельзя отрывать минерал от природы — он будет мертв»⁸³.

Ферсман сам руководил такими экскурсиями в окрестностях Москвы, Ленинграда, причем не только проводил их со студентами, но и охотно брал на себя руководство группами учителей и школьников. Профессор Б. Е. Райков, вспоминая экскурсии в окрестностях Ленинграда, по берегам р. Поповки, подчеркивает, что Ферсман показал себя опытным экскурсоводом, у которого было чему поучиться учителям. Александр Евгеньевич вносил в свои экскурсии много такого, «что делало их неповторимыми по силе воздействия».

Прежде всего у него всегда была четко выраженная тема экскурсии — та общая, объединяющая весь материал идея, которую должен был выявить и закрепить этот поход в природу. Поэтому он показывал не все сплошь — иное опускал, а выделял и демонстрировал только то, что разъясняло и утверждало эту идею. Идею экскурсий Ферсмана можно выразить в двух словах: камни живут. Он старался подвести экскурсантов к мысли о мертвой природе как о живой, вечно движущейся и изменяющейся...

Природа постоянно разрушается, но непременно возникает в новых формах. Держа в руках какой-нибудь кусок горной породы или найденный в русле осколок минерала, А. Е. Ферсман красочно разъяснял, чем был этот камень и что с ним станет впоследствии. Этим он ис-

⁸² Там же, стр. 214.

⁸³ Там же, стр. 398.

кусно раскрывал невидимую для непосвященных жизнь неживой природы, и слушатели начинали понимать, что в этом голом русле среди наваленных грудями каменных обломков все живет — незримо для простого глаза, но видимо для глаза, вооруженного научным знанием.

Для такого раскрытия темы Ферсману приходилось прибегать к данным физики, химии, метеорологии, геологии и минералогии, а кроме того оперировать «фактором времени», чтобы создать у слушателей правильное представление о мощи этого фактора. Делал он это очень красочно [...].

Было бы, однако, ошибкой думать, что Ферсман в качестве руководителя экскурсий действовал на участников только рассказом и показом. Не будучи школьным учителем, Александр Евгеньевич отлично понимал, лучше иных профессионалов, что материал, воспринятый путем активного участия экскурсантов в работе, лучше уясняется и запоминается, чем со слов или путем простого показа. Он всегда предлагал участникам экскурсии ряд практических задач: измерить высоту обнажения и мощность пластов, взять образцы из каждого слоя, сделать зарисовки и непременно собирать для себя и для школы коллекцию встречающихся горных пород и минералов, а также окаменелостей. Уходили с его экскурсий всегда с коллекцией образцов.

Я лишь беглыми штрихами обрисовал А. Е. Ферсмана в роли экскурсовода. Но и из сказанного ясно, как этот талантливый человек умел воздействовать на окружающих в процессе своей работы. Сила его была в том, что он обращался не только к уму, но и к чувству своих учеников и слушателей. Здесь большую роль играли те эмоции, которые он умел возбуждать как своим блестящим рассказом, так и самой своей личностью. Участники его экскурсий не могли не почувствовать, как этот человек любит природу и свою работу в ней. Поэтому экскурсии Ферсмана имели не только образовательное, но и глубокое воспитательное значение. Возвращались экскурсанты в город не только с запасом новых впечатлений, но взволнованные знакомством с настоящим ученым, подлинным энтузиастом научного знания»⁸⁴.

⁸⁴ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 399—400.

Ферсман всегда стремился передать студентам и молодым специалистам свой энтузиазм, веру в науку, умение бороться с трудностями. В решительные для них минуты (экзамен, защита диссертации, доклад и т. д.) он старался окружить их атмосферой непринужденности, спокойного доброжелательства. Заседания, где председательствовал Ферсман, проходили оживленно и интересно, без сухой официальности и мертвящей чопорности. Нередко он оживлял беседу или чье-нибудь выступление удачной репликой, шуткой.

Часто председательствующий Ферсман предоставлял слово какому-нибудь скромнику, даже если тот не просил об этом. Александр Евгеньевич считал такой метод ведения собрания мобилизующим, сбивающим спесь с самоуверенных ораторов и раскрывающим широкие возможности «молчальников», из которых, по мнению Ферсмана, получаются хорошие докладчики. Александр Евгеньевич умел «подправлять» и делать интересными с помощью наводящего вопроса или реплики даже неудачные доклады.

Г. С. Грицаенко вспоминает, как в 1933 г., будучи студенткой, должна была выступить с докладом в УФАНе (Свердловск). Она страшно волновалась. «Но вот появился Александр Евгеньевич — улыбающийся, веселый — и сразу же подошел к столу с образцами: «Ну, ну, что тут у Вас, покажите-ка. Интересно, интересно!» Увидев образец гелевидного ревдинита, налил в стакан воду и бросил туда кусочки этого минерала, который с треском стал там распадаться на скорлуповатые осколки. «Его нужно было называть не ревдинит, а «аква-кряхтит»!» — воскликнул Александр Евгеньевич. Все рассмеялись, и сразу же создалась теплая непринужденная обстановка, страх куда-то исчез, и осталось одно только желание как можно лучше рассказать о своих наблюдениях, поделиться сомнениями и просить помощи в решении неясных вопросов, которых конечно же было очень много.

Но вот изложен фактический материал, и докладчица остановилась, не зная как подойти к его обобщению. И тут снова на выручку пришел А. Е. Ферсман. Словно не понимая затруднений студентки, он сказал, что хочет сам нарисовать картину распределения минералов на месторождении и показать основные закономерности сочетания и концентрации элементов, а докладчица пусть скажет, правильно ли он все это «угадал».

И Александр Евгеньевич произнес блестящую речь об элементах семейства железа, о роли никеля и кобальта в этом семействе, о специфике минералов, которые должны образовываться в тех или иных условиях, и указал возможные места наибольшей концентрации никеля. Он никогда не был на этих месторождениях, но картина, нарисованная им, была так ярка и красочна, как будто все он видел собственными глазами.

На всю жизнь останется в памяти это выступление. Так мог говорить только человек, владеющий замечательным даром научного предвидения, понимающий до конца душу камня и умеющий читать его историю в нем «самом»⁸⁵.

Не удивительно, что Ферсман сыграл большую роль в судьбе многих начинающих ученых, облегчил им путь в науку, следил за их творческим ростом.

Примером его участия в судьбе молодых ученых может служить путь в науку академика Академии наук Таджикской ССР С. М. Юсуповой. В 1934 г., заканчивая химический факультет Московского университета, будущий геохимик избрала темой дипломной работы минералогию глин Шор-Су. Но глина в те годы не пользовалась большим «авторитетом» в минералогических кругах, и Юсупова засомневалась. Письмо от Ферсмана рассеяло все сомнения. «Глинами надо заниматься,— писал он,— неверно, что на глины смотрят как на мало полезные ископаемые...»

В 1935 г. молодая таджичка снова приезжает в Москву для поступления в аспирантуру Ломоносовского института Академии наук. Вскоре начались экзамены кандидатского минимума.

«Второй экзамен — по минералогии. Председатель экзаменационной комиссии А. Е. Ферсман, члены комиссии — Д. И. Щербаков и Ф. В. Чухров. Сидела в приемной академика и ждала, очень волновалась. Вдруг услышала громкий голос Александра Евгеньевича Ферсмана. Он поднимался по лестнице на второй этаж, кто-то его ловил на ходу, задавал вопросы и получал ответы. У меня забилося сердце. Он вошел и, увидев меня, сказал: «Джон-Джон-Сараджон, не вешай носа, не трусь, все будет хорошо!» От этих ободряющих слов мне стало как-то хорошо

⁸⁵ «Александр Евгеньевич Ферсман», стр. 396—397.



