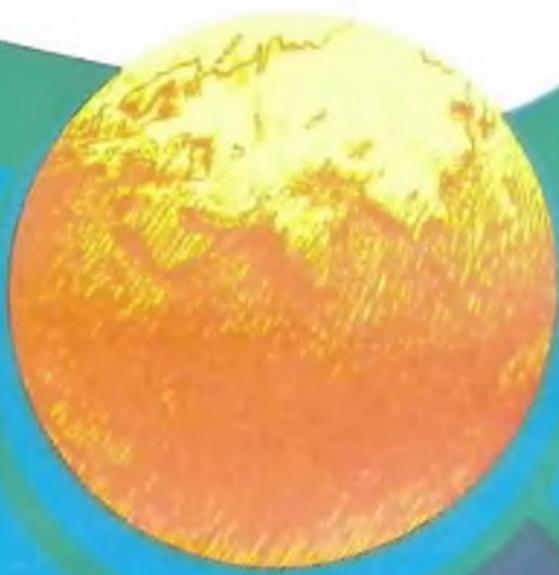


552
1725

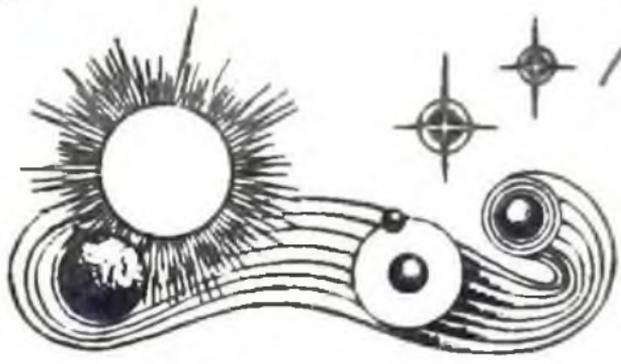
Л. П. Марнелова

КЛЮЧИ К ПЛАНЕТАМ



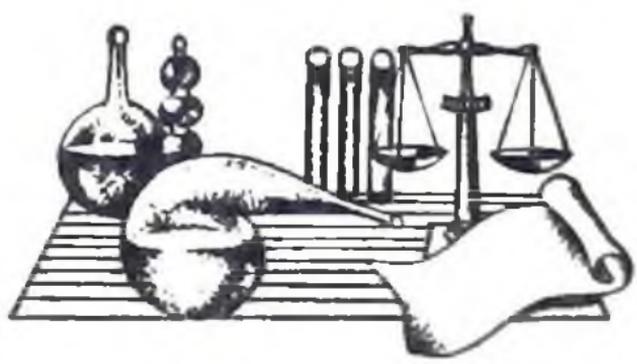
77 2004

552
M25



Л. П. Марнелова

КЛЮЧИ К ПЛАНЕТАМ



Издательство «Знание» Москва 1976

Маркелова Л. П.

M25 Ключи к планетам. М., «Знание», 1976.
128 с. (Наука и прогресс).

Книга знакомит с учением В. И. Вернадского о роли живого в геологической истории нашей планеты, с развитием идей В. И. Вернадского его учеником и последователем А. П. Виноградовым. Читатель узнает о тех проблемах, которыми занимается гео- и космохимия, побывает в Институте геохимии и аналитической химии АН СССР, где проводятся оригинальные эксперименты по моделированию геохимических процессов («опыл планет» метеоритного вещества).

Для широкого круга читателей.

M 20805 — 002
073 (02) — 76 145—76

© Издательство «Знание», 1976 г.

*Научному подвигу академика
Александра Павловича Виноградова
посвящается*

ХИМИЧЕСКАЯ эволюция элементов, из которых состоит Земля, представляет интерес не только для познания истории нашей планеты, но и для общих проблем происхождения небесных тел. Особое место принадлежит здесь накоплению знаний, характеризующих значение жизни, ее зарождение и развитие на решающих этапах формирования Земли с древнейших времен до наших дней.

Теперь не вызывает сомнения, что возникновению первых примитивных живых существ должна была предшествовать длительная химическая эволюция, в ходе которой на древней Земле происходило превращение простых газов, входивших в ее первичную атмосферу, — метана, аммиака, паров воды во все более сложные органические соединения. Эти соединения, в химическом отношении сходные с белками современных организмов, послужили материалом для формирования в океане особых коллоидных структур. В них произошло становление примитивного обмена веществ, определяющего жизнедеятельность организмов. Тем самым создались предпосылки для появления первых живых существ.

То было событием грандиозного масштаба, определившим на миллиарды лет вперед индивидуальную судьбу Земли, заселенной ныне человечеством.

Понимание взаимосвязи и взаимозависимости глобальных процессов эволюции химических элементов в земной коре с зарождением простейших форм жизни во многом обязано трудам основоположника геохимии Владимира Ивановича Вернадского и его школы, которую возглавлял потом академик Александр Павлович Виноградов. Развивая учение Вернадского, создатель космохимии

Виноградов поднял на следующую ступень биогеохимическое направление в науках о Земле. Оно объединило усилия геологов, геохимиков, биологов в изучении истории образования Земли, ее коры, океана, атмосферы и, наконец, биосферы — специфической промежуточной оболочки нашей планеты, где развивается жизнь.

Отличительной чертой современного периода в прогрессе знания, определяемой наступлением космической эры, бесспорно, является становление нового подхода к изучению природы Земли. Данные непосредственного космического эксперимента ставят на строго научную основу гипотезы о единстве закономерностей образования различных тел Солнечной системы — Луны, планет, астероидов, метеоритов. Это, в свою очередь, заставляет по-другому взглянуть на ту роль, которую должна была играть в формировании Земли и других небесных объектов космическая среда, различные излучения, идущие из космоса, солнечная радиация. Признание важной роли космоса в эволюции Земли привело к знаменательным сдвигам в учении о происхождении жизни.

Но претерпев изменения в своих основополагающих чертах, это учение также обогатилось большим фактическим материалом о влиянии космической среды на процесс зарождения и развития жизни. В связи с этим появились реальные предпосылки для создания научных основ поиска каких-либо ее форм на других планетах и их спутниках.

Думается, что книга Л. П. Маркеловой «Ключи к планетам» представляет собой полезный опыт популярного рассказа об этих проблемах, представляющих в наши дни живой интерес для широкого читателя. Книга выигрывает и благодаря использованию автором оригинальных и не опубликованных материалов (письма Вернадского Виноградову об исследованиях «живого вещества» Земли), изложенным в доступной форме довольно широкого круга вопросов, выдвинувшихся сейчас на передний край естествознания.

Герой Социалистического Труда
академик А. И. ОПАРИН

У истоков новых идей

РОДСТВЕННЫЕ души словно ищут друг друга и, найдя, уже не расстаются. Так, вероятно, обрел академик Владимир Иванович Вернадский ученика и соратника, с которым последние двадцать лет своей жизни шел вместе в поисках новых подходов к изучению проблем мироздания.

Впервые они встретились в 1921 году в малой аудитории Академии наук, где Вернадский начинал цикл публичных лекций по биогеохимии. Студент Военно-медицинской академии Александр Виноградов стал посещать эти лекции не случайно. Юноша страстно интересовался биологией, его занимал вопрос, почему растут растения и животные и из чего они состоят. Лекции Вернадского, глубокого прозорливца-естествоиспытателя, привлекали молодежь новизной и свежестью идей, объединяющих науки о Земле и о жизни в единое и перспективное учение.

Студент-медик Виноградов посыл в то время солдатскую шинель. Он добровольцем участвовал в боях против Юденича, был начальником передового перевалочного отряда. Но занятия паукой не прекращал. Еще не демобилизовавшись, урывками посещал лекции, сдавал экзамены, думал...

Когда в тот вечер Вернадский окончил чтение лекция, студент-медик в солдатской шинели, небольшого роста, худощавый, сосредоточенный, встал со своего места и спросил: «Как определяется присутствие микроскопических количеств химических элементов в организмах?»

Это был тот вопрос, который больше всего занимал и самого Вернадского. Вскоре он пригласил студента к себе домой, долго беседовал с ним, делился мыслями. Встречи продолжались. Вернадский угадал в молодом человеке прирожденного исследователя, исключительно трудолюбивого и целеустремленного.

Виноградов успевал сделать за день (ну, иногда прихватит и ночь!) столько, сколько, казалось бы, не может

вместить время. Занятия в академии и в университете, просмотр повивок в публичной библиотеке, чтение со словарем английской и французской научной литературы, ну и... концерты Шаляпина.

Идеи Вернадского о биосфере и роли «живого» в круговороте веществ попадают в самую точку. Это стык геологии, биологии, химии — то самое, что буквально положило воображение молодого исследователя. Виноградов говорит об этом в студенческом научном кружке, убеждая друзей, что именно такой широкий естественнонаучный подход обещает в дальнейшем разгадку многих тайн природы.

В жарких спорах участвовали тогдашние студенты, позже известные ученые академики Б. Никольский, Г. Разуваев. Они целиком захвачены стремлением доискаться до самых корней того, что составляет главную особенность планеты Земля — присутствие жизни во всем ее многообразии. Необходимо понять, какую роль играет кругоборот жизни в геохимических процессах, где здесь первопричина, а где следствие.

К двадцатым годам относятся длительные командировки Вернадского за границу. «Красный профессор», как называли его буржуазные издания, выступал с лекциями в Париже, Праге, Берлине, Осло, работал в библиотеках, посещал лаборатории. Перед очередной поездкой, весной 1927 года, на своей лепниградской квартире он долго и детально обсуждал с Виноградовым новый круг общих научных интересов. Из-за границы он почти ежедневно сообщал ему о всех своих исканиях. Главная тема переписки — «живое вещество» — взаимосвязанная совокупность организмов, которая оказала за миллиарды лет своего существования решающее влияние на свойства атмосферы, океана, земной коры. Поверхностный, изменчивый деятельностью организмов слой Земли Вернадский считал биосферой. Эта деятельность, по его мнению, наиболее мощный геохимический агент, преобразующий поверхность Земли, энергетический фактор планетарного масштаба и значения. Кислород, которым мы дышим, озоновый экран, защищающий нас от губительного действия жесткого космического излучения, поддерживаются организмами. Они возобновляются и запасы необходимой зеленым растениям углекислоты в атмосфере.