После лекции А. Е. Ферсмана экскурсия из Таджикистана знакомится с минералогической коллекцией Минералогического музея Академии наук СССР (Москва, 1936)

и тепло. Меня пригласили в кабинет. Там уже сидели Щербачков и Чухров. Посоветовавшись, предложили три вопроса. Помню только последний — минералы метаморфических пород. Мне поставили «отлично». Заметив, что я смутилась, Ферсман, как всегда, подбодрил меня: «Это ничего, очень важно, чтобы ты хорошо училась и систематически собирала новые и новые факты» ⁸⁶.

В 1939 г. Юсупова успешно защитила кандидатскую диссертацию. Одним из ее оппонентов был Ферсман. После защиты он сказал ей: «Теперь только начинается твоя творческая работа. Будут большие трудности, но ты сумеи преодолеть их. Это участь всех начинающих ученых. Сильные побеждают» ⁸⁷.

По рекомендации Ферсмана Юсупова организовала в Узбекистане первую в Средней Азии рентгеновскую лабораторию для изучения глин. Ферсман часто писал ей, присылал литературу, интересовался ходом исследований.

⁸⁶ Там же, стр. 341.

⁸⁷ Там же.

В 1940 г. Александр Евгеньевич был в Ташкенте, посетил новую лабораторию, подробно обсудив с ее сотрудниками проводящиеся исследования.

Даже во время войны Ферсман не забыл о минералогии глин. В 1942 г. он выслал Юсуповой статью из журнала «*American Mineralogist*». А вскоре она получила рекомендацию для поступления в докторантуру Академии наук и письмо к Б. Б. Полюнову с просьбой поддержать ее кандидатуру. Когда в 1943 г. Юсупова была принята в докторантуру, ее консультантом назначили Ферсмана.

Ферсман заложил основы ряда научных школ в минералогии и геохимии.

Понятие «научная школа» не есть что-то строго определенное с ограниченным числом обязательных признаков. Особенности научной школы зависят от таланта ее основателя, стиля его работы, широты его кругозора. «Школа Ферсмана» не похожа на школу многих других ученых, так как и сам Ферсман отличался от них по стилю своей работы. Ферсман разрабатывал столь различные разделы науки, что у него и не могло быть одной-единственной школы, т. е. последователей, занимающихся строго определенной группой вопросов.

Большинство советских геохимиков и многие минералоги — это школа А. Е. Ферсмана.

НАШ СОВРЕМЕННОК

Со дня кончины Александра Евгеньевича Ферсмана прошло более двух десятилетий. В науку пришло новое поколение ученых, сильно изменилась и сама наука. Практическое использование атомной энергии, освоение космоса, рождение кибернетики, замечательные достижения радиоэлектроники, раскрытие генетического кода и многие другие поразительные успехи естествознания привели к новой научно-технической революции.

Живы ли в наши дни идеи, за которые боролся Ферсман, развиваются ли они, или же им суждено было заглотнуть вместе с кончиной их автора?

Значение трудов Ферсмана для наших дней особенно наглядно подтверждается историей Хибин. Ферсман увидел расцвет этого нового горнопромышленного края, в становлении которого его талант, энтузиазм и труд сыграли выдающуюся роль. Он верил в их богатства и в их прекрасное будущее. Ныне в Хибинах открыты новые месторождения полезных ископаемых, растут промышленные комбинаты, на картах появляются новые города и поселки. Рабочие поселки «Апатиты» и «Молодежный» объединились в город Апатиты, расцвет которого Ферсман предвидел еще в 40-х годах.

В новом городе сейчас проживают около 40 тыс. жителей, сооружены прекрасный Дворец культуры, кинотеатр, построена по последнему слову техники апатито-нефелиновая фабрика. «Вокруг жилых кварталов поднимаются рябиновые, березовые аллеи. На площади имени академика А. Ферсмана шумят заросли черемухи, сирени»¹.

¹ «Правда», 10 июля 1966 г.

Скромная Тигетта выросла в крупный научный центр Заполярья — Кольский филиал Академии наук СССР им. С. М. Кирова. Он объединяет пять исследовательских институтов, в которых трудятся более ста кандидатов и семь докторов наук.

Сбылись прогнозы Ферсмана и относительно огромных сырьевых перспектив Средней Азии. Ученый был прав, когда писал, что в Средней Азии главные богатства еще не найдены. Открытие золота, нефти и газа в последние годы полностью подтвердили смелые мысли Ферсмана.

Мы знаем, какое огромное значение в 20-е и 30-е годы Ферсман придавал выдвинутым партией и правительством планам химизации народного хозяйства. Он, по выражению С. И. Вольфовича, был «генератором идей химизации промышленности». Надо ли доказывать актуальность идей ученого в наши дни, когда химизация стала одной из основ экономической политики советского государства? Мысли Ферсмана об избыточном сырье, об активации сырья, о комплексном использовании руд — это сегодняшний, а во многом и завтрашний день нашей промышленности.

Ферсман всячески настаивал на изучении и использовании редких элементов. Не лучшим ли памятником начинаниям ученого в этой области служит современное широкое использование редких элементов в народном хозяйстве?

Мы много писали о работе Ферсмана по охране природы. Общественное чутье не обмануло ученого. Специальные законы по охране природы, принятые в союзных республиках, также представляют собой развитие идей, за которые боролся Ферсман.

Много сил отдавал Ферсман развитию науки на местах — в союзных республиках, горнопромышленных районах и т. д. Он внес большой вклад в «децентрализацию науки», в то замечательное развитие новых научных центров во многих частях Союза, свидетелями которого мы являемся в последние десятилетия.

Ферсман, как основатель геохимии, хорошо понимал ее значение для поисков полезных ископаемых. Ныне геохимические идеи и методы глубоко входят в науку о рудных месторождениях, нефтяную геологию и другие разделы наук о Земле. СССР далеко опередил все остальные страны в применении геохимических методов поисков по-



Площадь Ферсмана в г. Апатиты (1966)

лезных ископаемых, и одна из причин этого успеха заключается в том солидном теоретическом фундаменте, на котором основаны поисковые геохимические методы.

Развитие геохимии во многом происходит по путям, намеченным Ферсманом. Проблема «ионы в геохимии и минералогии» и сейчас столь же актуальна, как и в годы, когда ею занимался ученый. Ферсман поставил вопрос об особом, энергетическом этапе в развитии геохимии, о необходимости энергетического анализа природных процессов. В наши дни подобный анализ геохимических явлений приобрел огромное значение. Идея Ферсмана о геохимических параметрах элементов, о функции, связывающей валентность иона с его радиусом, представляет большой интерес и для современной науки. Теория парагена Ферсмана должна стать предметом глубокого анализа, так как и в настоящее время эти вопросы еще далеки от разрешения.

В трудах Александра Евгеньевича заложены основы региональной геохимии. В наши дни эти представления Ферсмана, пожалуй, еще более важны, чем в 20-х и 30-х годах. Геохимикам предстоит еще много поработать, что-

бы реализовать идеи Ферсмана, создать современную «Геохимию России» и других союзных республик.