Таковы выводы, итоги, получившие впоследствии международное признание в научном мире. Они впервые

в законченном виде были сформулированы в классическом труде В. И. Вернадского «Биосфера», вышедшем в 1926 году, и оказали огромное воздействие на весь фронт естествознания, наложили особый отпечаток на дальнейшее развитие наук о Земле, в особенности, на геохимию и впоследствии космохимию.

Ранние научные статьи А. П. Виноградова также посвящены «живому веществу», методом его анализа, определению веса и состава.

На одну из этих работ Владимир Иванович отзывается в письме из Берлина 26 июня 1927 года: «Очень интересны Ваши первые данные — особенно для веса растений. Неужели вес всех травянистых растений будет так мал: равен ли равному им объему воды? Я жду дальнейших извещений... Здесь я делал доклад о геохимической энергии жизни. Эти все вопросы сейчас ставятся на очередь и, я надеюсь, войдут в жизнь. Наши числовые точные данные сразу приобретут значение...»

Это первый и единственный случай, когда Вернадский обращается к Виноградову несколько официально: «Глубокоуважаемый Александр Павлович!» Уже следующее послание из Германии, датированное восьмью июля 1927 года, начинается обширную серию писем, неизменно открывающуюся словами «Дорогой Александр Павлович!».

«Всегда с огромным интересом читаю я Ваши письма, — пишет Вернадский. — Здесь у нас были разговоры с немецкими учеными по поводу издания международного журнала, посвященного геохимии. Несомненно, очень ясно начинает сознаваться ее значение».

Рагуя за создание международного журнала по геохимии, Вернадский утверждал «суверенитет» этой отрасли науки. Собственный печатный орган, по мысли Вернадского, привел бы к признанию научного направления, пытающегося по-новому осмыслить все сложное хитросплетение процессов, объединенных такими понятиями, как природа, Земля, космос.

Наверное, письмо о международном печатном органе геохимиков как-то связано с происходившей летом 1927 года в Берлине Неделей русских естествоиспытателей. В этом событии наряду с Вернадским участвовали Луначарский, Семашко, академики Абрикосов, Борисяк, Ипатьев, Лазарев, Павлов, Палладин, крупнейшие ученые мира во главе с Эйвштейном.

Всеобщее внимание привлек доклад Вернадского, в котором он утверждал, что «химическое состояние паружной коры нашей планеты, биосферы, всецело находится под влиянием жизни, определяется живыми организмами. Несомненно, что энергия, придающая биосфере ее обычный облик, имеет космическое происхождение. Она исходит из Солнца в форме лучистой энергии».

А дома, в СССР, новое научное направление активно разрабатывает Виноградов. Выходят в свет его работы «Иод в природе», «Физиологическое значение никеля, кобальта, меди и цинка в животных организмах».

Весну 1928 года Владимир Иванович Вернадский встречает в Праге, в небольшой квартирке на улице Букова. Собственно, здесь он только почует. Дни заняты лекциями, поисками приборов, выяснением взглядов коллег на волнующие его вопросы.

Лекции слушают с живым интересом и геологи, и биологи, и физики. Этот профессор из «красной» России толкует им о биосфере, о взаимосвязи и взаимозависимости живой и неживой природы; по его мнению, и та и другая в конце концов отличаются друг от друга лишь «особым состоянием атомов». Он смело сближает химию с геологией и биологией.

В конце марта 1928 года, а точнее, 28 марта Владимир Иванович завершает цикл лекций в Чехословакии. Об этом он спешит сообщить Александру Павловичу. На следующий день он должен отправиться в Мюнхен, но уже сегодня необходимо поделиться мыслями о проделанной работе, дать ответы по поводу бесчисленного множества общих дел, которые разворачиваются «дома» и перекликаются с каждым шагом Вернадского за границей.

После Мюнхена Владимир Иванович думает поехать в Париж. Там в минералогической лаборатории он надеется воспользоваться аппаратурой, чтобы подвергнуть спектроскопическому анализу биологический материал, добытый Виноградовым в опытах. «Вышлите мне в Париж, в ботанический сад, — пишет он, — для спектроскопии материал. Здесь (то есть в Праге. — Л. М.) хотя все институты: Минералогический, Геологический, Радиевый очень сильно выросли за это время, но спектроскопия только налаживается». И тут же считает необходимым добавить: «Прочел здесь по-русски в чешских обществах доклад об эволюции видов и о живом веществе. Он сейчас

переводится по-чешски и появится в пздании здешней академии...»

4 апреля Вернадский уже в Париже, об этом мы узнаем из его письма, помеченного тем же числом и новым адресом.