Для геолога и геохимика нашего времени особенно ценна мысль Ферсмана о геохимическом анализе закономерностей размещения полезных ископаемых. До сих пор эти закономерности устанавливались, главным образом, на общегеологической (тектонической) основе. Таково металлогеническое направление в геологии, блестяще развитое советскими учеными. Залог дальнейшего успешного развития металлогенических исследований, по нашему мнению, заключается в тесной их увязке с данными геохимии, в развитии тех прогрессивных идей, которые были высказаны Ферсманом.

Исключительно актуальны в наши дни труды Ферсмана по геохимической деятельности человечества. К сожалению, этот раздел геохимии по-прежнему наименее разработан. Вместе с тем широкое применение минеральных удобрений, гербицидов и других веществ в сельском хозяйстве, колоссальное развитие добывающей промышленности, изменение состава атмосферы в городах и промышленных центрах говорят о необходимости всестороннего геохимического анализа техногенеза, основу которого заложил Ферсман.

Все эти годы продолжали издаваться труды Ферсмана. Великий труженик науки не успел осуществить многие замыслы. Часть законченных или почти законченных трудов Ферсмана увидела свет лишь после его смерти. Большая заслуга в этом принадлежит Екатерине Матвеевне Ферсман.

В 1947 г. вышел из печати объемистый том «Минеральное сырье зарубежных стран» (556 стр.), написанный совместно с Б. И. Коганом, в 1954 — I том, а в 1961 г. — II том «Очерков по истории камня». В научных и популярных журналах печатались статьи и заметки Ферсмана. По решению Президиума Академии наук СССР в 1952—1962 гг. были опубликованы 7 томов избранных трудов ученого.

Неизменным успехом пользуются научно-популярные книги Ферсмана — «Занимательная минералогия», «Занимательная геохимия», «Путешествия за камнем», «Рассказы о самоцветах», «Воспоминания о камне». Они переиздавались много раз и стали классикой научной популяризации.

Имя Ферсмана носят минералы (ферсманит — 1929 г. и ферсмит — 1946 г.), поселок в Крыму, где он провел детские годы, площадь в новом городе Апатиты, ущелье в Хибинах и Минералогический музей Академии наук СССР в Москве.

Президиум Академии наук СССР в 1946 г. учредил «Премии имени Ферсмана» за лучшие научные работы в области минералогии и геохимии. Лауреатами ее стали доктор геолого-минералогических наук В. Г. Мелков (1946), ученик и соратник Ферсмана доктор геолого-минералогических наук Э. М. Бонштедт-Кушлетская (1949), профессор МГУ Г. А. Крутов (1961), ученик Ферсмана член-корреспондент АН СССР А. А. Сауков (1964). Для наиболее способных студентов и аспирантов геологических факультетов Московского и Ленинградского университетов, Московского геологоразведочного института учреждены стипендии имени Ферсмана.

Ферсман прожил замечательную жизнь. Со многих точек зрения она сложилась исключительно счастливо. Но вряд ли здесь уместен термин «удача». Научный и жизненный успех Ферсмана далеко не случаен. В начале пути перед ним лежали разные дороги, и заслуга ученого в том, что избранный им путь оказался единственно верным.

Соответствие интересов и стремлений Ферсмана интересам общества, в котором он жил, интересам строительства социализма — вот секрет исключительного жизненного и научного успеха ученого, секрет грандиозности того, что он успел сделать за свою жизнь.

В трудах А. Е. Ферсмана проявились лучшие стороны советской науки. Их характеризует широта охвата предмета, создание обобщающих теорий, глубокое понимание связей, существующих между телами и явлениями природы, умение за внешними признаками увидеть основные законы природы. В творчестве А. Е. Ферсмана ярко сказались и другое качество, отличающее передовых отечественных ученых, — любовь к Родине, потребность поставить свои знания на пользу народу.

Я заканчиваю эту книгу в дни, когда наша страна встретила свой 50-летний юбилей. Оглядываясь на пройденный путь, на те большие успехи, которых достигло развитие производительных сил, на сотни и тысячи открытых в последние годы месторождений полезных ископаемых, на новые города, выросшие в тундре, тайге, пусты-

нях, на замечательные успехи геологических наук, на многие другие достижения экономики и культуры, понимаешь, какой грандиозный путь прошел советский народ, руководимый Коммунистической партией. И с благодарностью вспоминаешь имена тех, кто в первые, самые трудные годы до конца отдал свои силы и знания строительству нового общества. Среди имен деятелей науки и культуры этого славного пятидесятилетия по праву почетное место принадлежит большому ученому и гражданину — Александру Евгеньевичу Ферсману.

Имя Ферсмана стоит рядом с именами М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, В. В. Докучаева, К. А. Тимирязева, В. И. Вернадского и других корифеев отечественного естествознания.

ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, БИБЛИОГРАФИЯ

Основные даты жизни и деятельности А. Е. Ферсмана

Александр Евгеньевич Ферсман родился 8 ноября (27 октября) 1883 г. в С.-Петербурге.

1901 г. Окончил классическую гимназию в г. Одессе с золотой медалью.

— Поступил в Новороссийский университет на физико-математический факультет Естественной исторической секции (Одесса).

1903—

1907 гг. Студент Московского университета. Под руководством В. И. Вернадского начал вести научную работу при кафедре минералогии.

1904 г. Секретарь Минералогического кружка Московского университета.

1907 г. Окончил физико-математический факультет Московского университета с дипломом первой степени. Оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию.

1907—

1909 гг. Командирован Московским университетом в Германию, Австрию, Францию и Италию.

1908 г. Избран почетным членом Московского общества испытателей природы.

1909 г. Ассистент при Минералогическом кабинете Московского университета.

— Избран действительным членом Всероссийского минералогического общества.

— Всероссийским минералогическим обществом удостоен золотой медали им. А. И. Антипова за работы по минералогии.

— Один из организаторов Московского городского народного университета им. А. Л. Шанявского, где читал лекции по кристаллографии и минералогии.

1910 г. Избран профессором минералогии Народного университета им. А. Л. Шанявского.

1911 г. Избран членом Крымского общества естествоиспытателей и любителей природы.

- 1912 г. Избран членом С.-Петербургского общества естествоиспытателей.
- В Университете им. А. Л. Шанявского читал первый в истории науки курс геохимии.
- 1912—
1919 гг. Профессор минералогии женских Бестужеских курсов в С.-Петербурге.
- Старший ученый-хранитель Минералогического отделения Геологического музея Академии наук.
- 1912—
1924 гг. Участвовал в экспедициях на Урал (изумрудные прииски и копи самоцветных камней) и в Радиевой экспедиции Академии наук.
- 1912—
1945 гг. Один из организаторов и редактор научно-популярного журнала «Природа».
- 1913 г. Избран действительным членом Уральского общества любителей естествознания.
- 1915 г. Избран ученым секретарем Комиссии по изучению естественных производительных сил России при Академии наук (КЕПС).
- Избран действительным членом Докучаевского почвенного комитета.
- Один из организаторов Комиссии сырья и химических материалов, входившей в состав Комитета военно-технической помощи объединенных научных и технических организаций.
- 1915—
1916 гг. По заданию Комиссии сырья участвовал в экспедициях в Крым, Монголию, Забайкалье, Восточную Сибирь, на Кавказ, Урал, Алтай.
- 1916 г. Избран членом Российского географического общества.
- 1917 г. Председатель Комиссии по выработке плана подъема добычи драгоценных камней и гранительной промышленности.
- 1917—
1918 гг. Член Технического комитета при Центральной научно-технической лаборатории военного ведомства.
- 1918—
1919 гг. Профессор Петроградского университета, где читал курс геохимии.
- 1918—
1921 гг. Председатель Радиевого отдела КЕПС, реорганизованного в Радиевый институт (1921).
- Член Северного экономического общества.
- 1918—
1925 гг. Член Комиссии по изучению тропических стран (КИТ).
- 1918—
1926 гг. Заведующий Отделом нерудных ископаемых и драгоценных камней КЕПС.

- 1919 г. Избран действительным членом Академии наук.
- 1919—
1925 гг. Член Постоянной полярной комиссии (ППК).
- 1919—
1930 гг. Директор Минералогического музея (ныне носящего имя А. Е. Ферсмана).
- 1920 г. Заместитель председателя Ученого совета Северной научно-промысловой экспедиции.
- Член Правительственной комиссии, обследовавшей Мурманскую железную дорогу.
- Член Оргкомитета по организации Уральского государственного университета.
- Один из организаторов и товарищ председателя Петроградской комиссии по улучшению быта ученых (КВБУЧ), позднее реорганизованной в Дом ученых.
- 1920—
1922 гг. Член редакционной комиссии журнала «Наука и ее работники».
- 1920—
1926 гг. Начальник ежегодных хибинских экспедиций на Кольский полуостров.
- 1920—
1928 г. Ректор Географического института, в 1925 г. влившись в Ленинградский университет. Декан географического факультета университета и заведующий кафедрой кристаллографии и минералогии.
- 1921 г. Первый председатель Центрального бюро краеведения.
- Делегат и член Президиума I Всероссийского краеведческого съезда, созванного Наркомпросом и Главнаукой в Москве.
- Избран членом Русского общества любителей мироведения.
- 1921—
1925 гг. Товарищ председателя Комитета по научным экспедициям.
- 1921—
1928 гг. Директор Института археологической технологии при Государственной академии истории материальной культуры.
- 1922 г. Член Межведомственного метеорологического комитета.
- Избран почетным членом Общества изучения Чувашской автономной области.
- Делегат I Всероссийского геологического съезда.
- 1922—
1926 гг. Директор Радиевого института Академии наук СССР.
- 1923—
1925 гг. Заведующий Издательством Академии наук СССР.

- 1924 г. Делегат Съезда по изучению производительных сил народного хозяйства Украины (Харьков).
- Избран почетным членом Всероссийского общества охраны природы.
- Командирован с научной целью в Норвегию и Швецию.
- 1924—
1925 гг. Председатель Комиссии по подготовке и проведению 200-летнего юбилея Академии наук СССР.
- 1924—
1926 гг. Товарищ председателя КЕПС.
- 1924—
1927 гг. Член Президиума и академик-секретарь Отделения физико-математических наук Академии наук СССР.
- 1924—
1930 гг. Председатель Комиссии по изучению Якутской АССР.
- 1925 г. Избран почетным членом якутского исследовательского общества «Саха Кескиле».
- 1925—
1929 гг. Начальник Каракумских экспедиций, результатом которых было открытие промышленных месторождений серы.
- 1926 г. Командирован для научных работ в Германию и Данию.
- Избран членом Международного общества «Аэро-Арктика».
- Участвовал в Международном конгрессе по изучению Арктики.
- Председатель Совещания по радиевой промышленности. Читал лекции в Военно-инженерном вузе (Ленинград).
- 1927 г. Председатель I Всесоюзного совещания минералогов (Ташкент).
- Участвовал в работе II Всесоюзного съезда научных работников СССР, где был избран членом Центрального совета научных работников.
- 1927—
1929 гг. Вице-президент Академии наук СССР.
- 1927—
1934 гг. Директор Института аэросъемки (Ленинград).
- 1927—
1941 гг. Начальник комплексных геохимических экспедиций по исследованию Кольского полуострова, Средней Азии и Урала.
- Консультант треста «Русские самоцветы».
- 1928 г. Председатель Совещания по вопросам обогащения хибинской апатитовой руды.
- Начальник автопробега Ашхабад — Серный завод — Хива — Чарджоу.
- Делегат Международного геологического конгресса.

- (Копенгаген) в связи с 40-летием Датского геологического комитета.
- Командирован для научной работы в Норвегию и Германию.
 - Избран почетным членом Германского общества изучения Земли (Берлин).
 - Участвовал в Конференции по океанологии, созванной в связи с празднованием столетия Берлинского географического общества (Берлин).
 - Председатель III Всесоюзного геологического съезда, где сделал доклад «Геохимия Средней Азии» (Ташкент).
 - Избран почетным членом Германского географического общества.
- 1928—
1934 гг. Член Комитета по химизации народного хозяйства при Совете Народных Комиссаров СССР.
- 1928—
1937 гг. Консультант трестов «Минеральное сырье» и «Редкие элементы».
- 1929 г. Председатель Совета по вопросам обогащения хибинской апатито-нефелиновой породы и проектирования обогатительных установок.
- Начальник экспедиции на остров Челекен.
 - Удостоен премии имени В. И. Ленина за работы по химизации народного хозяйства СССР.
- 1929—
1945 гг. Член Президиума Академии наук СССР.
- 1930 г. Председатель Комитета по подготовке проведения полярного года в Арктике.
- Делегат I Казахстанского съезда по краеведению (Алма-Ата).
- 1930—
1932 гг. Проводил геохимические исследования Монче-тундры (Кольский полуостров), в результате которых были открыты промышленные месторождения никеля и меди.
- 1930—
1939 гг. Директор созданного по его инициативе Минералогического и геохимического институтов, с 1932 г.— Института геохимии, минералогии и кристаллографии им. М. В. Ломоносова.
- Член Комиссии по изучению вечной мерзлоты, созданной при Академии наук СССР.
- 1930—
1945 гг. Директор Хибинской горной станции, с 1943 г.— Кольской базы имени С. М. Кирова АН СССР.
- Член Комитета по метеоритам при АН СССР.
- 1931 г. Организатор I Кара-мазарского съезда по цветным и редким металлам (Ходжент).
- Делегат I Восточно-Сибирского краевого научно-исследовательского съезда (Иркутск).

- 1931—
1936 гг. Член бюро по комплексному использованию хибинской апатито-нефелиновой породы Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ).
- 1932—
1934 г. Начальник экспедиции в Кызылкумы (Каракалпакская АССР). Обследовал месторождения редких элементов Узбекистана.
- 1932—
1936 гг. Постоянный консультант треста «Союзредмет» (с 1934 г.— «Главредмет»).
- 1932—
1938 гг. Председатель организованного им Уральского филиала АН СССР.
- 1933 г. Участник I конференции по изучению производительных сил Киргизской и Таджикской ССР.
- Экспедиция в Карамазар и на Гаурдакское серное месторождение.
- Руководитель 14 отрядов Единой комплексной экспедиции Академии наук СССР на Кольский полуостров.
- Редактор «Уральской советской энциклопедии» по разделам геологии, минералогии и геохимии и член редсовета издания в целом.
- 1933 г. Председатель Ученого совета Таджикской комплексной экспедиции АН СССР.
- 1933—
1936 гг. Начальник Южноуральской экспедиции.
- 1934 г. Командирован с научной целью в Германию и Чехословакию.
- Член Оргкомитета XVII Международного геологического конгресса.
- Председатель Научного совета Таджикско-Памирской экспедиции.
- Участвовал в организации и проведении экспедиций на Кольский полуостров, Урал и в Среднюю Азию.
- Избран почетным членом Минералогического общества Великобритании и Ирландии.
- Провел конференции по геохимии основных магм и по химии челябинских углей в Ильменском минералогическом заповеднике.
- 1935—
1938 гг. Председатель Метеоритной комиссии при АН СССР.
- 1935—
1945 гг. Член Редакционно-издательского совета АН СССР.
- 1936 г. Вел экспертизу постройки гидростанции на р. Ниве (Кольский полуостров).
- Командирован в Чехословакию, Австрию, Бельгию и Швейцарию для ознакомления с работами по борьбе с лавинами.
- Награжден медалью Бельгийского университета за работы по геохимии.