Города и адреса меняются, мысль же владеет исследователем одна: добыть абсолютно точный атомный вес отдельных элементов живого вещества и получить их спектр. На родине для этого аппаратуры еще нет. Владимир Иванович отсчитывает версты на чужбине, «соблазняет» своими лекциями, дарит замыслы, чтобы только получить пужные для исследования инструменты.

Он удивлен: зарубежные коллеги не слыхали о том, что атомный вес элементов, выделенных из организмов, отличается от атомного веса обычных элементов. «Невольно сейчас,— рассказывает он Виноградову в письме от 4 апреля из Парижа,— пришлось столкнуться с тем, что идея нашей работы совершенно неожиданна и здесь ясно сознается ее интерес...»

«Живое вещество» обладает поистине могущественным свойством, а именно способностью, благодаря своей энергии перемещать химические элементы в биосфере.

Вернадский предложил математические формулы для вычисления геохимической энергии жизни. Об этом, в частности, свидетельствуют некоторые его ремарки в письмах к Виноградову. За единицу такой энергии он предлагает принять скорость передачи жизни, определяемую темпами размножения. Для точного выражения геохимической энергии необходимы новые понятия. Вернадский вводит и их. Так, например, предельное расстояние, на которое может распространяться жизнь, Владимир Иванович определил в 40 075 721 метр, что равно величине земного экватора. Ему потребовалось для расчетов и такое понятие, как «стацитарное число однородного живого вещества», взятое в соотношении со всей площадью земной поверхности.

Геохимическая энергия жизни, писал Вернадский, зависит от скорости размножения организмов — не как автономного биологического процесса. Она находится в соответствии со свойствами биосферы — явления планетного. По его мнению, планета и организм настолько неразрывно связаны, что эта связь также может быть выражена математически. Вернадский дал 21 уравнение для вычисления величин, показывающих связь энергии органи-

мов с энергией биогенной миграции химических элементов в биосфере. Он подчеркивал, что большое значение в скорости миграции элементов имеют такие факторы, как интенсивность обмена вещества, суточные и сезонные изменения этой интенсивности, связанные с космическими ритмами.

Замечательная идея подсчета всей биомассы на земном шаре целиком владеет в этот период Владимиром Ивановичем. Выяснилось, однако, что «перепись» органического вещества планеты — дело еще более кропотливое и сложное, чем поначалу казалось. Ведь решено было «взвесить» живое вещество планеты. Но как? Из какого материала отбирать образцы для исследования и определения веса?

Об этом неотрывно думает в своих заграничных странствиях Вернадский. О бесконечных переплетениях химии живого с геологией суши и моря раздумывает долгими вечерами Виноградов, перечитывая послания Вернадского. Они читаются через лупу. Мелкий, то что называется бисерный, почерк, своеобразные сокращения слов затрудняют чтение. (Впоследствии машинистки одна за другой отказывались от расшифровки.)

Владимир Иванович снимает комнату у некоего Самуэля на Шлезвигштрассе в Берлине. В комнате по-немецки ни пылинки, множество фарфоровых безделушек. Осторожно шагая по тщательно натертому полу, он машинально останавливается то и дело перед галактикой фарфоровой пастушкой, застывшей в реверансе, и недоумевает: зачем она здесь?! А мысль стремится все вперед, принимает законченную форму и готова уже в следующую минуту лечь на бумагу: «Получил по возвращении из Норвегии здесь Ваши письма. Благодарю Вас за Ваш отзыв о моей книге — он мне очень дорог (имеется в виду, по-видимому, «Биосфера». — Л. М.). Я невольно все время подхожу к вопросам философского характера — стараюсь в них не идти, но область нашей работы невольно к ним подводит. Я думаю, что здесь научная мысль может идти глубже в философские вопросы, чем мне это казалось немного времени тому назад. И с другой стороны, для дальнейшего продвижения науки необходима большая философская работа. Сейчас в этих областях, мне кажется, начинается большое движение мысли и скачков, в высшей степени интересное...»

Сотни строк складываются в письма. Автор их не заботится о тонкостях стиля. Это живой разговор с близ-

ким человеком. Можно кое-где не дописать слово, сократить другое до неузнаваемости, воспользоваться иностранным термином. В коротких репликах, в словах, взятых в скобки, в ссылках на высказывания коллег — отзвуки оригинального всеобъемлющего учения.

В письмах лишь намеки на отдельные его положения, для адресата ведь они само собой разумеются. И через 50 лет Випоградов и его ученики скажут, что Вернадский был прав, и еще раз прав, классифицировав различные формы воздействия организмов на окружающую среду. Эти формы воздействия по-разному распределяются во времени. В непрерывном процессе развития жизни на Земле каждый самостоятельный вид организмов, например растений, существует примерно один геологический период, то есть около 30 миллионов лет. Смена типов определяемых сообществ организмов (впоследствии названных академиком В. Н. Сукачевым биогеоценозами) охватывает отрезки времени порядка 3000—5000 лет. Но это еще далеко не все. В круговороте вещества и энергии играют определенную роль рождение и смерть каждого растения и животного.

А их — великое разнообразие.