- 1936—
1938 гг. Председатель Апатито-нефелинового бюро при Научно-исследовательском секторе Народного комиссариата тяжелой промышленности СССР.
- 1937 г. Генеральный секретарь XVII Международного геологического конгресса (Москва).
- Избран членом Американского минералогического общества.
- Проводил геохимические исследования на Северном Кавказе.
- Заместитель председателя Комиссии по участию Академии наук СССР в организации советского павильона на Международной выставке в Нью-Йорке.
- Избран членом Лондонского минералогического общества.
- 1938—
1941 гг. Председатель Комиссии по геотермике при Академии наук СССР.
- 1938—
1942 гг. Председатель Постоянной междуправительственной комиссии Академии наук СССР по применению аэрофото-съемки.
- 1939 г. Первый председатель Секции земной коры Всесоюзского общества охраны природы.
- При Бальнеологическом институте в Пятигорске руководил специальным совещанием по вопросам геологии, геохимии и радиогеологии минеральных вод Северного Кавказа.
- Проводил геохимические исследования Крымских месторождений и обследовал пегматитовые месторождения Волыни (УССР).
- 1939—
1940 гг. Председатель Комиссии по изучению качества воды московского водопровода.
- 1940—
1941 гг. Начальник Кольской комплексной экспедиции.
- Член Научного совета Главного управления по производству научных и учебно-технических фильмов.
- Обследовал месторождения Северного Кавказа в связи с работами Кавказской экспедиции, месторождения Ферганы и Северного Тянь-Шаня.
- Начальник экспедиции на Тиман и Ухту.
- 1940—
1942 гг. Член Совета по научно-технической пропаганде Академии наук СССР.
- 1941 г. Председатель Комиссии по изданию учебников по минералогии и геохимии.
- Председатель Конференции по редким металлам, созванной Украинской академией наук (Киев).
- Проводил геохимические исследования Кавказского побережья.

- 1941—
 1945 гг. Эксперт Госплана СССР по минеральному сырью.
 — Председатель Комиссии по проблемам минерального сырья (СОПС).
 — Вице-президент Общества испытателей природы.
 — Член Комиссии по истории Академии наук СССР.
 — Выполнял особые задания Генштаба Советской Армии.
- 1942 г. Удостоен Государственной премии СССР I степени за научный труд «Полезные ископаемые Кольского полуострова».
- Избран членом Антифашистского комитета советских ученых.
- 1942—
 1945 гг. Директор Института геологических наук АН СССР.
 — Председатель Совета по научно-технической пропаганде при Президиуме АН СССР.
 — Заместитель академика-секретаря Отделения геолого-географических наук АН СССР.
- 1943 г. Награжден орденом Трудового Красного Знамени за выдающиеся заслуги в области развития геологических наук в связи с 60-летием со дня рождения и 40-летием научной деятельности.
- Лондонским геологическим обществом присуждена высшая награда общества — медаль имени Волластона за минералогические и геохимические исследования.
- 1944 г. Избран почетным членом Всесоюзного химического общества имени Д. И. Менделеева.
- 1945 г. Введен в состав Всесоюзного комитета по проведению юбилейных празднеств в связи с 220-летием АН СССР
- 20 мая умер в г. Сочи. Похоронен на Ново-Девичьем кладбище в Москве.

Избранные печатные труды А. Е. Ферсмана ¹

Научные труды

- Избранные труды, т. 1—7. М., Изд-во АН СССР, 1952, 1953, 1955, 1958, 1959, 1960, 1962.
- Der Diamant [Алмаз], Heildelberg, C. Winters Universitätsbuchhandlung, 1911. 274 S., I Atlas, 49 Tfl. [In Gemeinschaft mit V. Goldschmidt]. (на русском языке издана в 1955 г. под названием «Кристаллография алмаза». Ред. и комментарии Д. С. Белякина и И. И. Шафрановского. Л., Изд-во АН СССР, 566 стр., рис., табл. 47 вкл.).

¹ Более подробная библиография трудов А. Е. Ферсмана см.: «Александр Евгеньевич Ферсман (Материалы к библиографии ученых СССР)». М., изд-во «Наука», 1964.

- Исследования в области магнезиальных силикатов. СПб., 1913
430 стр., табл. 3 вкл.
- Драгоценные и цветные камни России, т. 1. Пг., 1920, 420 стр., рис.,
табл., карт.
- Самоцветы России, т. I. Цикл лекций, читанных в Комиссии про-
изводительных сил Российской Академии наук в 1919 г. Пг.,
РАН, 1921, 214 стр.
- Геохимия России, вып. I. Пг., НХТИ, 1922, 214 стр., табл., карт.
- Время. Пг., изд-во «Время», 1922, 72 стр.
- Пути к науке будущего. Пг., НХТИ, 1922, 52 стр.
- Результаты экспедиций в Хибинские и Ловозерские тундры. «Докл.
РАНА», 1922, январь — декабрь, стр. 59—62.
- Химические элементы Земли и Космоса. Пг., НХТИ, 1923, 175 стр.,
табл.
- Химия мироздания. Пг., изд-во «Время», 1923, 70 стр.
- Хибинские экспедиции, их задачи и результаты. В кн.: «Хибинский
массив (Очерк научных результатов экспедиции в Хибинские и
Ловозерские тундры, 1920—1921 и 1922 гг.)». М.—Пг., НТО
ВСНХ, 1923, стр. 5—8 (Труды Сев. научн.-пром. эксп., вып. 16).
- Химические проблемы промышленности. Л., НХТИ, 1924, 52 стр.,
табл.
- История Алмазного фонда (Описание алмазного фонда). В кн. «Ал-
мазный фонд СССР», вып. I. Наркомфин, 1924.
- Хибинские и Ловозерские тундры, т. I. Маршруты. М., НХТИ, 1925,
197 стр., карт., вкл. (совместно с другими). (Труды НИИ изуче-
ния Севера, вып. 29).
- Драгоценные и цветные камни СССР, т. 2. Месторождения. Л., РАН.
1925, 386 стр., рис., карт.
- Геохимические проблемы Союза. Очерк первый. Основные черты
геохимии Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1931.
- Перспективы распространения полезных ископаемых на террито-
рии Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1932, 78 стр.
- Комплексное использование ископаемого сырья. Л., Изд-во
АН СССР, 1932, 20 стр.
- Ископаемое сырье Ленинградской области и его перспективы. Л.,
Изд-во АН СССР, 1932, 38 стр. (Материалы Чрезвычайной сес-
сии Академии наук СССР, 25—30 ноября 1931 г.).
- Геохимия, т. I. Л., ГХТИ, 1933, 328 стр., табл., фиг., диагр.
- Геохимия, т. II. Л., ОНТИ, Химтеоретиздат, 1934, 354 стр. илл.
- Достижения советской минералогии и геохимии за последние годы
(1919—1934 гг.). Л., Изд-во АН СССР, 1935, 102 стр., рис.
- Цвета минералов. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936, 159 стр., рис.
- Периодический закон Менделеева в геохимии. В кн. «Труды Юби-
лейного Менделеевского съезда», т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР,
1936, стр. 383—454.
- Геохимия, т. III. Л., ГХТИ, 1937, 503 стр., илл., табл.
- Минералогия и геохимия Хибинских и Ловозерских тундр. В кн.
«XVII Международный геологический конгресс. Путеводитель.
Северная экскурсия. Кольский полуостров». Л.—М., ОНТИ.
1937, стр. 94—106.
- Геохимия, т. IV. Л., ГНТИ хим. лит., 1939, 355 стр., илл., табл.

- Пегматиты. Их научное и практическое значение, т. I. Гранитные пегматиты. Л., Изд-во АН СССР, 1940.
- Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940, 446 стр., фиг.
- В. И. Ленин и изучение производительных сил. «Партийное строительство», 1940, № 10, стр. 53—56.
- Полезные ископаемые Кольского полуострова. Современное состояние. Анализ. Прогноз. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1941, 345 стр. (Труды Ком. по пробл. мин. сырья, серия регион., вып. 1).
- Война и стратегическое сырье. Красноуфимск, Госполитиздат, 1941, 63 стр.
- Периодический закон Менделеева в свете современной науки. «Под знаменем марксизма», 1941, № 1, стр. 137—160.
- К столетию геохимии. «Советская наука», 1941, № 2, стр. 118—121.
- Естествознание в СССР за 25 лет. «Под знаменем марксизма», 1942, № 10, стр. 83—110.
- Геология и война. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943, 44 стр.
- Химия Земли на новых путях. М., МОИП, 1944, 28 стр.
- Задачи минералогии в нашей стране. Записки Всес. минералог. об-ва, 2-я серия, 1945, ч. 44, вып. 1, стр. 10—24.
- Из истории культуры камня в России. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946, 75 стр., илл., 1 вкл. л., илл.
- Роль периодического закона Менделеева в современной науке. Под ред. С. А. Щукарева. Л.—М., Госхимиздат, 1946, 35 стр., рис.
- Жизненный путь академика Владимира Ивановича Вернадского (1863—1945). «Записки Всес. минералог. об-ва», 2-я серия, 1946, ч. 75, № 1, стр. 5—24.
- Научный отчет и задачи будущего. «Записки Всес. минералог. об-ва», 2-я серия, 1946, ч. 75, № 1, стр. 47—54.
- Минеральное сырье зарубежных стран. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947, 566 стр., портр. фиг., табл., 4 вкл. л. карт. (совместно с Б. И. Коганом).
- Задачи Геохимического и Минералогического музеев Академии наук СССР.— «Природа», 1949, № 5, стр. 14—22.
- Очерки по истории камня, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1954, 371 стр., рис., 31 вкл. л. рис.
- Очерки по истории камня, т. 2. М., Изд-во АН СССР, 1961, 371 стр., илл., 19 вкл. л., илл.

Научно-популярные труды и художественная литература

- Очерки по минералогии и геохимии. М., Изд-во АН СССР, 1959, 200 стр., портр., илл., фиг.
- Занимательная минералогия. Л., изд-во «Время», 1928, 318 стр. рис.²
- Воспоминания о камне. М., Гослитиздат, 1940, 138 стр.³

² В дальнейшем книга издавалась более 30 раз.

³ В дальнейшем книга издавалась 16 раз.

- Занимательная геохимия. Химия земли. М.—Л., Детгиз, 1948, 303 стр. портр., илл.⁴
- Путешествия за камнем. Л., Детгиз, 1956, 524 стр. рис. 5 вкл.⁵
- Рассказы о самоцветах. Л., Детгиз, 1957, 260 стр. с илл. 23 вкл. 1 иллюстр.
- История одной тропы (Из истории Кольского полуострова). Л., Детгиз, 1959, 109 стр., с илл., карт.

Работы о жизни, деятельности и научных трудах А. Е. Ферсмана⁶

- Александр Евгеньевич Ферсман. Жизнь и деятельность. М., изд-во «Наука», 1965, 478 стр.
- Абдуллаев Х. М. А. Е. Ферсман и его роль в изучении богатств недр Средней Азии. «Записки Узбекского отд. Всес. минералог. об-ва», вып. VIII. Ташкент, 1955, стр. 5—41.
- Бааян О. А. Разведчик недр. Рассказы из жизни академика А. Е. Ферсмана. М.—Л., Детгиз, 1951, 203 стр., илл. 1 вкл.; Л., Детгиз, 1959, 232 стр., портр., илл.
- Барсанофьева В. А. Александр Евгеньевич Ферсман (1883—1945). В кн. «Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники», т. 1. М.—Л., ГХТИ, 1948, стр. 499—510; изд. 2-е, 1962.
- Воронец В. А. Переписка А. Е. Ферсмана с детьми и ее значение для библиотекаря. «Уч. записки Московск. гос. библ. ин-та», 1959, вып. 4, стр. 223—240.
- Воронец В. А. Работа академика А. Е. Ферсмана в периодических изданиях для детей и юношества. «Уч. записки Московск. гос. биобл. ин-та», 1963, вып. 10, стр. 59—73.
- Гаврусевич Б. А. Академик А. Е. Ферсман и его главные геохимические работы. Киев, Изд-во Гос. ун-та, 1953, 84 стр., рис., табл.
- Крыжановский В. И. Новые исследования на Кольском полуострове. «Красная Нива», 1923, № 13, стр. 25, илл.
- Кублицкий Г. П. По материкам и океанам. М., Детгиз, 1954, 306—316 (Камень плодородия).
- Лебедев В. И. Геоэнергетическая теория А. Е. Ферсмана и ее развитие за четверть века. «Вестник ЛГУ», 1960, № 6, серия геол. и геогр., вып. 1, стр. 5—19; «Труды Ленингр. об-ва естествоисп.», 1960, т. 71, вып. 1, стр. 49—50.
- Перельман А. И. Образцы популяризации науки. О книгах А. Е. Ферсмана по геохимии. «Природа», 1960, № 5, стр. 118—119 (рецензия).

⁴ В дальнейшем книга издавалась 18 раз.

⁵ В дальнейшем книга издавалась 9 раз.

⁶ Более подробно см.: «Александр Евгеньевич Ферсман (Материалы к библиографии ученых СССР)». М., изд-во «Наука», 1964.