Обмен веществом между организмом и средой играет огромную геологическую, агрогидрологическую и почвообразующую роль. «Живое вещество» в процессе своего питания и роста включило в биологический круговорот миллиарды тонн минералов. В составе его преобладает кислород (65—70 процентов), далее идет водород — 10 процентов. Остальные 20—25 процентов представлены разнообразными элементами общим числом более 70.

Подобно тому как самые древние горные породы лучше всего способны рассказать биографию земной коры, древнейшие организмы — морские служат носителями биологической истории планеты. Следуя советам Вернадского, Випоградов ведет интенсивное исследование морских организмов. Он анализирует и обобщает экспериментальный материал, накопленный им во время работы на Мурманской биологической станции и плавания на исследовательском судне по Баренцеву морю. Судно называлось вычурно и романтично, как, впрочем, вообще, любят величать корабли, — «Персей». Небольшое, но удобное судно. Александр Павлович и сейчас охотно вспоминает первые эксперименты, которые проводились на его борту. Примитивность аппаратуры не мешала реализации его плана.

Каюта была превращена в лабораторию. Исследовались водоросли, планктон, другие морские организмы. Как бы обнажался первоначальный ход химии жизни. Клетка вещества, взятого из самой «колыбели», вобрала в себя в виде строгой и предельно точной схемы всю первооснову природы...

То были годы первых гидрологических наблюдений Виноградова и... бесконечных сборов ряски. Эта неприхотливая водоросль, похожая в массе на большую зеленую кляксу, стала с тех пор классическим объектом наблюдений. Скорость ее размножения, чуть ли не рекордная, простота строения сделали ряску одним из эталонов при исследовании природы и функций «живого вещества». Не удивительно, что накрепко запомнился ему в заполярной тундре стоячий прудик, весь в светло-зеленых крапичках этой самой ряски. До середины его добраться было нелегко. Брала на себя эту роль очень худенькая и очень смуглая девушка по имени Иветта, практикантка из Петрозаводска. В своем полосатеньком купальнике она отправлялась за «добычей» и выползала затем на берег, держа в одной руке очередной пучок ряски. А потом безропотно снимала со своих худеньких ног множество присосавшихся пиявок. И так по многу раз на день.

Свои наблюдения и выводы, сделанные во время плавания на «Персее», Виноградов излагает в монографии «Химический элементарный состав организмов моря». Самому автору эта работа не кажется чем-то очень значительным. Это, по его мнению, дополнение к ранее вышедшей «Геохимии живого вещества».

Но научный мир рассудил по-своему. Новизна подхода, достоверность наблюдений сразу же обратили на себя внимание. Как только появляются первые оттиски, их начинают переводить за рубежом — на английский, немецкий, французский...

Много позднее во время одной из бесед с Виноградовым я выразилась примерно так: «У вас необычайно широкий подход к явлениям...» Мне казалось, что это замечательное качество, и потому не могла предположить даже, что Виноградов его отвергнет.

— Это плохой комплимент,— сказал он, не меняя, впрочем, вполне добродушного выражения лица. И сейчас же перешел к другой теме.

Однако его слова застряли в моей памяти. Я много

размышляла над ним, пытаясь выйти из объяснения. Очевидно, мой комментарий показался Виноградову противоречащим тому, что происходит в современной науке. Ведь современная наука — это прежде всего углубление в явление, деталь, даже частность, «сверление» до дна. В принципе именно этим объясняется специализация учебных, научных институтов и лабораторий, специализация аппаратуры.

Но если бы дело обстояло только так, то понимание процесса не представлялось бы сложным. Между тем в наше время возник парадокс, который, возможно, наиболее полно отразил особенность данного этапа научно-технической революции. Это, с одной стороны, упомянутая дальнейшая специализация знания, появление все новых и новых научных направлений, а с другой — скрещивание научных интересов, взаимопропитывание и взаимообогащение наук, постоянный, безостановочный переход от частных проблем к более общим, иногда глобальным и даже космическим.

В одном из своих писем к Виноградову Вернадский настаивает: «Гораздо важнее микроскопическая и мелкая жизнь, обычно не учитываемая...» И действительно: на эту «микроскопическую и мелкую жизнь», которой посвятил свои первые исследования Виноградов, падает, как выяснилось, огромная доля общего веса Земли. А главное — велика ее роль в планетарных биохимических процессах, в вечном круговороте веществ.

Оболочка Земли, охватывающая жизнь, — это и есть биосфера. Такое определение сформулировано не Вернадским. Оно принадлежит немецкому ученому Э. Зюссу. Но разве так важно, кто первый сказал? Ведь фотосинтез как понятие тоже не принадлежит Тимирязеву. Открытие самого явления связывается с именем английского химика Дж. Пристли (1733—1804). Пристли действительно наблюдал, что на свету зеленые растения «исправляют» воздух, «испорченный» горением в нем горючих тел или дыханием животных. И все же первооткрывателем фотосинтеза как генерального и вечного процесса сохранения и возобновления энергии, как главного источника существования всего живого вошел в историю Тимирязев.

Следуя такому ходу рассуждений, можно удостовериться, что биосферу тоже «открыл» по-настоящему не Зюсс, а Вернадский. Для него биосфера стала не только оболоч-

кой Земли, охваченной жизнью, но и гигантским реактором, кровно связанным со всеми коренными геохимическими процессами Земли. Он говорил так: «С геологической и геохимической точки зрения вопрос стоит не о синтезе отдельного организма, а о возникновении биосферы». Однако сам Вернадский постоянно твердил, что биосферу открыл до него Зюсс, а Випоградов постоянно будет делать оговорку, что более ста лет назад ученому Добре пришла счастливая мысль об аналогичности состава метеоритов и оболочек Земли. Хотя возродил эту счастливую мысль на совершенно иной основе и сделал инструментом космогонического летосчисления Випоградов.

Но вернемся к биосфере и расставим несколько флажков на карте «живого вещества». Это ведь пестрое население: насекомые, птицы, растения, млекопитающие, рыбы. Миллионы и миллионы видов. Значение их «деятельности», которая состоит просто в том, что они живут, дышат, плодятся и умирают, огромно.

В конце концов оказалось, что общий вес живых организмов на земном шаре составляет 10^{15} тонн. Это в два с половиной раза больше общего веса запасов никеля, хрома, свинца, цинка и золота в земной коре.

Цифра внушительная. Тем более, что до тонны дело дошло не сразу. Они сложились буквально из миллиграммов, стали результатом кропотливой «инвентаризации» отдельных групп и видов организмов. И не только групп и видов. Скрупулезно анализировались мельчайшие составные части изучаемого объекта.

«Пожалуйста, — писал Вернадский Випоградову, — отдельно исследуйте корень (к), стебель (с)». И помещая в скобки начальные буквы, он тем самым как бы превращал их в составные части будущих формул, из которых станет кристаллизоваться строгая научная основа учения о геологической роли жизни.

«Микроскопическая» жизнь и глобальность проблемы. Эта жизнь прошла множество ступеней до того, как появился человек. По мере своего развития он стал играть все более значительную роль в формировании окружающей среды, то есть в биосфере.

Вернадский полагал, что в «живом веществе» преобладают чистые химические элементы, то есть состоящие из одного изотопа.

Хотя это предположение не оправдалось в дальнейшем, сама гипотеза привела к важному выводу, что «живое ве-

щество» способно различать смеси изотопов и избирать из них некоторые.

Со второй половины июня и до начала августа 1928 года письма Владимира Ивановича помечены Эссентукам. Врачи предписывали ему регулярное прохождение курса лечения в Эссентуках, и он подчинялся этому, хотя туманы, часто оседавшие на чахлый парк курорта, не доставляли ему радости. Однако лечение делало свое дело. Владимир Иванович чувствовал себя бодрее, почти половину дня писал, читал, делал пометки. К тому же в Эссентуках уже образовался свой круг знакомых, лечащие врачи стали друзьями, «посвященными» в творческие искания ученого. Связи эти возникли еще в 1926 году, когда Вернадский по просьбе эссентукской клиники Бальнеологического института Кавказских Минеральных Вод прочел врачам лекцию «О новых задачах в химии жизни».

— При положительном ответе на поставленные вами исследования, — говорил он в этой лекции, — сразу возникают многочисленные новые вопросы, в том числе и медицинские. Всякий ли кальций действует в его многочисленных сейчас терапевтических применениях, в том числе таких, которые объясняются действием иона кальция; или действует только один изотоп, тот, который входит в живое вещество, — вероятно, более тяжелый, с атомным весом сорок четыре? Можно ли относить вредные действия свинцового отравления ко всем свинцовым изотопам? Как действуют изотопически различные свинцовые препараты? На каждом шагу выдвигаются такие вопросы, так как все значительнее и значительнее открывается в явлениях жизни значение ничтожных примесей отдельных атомов!

Вслед за этим Вернадского увлекает другая идея: не является ли элементарный химический состав организмов видовым признаком?

Это потребовало постановки еще более многочисленных опытов.

Едва распаковав чемоданы в Эссентуках, Владимир Иванович пишет Виноградову:

«Вчера забыл Вам написать, что очень было бы желательно набрать разные стадии метаморфоза одного и того же вида насекомых: гусеница или личинка, куколка...»

Переписка между учеными идет деятельная, в течение всего периода пребывания Вернадского в Эссентуках.

Владимир Иванович по утрам всматривается в конверты, сложенные стопкой на столике у швейцара Бальнеологической клиники. Так и есть: конверт, аккуратно надписанный Александром Павловичем.

«Очень благодарю за письмо,— тут же садится Вернадский за ответное послание.— Я вам пишу отсюда второе. Сперва ответу на Ваше: 1. Мне кажется едва ли следует брать числа размножений для жуков из книг. Я знаю, что такие сведения есть, и просмотрел с этой целью много томов отчетов Американского бюро прикладной энтомологии. Но нам — раз мы затрачиваем труд и деньги, надо получить числа для тех жуков, для которых мы берем геохимические константы. Книжки дадут пределы отношений. Нам важно знать среднее число потомства для данной местности...»