- Перельман А. И. Краткий очерк научной, общественной и педагогической деятельности. В кн.: «Александр Евгеньевич Ферсман». Материалы к библиографии ученых СССР. М., изд-во «Наука», 1964.
- Перельман А. И. Хибинская эпопея. «Наука и жизнь», 1967. № 8.
- Писаржевский О. Н. Ферсман. Изд. 2. М., изд-во «Молодая гвардия», 1959, 399 стр., 9 вкл., личн. портр. и илл.
- Сауков А. А. Работы А. Е. Ферсмана по геохимии. В кн.: «Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской социалистической революции», т. 2. М.—Л., изд-во АН СССР, 1947, стр. 47—60.
- Сидоренко А. В. Исследования А. Е. Ферсмана в Туркмении и их значение (К 5-летию со дня смерти акад. А. Е. Ферсмана). «Природа», 1950, № 4, стр. 67—71, илл.
- Смирнов В. И. Великий энтузиаст освоения недр нашей Родины. Идеи прикладной геологии и геохимии в трудах А. Е. Ферсмана. «Природа», 1960, № 2, стр. 71—74.
- Смольянинов Н. А. Значение А. Е. Ферсмана в научной и прикладной минералогии. «Записки Всес. минералог. об-ва», 1946, 2-я серия, ч. 75, вып. I, стр. 65—68.
- Федорович Б. А., Щербаков Д. И. А. Е. Ферсман — минералог, геохимик, географ и преобразователь природы. «Изв. АН СССР», серия геогр., 1964, № 1, стр. 94—100.
- Холодковский В. У академика Ферсмана. «Московский большевик», 10 января 1941 г.
- Шубникова О. М. Очерк жизни и деятельности А. Е. Ферсмана. «Записки Всесоюз. минералогич. об-ва», 2-я серия, 1946, ч. 75, вып. 1, стр. 55—64.
- Щербаков Д. И. А. Е. Ферсман и его путешествия. Изд. 2-е, испр. и дополн. М., Географгиз., 1953, 240 стр., илл., 11 вкл. л. портр. и илл.
- Щербина В. В. А. Е. Ферсман как геохимик. «Бюлл. МОИП», отд. геол., 1946, т. 21, № 1, стр. 90—97.
- Ярилов А. А. Почвоведение и геохимия. Памяти академика А. Е. Ферсмана. «Почвоведение», 1945, № 9—10, стр. 452—456.

УКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЙ

- Адуй — 39
 Адунчолон — 206
 Азербайджан — 75
 Азия Средняя — 35, 65, 76, 83,
 86, 100, 111, 112, 157, 245, 271
 Актюбинск — 164
 Алайский хребет — 150
 Алексеевское серное м-ние — 86
 Аликановка — р. 86, 88
 Алма-Ата — 77
 Алмалык — 153, 154, 155
 Алтай — 49, 174, 242
 Алтынтау — 152
 Аму-Дарья — 147, 151
 Англия — 58, 237
 Апатиты — 273, 277
 Афины — 103
 Африка Северная — 111
 Ашхабад — 142, 143, 146, 147,
 148, 149
 Баймак — 85
 Баренцово море — 121, 136
 Багуми — 43, 69
 Башарт — 85
 Башкирия — 85
 Бельгия — 45, 118, 120, 236
 Блява — 85
 Берлин — 23, 74, 118, 174
 Бирма — 172
 Борисовские сопки — 85
 Боровичи — 49
 Борщовочный кряж — 49, 203,
 207
 Бразилия — 111
 Брич-Мулла — 140
 Бухара — 137, 152, 153
 Бухарская область — 151
 Вена — 15, 174
 Венгерская низменность — 45
 Верблюжка — 85
 Верхотурье (Урал) — 208
 Вишневые горы — 203
 Волга — 63, 244, 108
 Вольтерра — 26
 Вудьявр Малый — 134, 135
 Газли — 153
 Галиция — 45
 Гамбург — 118
 Ганау — 23
 Гаурдак — 156
 Гейдельберг — 23, 24, 174, 266
 Геок-Тепе — 143, 146
 Германия — 23, 24, 25, 50, 78,
 113, 114, 115, 117, 118, 121,
 166, 208, 236
 Гиссарский хребет — 203
 Греция — 13, 26
 Дания — 115
 Дарваза — 145
 Даурия Селенгинская — 49
 Джаманкумы — 152
 Джиланды — 151
 Дзирульский массив — 203
 Дингли — 145
 Дрезден — 118
 Европа — 114, 117, 137, 170,
 251
 Железноводск — 88
 Журавлинское м-ние — 49

Забайкалье — 49, 107, 174, 188,
203, 208, 209, 227, 254
Завитая, р. 208
Зеангли — 147
Златоуст — 84

Идар — 23
Изумрудные копи — 84, 203
Ильменские горы — 36, 37, 38
39, 54, 73, 84, 107, 113, 160,
203
Имандра — 122
Индия — 111, 172
Иран — 172
Иркутск — 76
Ирландия — 79
Испания — 109
Исфайрам — 140
Италия — 13, 23, 24, 25, 26,
68, 164, 174, 203
Иттерби — 208

Кавказ — 16, 63, 76, 88, 125,
244
Кадамджай — 154
Казахстан — 85, 105, 157, 167
Калкан — 85
Калифорния — 180
Кама — 241
Камчатка — 73
Кансай — 153
Канада — 132
Кандалакша — 187
Кара-богаз-гол — 73, 90, 149,
157
Карелия — 82, 105, 121, 203,
208
Карадаг — 52
Карловы Вары — 15, 68
Каракалпакия — 151, 153
Карамазар — 153, 154, 156,
158
Кара-Кумы — 75, 133, 142,
143, 141, 145, 147, 148
Карпаты — 45, 245
Каррарские Альпы — 26
Кермине — 151
Керченский полуостров — 48
Киев — 35, 165
Киргизия — 156, 157
Кировск — 130, 186
Кисловодск — 68, 69, 86, 87,
88, 185, 186, 244
Китай — 108, 172

Коканд — 141
Кольский полуостров — 82,
104, 111, 121, 130, 133, 135,
156, 164, 174, 176, 183, 203,
225, 231, 234, 235, 242
Комужья Варака — 133
Конго — 203
Копейск — 84
Копенгаген — 115, 118
Копет-Даг — 149
Косая гора — 37
Кочкарь — 85
Краки — 85
Красноярск — 49
Крым — 12, 16, 22, 26, 30, 48,
50, 63, 104, 174, 208, 242, 245,
277
Кукисвумчорр — 126, 127, 128
Куйбышев — 86
Кунгур — 266
Курцы — 14, 208
Курусай — 153,
Кызыл-Кумы — 151, 152, 153,
158, 203

Лейпциг — 118
Ленинабад — 153
Ленинград — 68, 69, 78, 95,
130, 133, 134, 143, 145, 165,
174, 178, 188, 258, 259, 267
Липовка — 39, 184
Лововерские тундры — 132, 231,
232, 233
Лумболка — 133
Львов — 45
Лякан — 141

Магнитогорск — 73, 85
Малаханский хребет — 49
Магеста — 176
Мексика — 111
Миасс — 54, 85, 162, 185
Минск — 50, 165
Монголия — 71, 203, 208, 227
Монмартр — 25
Мончегорск — 133
Монче-тундра — 111, 131, 132,
133, 233
Москва — 17, 20, 22, 23, 27,
31, 34, 36, 42, 43, 54, 63, 67,
69, 76, 83, 88, 125, 130, 134,
143, 162, 163, 164, 165, 170—
172, 176, 177, 180, 188, 259,
266, 267, 270, 277

Моравия — 203
Мурзинка — 36, 39, 40, 107,
184, 203, 205, 206, 208
Мурман — 136
Мурманск — 121
Мэн — 208
Мячково — 20
Мюнхен — 118

Навои — 151
Неаполь — 145
Нева — 65
Новороссийск — 14, 16, 17
Норвегия — 107, 116, 117, 118,
132, 203, 208
Нотозеро — 132
Нюдауйвенч — 132
Нью-Йорк — 71

Оверни плато — 25
Одесса — 14, 16, 266
Ока — 32
Онон — 86
Оренбургская обл. — 85
Орск — 85
Осло — 116
Охотское море — 227

Памир западный 153
Париж — 25, 45, 174
Петербург — 11, 12, 17, 22, 30,
35, 36, 43, 44
Петроград — 51, 58, 59, 60,
61, 62, 94, 125, 180, 257
Петергоф — 172, 257
Пиза — 26
Подольск — 20, 21
Подмосковье — 31, 94, 174
Полторацк — 142
Польша — 173
Поповка р. 267
Португалия — 100
Прага — 69, 174
Прибайкалье — 100