Вряд ли можно пойти другую переписку, которая, подобно этой, отражала бы шаг за шагом развитие теории и эксперимента, научные последствия которых превзошли в будущем первоначальные замыслы и задачи.

Из собранных с одного и того же пруда двух различных видов ряски выяснилось, что растения и животные концентрируют в своем организме из окружающей среды радий. Однако различные виды ряски берут в одной и той же среде разные количества радия. Следовательно, содержание химических элементов в организме — действительно видовой признак. И наконец: из почвенных растворов радий поступает в наземные растения, а через них с пищей и питьевой водой — в организмы наземных животных.

«Получил Ваше письмо от 23/VII и рад, что дело у Вас движется,— продолжает свою научную повесть в письмах Вернадский.— Подымается новый вопрос, который, мне кажется, нам в Биогеохимической лаборатории надо взять на себя, снесясь с Медицинским институтом по изучению профессиональных заболеваний. Сейчас здесь (в Эссентуках.— Л. М.) пробуют действие бальнеологического лечения на свинцовые (и ртутные) отравления. Мне кажется, это те вопросы, которые как раз и должны нас интересовать. Как Вы думаете, не может ли быть такое положение: свинец живого вещества (всегда в нем находящийся) — чистый изотоп? Когда люди работают в среде, богатой обычным свинцом,— разделение изотопов не успевает происходить, в это же время чистый изотоп может замещаться смесью... Таким образом ста-

ты, тся две задачи: определить атомный вес свинца в орга-
ни-змах (дуб — морские организмы?) и изучить действие
пи-, организм уранового свинца... Мое введение в наши
«Данные для химического познания живого вещества»
сп-к сейчас мной переделано, что не осталось камня на
го-мпе. У меня является мысль — не лучше ли нам печат-
те-ить эти данные не в Известиях Академии наук, а как
т. выпуск Трудов Биогеохимической лаборатории».

эй Между прочим выясняется, указывал в своем письме
Д-ерпадский, что «анализ живого вещества (правильно
и оставленный), может быть, даст нам состав того предка,
э-в которого произошли существующие виды». Конечно,
т-говаривался он, тут вопрос очень сложный и путаный.
)-то область гипотез, а не эмпирических обобщений, отме-
-тал Верпадский, но, может быть, полезно в нее войти...
I } будущем году, добавил он, словно сообразуясь со своим
I пчным планом.

Г Уже из этого письма-программы следует, что пред-
-тавления о химических элементах в организме услож-
-няются, разветвляются, обогащаются все новыми данными.

Пройдет десяток лет, и появится направление, прямо
зытекающее из учения о химизме живого. Александр Пав-
ювич выдвигает теорию «биогеохимических провин-
ций» — местностей, где нарушено в ту или другую сторо-
ну среднее содержание в почвах и водах того или иного
химического элемента. Эти представления были широко
развиты затем в трудах профессора В. В. Ковальского.
Материалы многочисленных научных экспедиций в раз-
ные районы страны показали, что избыток или недостаток
какого-либо микроэлемента определяет особую специфи-
ку во взаимодействии между средой и организмом, вы-
зывает эпидемии, то есть устойчивые болезненные измене-
ния в организмах. Например, если мало кобальта — болеет
скот, мало марганца — страдают посевы. Зная обстановку
в данном районе, ученые советуют, в каких случаях и
какие следует вводить в качестве удобрений или в пи-
щевой рацион микроэлементы: медь или бор, кобальт или
марганец. В статье «О причине отсутствия известковых
скелетов у докембрийских беспозвоночных» Виноградов
доказывает, что причина состоит в ненасыщенности мор-
ской воды карбонатом кальция. Скелеты у организмов
стали развиваться только после появления на Земле вод-
ной растительности, которая в процессе своей жизнедея-
тельности превращает углекислоту в углерод клетчатки.

В дальнейшем это послужило материалом для образования каменных углей.

Обширный материал по биогеохимическим провинциям, обобщенный В. В. Ковальским, содержит множество примеров, которые говорят о том, что борьба с песочеством отдельных природных комплексов затрагивает интересы миллионов людей. Так, распространение в некоторых горных районах болезни щитовидной железы является результатом недостатка здесь йода. С введением в пищу йода болезнь излечивается. Внесение в почву меди избавляет растения от заболеваний «белой чумой».

«Биосфера... область максимальной изменчивости, наблюдаемой на нашей планете...» Так писал В. И. Вернадский. В этой изменчивости, неоднородности состава различных почв и водоемов опять же «повсюду» организмы. Они поглощают из этой среды все доступные химические элементы, дающие растворимые соединения.