Расвумчорр — 126
Репетекская станция — 141
Россия — 15, 25, 31, 34, 36,
44—47, 49, 51, 52, 55, 54—
61, 94, 138, 172
Русская Бразилия — 85
Рыбинск — 79

Сабли — 14

Савватеево — 208
Сайлык — 140
Самара — 86
Самарканд — 136, 156
Сан-Пиетро — 208
Саракамышская впадина — 142
Свердловск — 73, 84, 95, 162,
163, 164, 264, 269
Семеновский рудник — 85
Серные бугры — 142, 145, 146
Сибирь — 38, 39, 76, 108, 111,
114, 189, 203, 227
Силезия — 203, 208
Симферополь — 12, 21, 22, 50
Скандинавские страны — 113,
117
Слюдянка на Байкале — 86,
203

Смоленск — 50
Сокгуй Малый — 208
Сорренто — 241
Сочи — 86, 175, 176
Средняя Азия — 86, 89, 100,
111, 112, 137, 138, 140, 141,
149, 150, 154, 156, 158, 164,
167, 182, 203, 224, 227, 252,
254, 274

Средиземное море — 242
СССР — 84, 88, 93, 104, 108,
113, 136, 167, 172, 173, 229,
251, 275

Стокгольм — 117, 208
Стригау — 208
Стрижевская кошь — 38
Сумбарская долина — 149
Султануиздаг — 152
Сухуми — 69
США — 208, 209
Сыктывкар — 162, 164

Таджикистан — 153, 155, 157
Такели — 153
Тамды — 151, 153
Тары-Экан — 153
Ташауз — 74, 75, 149, 150
Ташкент — 76, 138, 140, 156,
161

Тбилиси — 164
Тиетта — 134, 274
Томск — 35
Топ-Джульба — 145
Тоскана — 26
Тотайкой село — 12, 14
Тува — 71, 85

Туркмения — 149, 157
Турткуль — 151, 152
Турция — 13, 48
Тырны-Ауз — 88
Тянь-Шань — 151, 152, 156, 227

Узбекистан — 151, 157, 271
Узкое — 83, 164, 168, 175, 185
Умбозеро — 187
Урал — 35, 40, 43, 49, 54, 66,
73, 74, 84, 86, 100, 107, 151,
152, 160, 162, 167, 174, 179,
184, 186, 203, 208, 209, 224,
226, 242, 245, 252
Урал Средний — 84, 203
Урал Южный — 84, 113, 168,
203
Уфа — 38, 43
Уфалей — 84
Ухта — 87, 245

Фергана — 75, 141, 154, 240
Ферганская долина — 141, 142,
156
Ферсманоно — 12
Франкфурт — 23
Франция — 23, 24, 45, 145, 173

Хайдаркен — 150, 154
Халилово — 85
Хибины — 65, 66, 68, 69, 73,
83, 86, 108, 113, 118, 121,
122, 123, 125—128, 130, 131,
133, 135, 136, 156, 160, 161,
171, 174, 183, 186, 190, 245,
249, 251, 252, 253, 255, 260,
261, 266, 277
Хибиногорск — 130, 134, 135

Хибинские тундры — 108, 197,
231, 232, 233, 234
Хива — 143, 148
Ходжент — 153
Ходжентский район — 155
Хорезм — 149
Хорошево — 20
Христианиа — 116

Цейлон — 244

Чарджоу — 74, 149, 150, 152
Чаткальский хребет — 140
Челекен — 19, 49
Челябинск — 38, 84, 106
Челябинская обл. 85
Чеммерли — 145
Чехословакия — 68, 111, 118,
120, 173

Шайтанка — 39
Швейцария — 25, 117, 118
Швеция — 107, 117, 203, 208,
209
Шерлова гора 86, 203, 208
Шилка — 86
Шиих — 145, 146
Шор-су — 141
Шпицберген — 244
Штеттин — 114

Эгейское море — 248
Эльба остров — 9, 26, 27, 107,
203, 208

Югославия — 173
Юлалы — 85
Якутия — 71, 189

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЖИЗНЬ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	11
ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ (1883—1903)	11
В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (1903—1907)	18
В ГЕРМАНИИ, ФРАНЦИИ, ИТАЛИИ (1907—1909)	23
МОСКОВСКИЙ ПЕРИОД (1909—1911)	27
В ПЕТЕРБУРГЕ ПЕРЕД ВОЙНОЙ (1912—1914)	35
В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ (1914—1917)	44
НАЧАЛО НОВОЙ ЭПОХИ (1918—1920)	52
ГОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА СОЦИАЛИЗМА (1921—1941)	65
ХИБИНСКАЯ ЭПОПЕЯ	121
ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ АЗИИ	137
ВЕЛИКАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОЙНА (1941—1945)	159
ЧЕРТЫ ЛИЧНОСТИ	178
ГЛАВНЫЕ ПУТИ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА	190
ИОНЫ В ГЕОХИМИИ И МИНЕРАЛОГИИ	190
ПЕГМАТИТЫ	203
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ (КЛАРКИ)	215
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЯ	223
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА (ТЕХНОГЕНЕЗ)	236
А. Е. ФЕРСМАН — ПОПУЛЯРИЗАТОР НАУКИ	240
МЕТОД И СТИЛЬ РАБОТЫ А. Е. ФЕРСМАНА	248
НАШ СОВРЕМЕНИК	273
ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, БИБЛИОГРАФИЯ	279
ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
А. Е. ФЕРСМАНА	279
ИЗБРАННЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ТРУДЫ А. Е. ФЕРСМАНА	286
РАБОТЫ О ЖИЗНИ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И НАУЧНЫХ ТРУДАХ А. Е. ФЕРСМАНА	289
УКАЗАТЕЛЬ	291

Александр Ильич Перельман
Александр Евгеньевич Ферман

*Утверждено к печати
редколлекцией научно-биографической серии
Академии наук СССР*

Редактор издательства *В. П. Большаков*
Художник *О. А. Камаев*
Технический редактор *П. С. Кашина*

Сдано в набор 11/XII 1967 г. Подписано к печати 13/V 1968 г.

Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 1. Усл. печ. л. 15,96

Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 15.000. Т-07731. Тип. зак. 3794

Цена 98 коп.

Издательство «Наука»

Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука».

Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

А. Е. ФЕРСМАН



Книга посвящена жизни и деятельности Александра Евгеньевича Ферсмана — выдающегося советского ученого. Крупнейший теоретик, один из основоположников геохимии, минералог с мировым именем, ученый-патриот, много сделавший для расширения минерально-сырьевой базы СССР, видный организатор советской науки, автор широко известных научно-популярных книг — таковы основные направления его многогранной деятельности. Путешествия Ферсмана, его исследования в различных областях геологической науки широко освещены в статьях видных ученых. Но обстоятельная научная биография Ферсмана отсутствует. Книга доктора геолого-минералогических наук А. И. Перельмана восполняет этот пробел. Она строго научна по содержанию и популярна по форме изложения.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

А. И. ПЕРЕЛЬМАН

АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ
ФЕРСМАН

А. И. ПЕРЕЛЬМАН А. Е. ФЕРСМАН

А. И. ПЕРЕЛЬМАН

А. И. ПЕРЕЛЬМАН

АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ

ФЕРСМАН

98 161

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»