Учение о биогеохимических провинциях основано на изучении в пределах этой схемы обратной связи — воздействия неоднородности геохимической среды на обмен веществ в организмах. Существенно отметить, что степень накопления ими химических элементов определяется не только характером данной природной среды и биологическими особенностями организма, но и, как показал В. В. Ковальский, «биогеохимическими пищевыми цепями», через которые осуществляются связи организмов в среде. Этими «цепями» неразрывно соединены почвообразующие породы, почвы, микроорганизмы, вода, воздух, растения, животные, человек. И жизненные процессы тогда протекают нормально, когда достигается определенное соотношение концентраций микроэлементов в организме и среде. Недостаток или избыток их в среде и пище вредно сказывается на живых организмах. Сотни опытов над животными доказали, что это именно так. Например, оказалось, что рост кроликов задерживается как недостатком, так и избытком кобальта в рационе. Из этого следует, что микроэлементы, неправильно дозированные, применяемые в недостаточном или избыточном количестве, могут не дать положительных результатов, оказаться бесполезными или даже вредными.

Авторы учения о биогеохимических провинциях идут еще дальше в уточнении своих практических рекомендаций, основанных на теоретическом фундаменте. При опре-

делении оптимальных доз микроэлементов, указывают они, большое значение имеет приспособленность организма к условиям среды, к концентрации в ней таких химических элементов, как молибден, ванадий, бор и др.

Объясняя мне однажды характер этих сложных связей, Александр Павлович отметил, что по мере расширения экспериментов по-новому предстала роль такого, например, элемента, как селен. Опыты, сказал он, показали, что микроорганизмы некоторых территорий «привыкли» к определенному содержанию селена в своей среде обитания и проявляют большую устойчивость к высоким его концентрациям.

Постепенно удалось установить критические, или «пороговые», концентрации химических элементов, выше или ниже которых проявляются биологические эффекты на организме в целом. Анализ проблемы пошел еще глубже.

Выявлено, какие именно ткани и органы играют роль «депо» для микроэлементов. Это в первую очередь печень, эндокринные железы. Избирательно фтор накапливается в костной ткани, йод — в щитовидной железе, свинец — в нервной ткани, молибден — в печени, почках, кишечнике, цинк — в поджелудочной железе, в крови и т. д.

Здесь учение о биогеохимических провинциях изложено, естественно, сжато и схематично. Но, пожалуй, и этого вполне достаточно, чтобы иметь представление о постигнутом в кропотливом труде исследователей, которым приходится быть одновременно и геохимиками и биохимиками.

Десятки экспедиций, сотни экспериментов, годы напряженной работы, тома исследований. И краткий вывод, который о многом: «биосфера в целом представляет собой единую систему», в которой организмы, составляющие «живое вещество», связаны между собой и с окружающей средой цепями питания. В биосфере наблюдается ритмическая изменчивость свойств «живого вещества» и обменных процессов в организмах в зависимости от космических ритмов: смены времени года, времени суток, фаз приливов и отливов.

Вывод этот имеет не только теоретическое значение. Составляются карты подобных провинций, создаются лаборатории такого профиля в разных районах страны. Все это имеет целью дать практические рекомендации прикладным сельскохозяйственным наукам, медицине. К сожалению, то, что мы уже знаем и умеем, не всегда на-

ходит применение в достаточно широких масштабах, особенно там, где это необходимо больше всего, — в сельском хозяйстве. Кто-то подметил, что слово «впереднее» петлю отражает смысл столь возвышенного процесса, но материальное воплощение научно-технической идеи, ч в этом слове есть нечто насильственное, холодное. Пусть так, но мы пока не знаем, как лучше назвать диалектическую непосредственной связи науки с производством. А в такой связи сельское хозяйство нуждается ныне особенно остро. Речь идет о том, как говорил Генеральный секретарь ЦК КПСС Леонид Ильич Брежнев, чтобы «революционизировать сельскохозяйственное производство» на основе новых идей, постоянного притока «фундаментальных знаний о природе растений и животных, которые могут дать биохимия, генетика, молекулярная биология».

...К исходу 1928 года Вернадский и Виноградов приближаются к одному из самых замечательных своих выводов. Он касается тех изменений, какие производят в геологической структуре планеты живые организмы самой «техникой» своей жизни. Ученые прослеживают «наследственное» передвижение атомов в земной коре. Такую «биогенную миграцию» производит, например, работа роящихся животных, следы которой известны с древнейших геологических эпох — постройки термитов, муравьев или боброродов. Но исключительного развития достигло это массовое передвижение химических элементов в ответ на шаг цивилизации за последние несколько тысяч лет. Именно тогда начали создаваться новые, небывалые на нашей планете тела, например свободные металлы.

Размышления о роли живого вещества и биосферы не только привели Вернадского и Виноградова к проблеме космического характера. Вызревали идеи, подготавливая ваваше рождение в недрах геохимии космохимии.

Биографы А. П. Виноградова отмечают, что его научные интересы нельзя вместить в строгие рамки хронологии. Развивая новые направления геохимии, он то и дело возвращается к своим прежним интересам, пересматривает взгляды минувших лет с учетом всего хода последующего развития естествознания, новых данных, полученных самими и другими учеными, с учетом фактов, добытых космохимическими аппаратами вне Земли.

Да будет позволено и нам продолжать свой рассказ, чередуя его фрагментами из прошлого и настоящего, постепенно сужая интервал между первым письмом Вер-

адского Виноградову, написанным в 1927 году, и последним шагом науки семидесятых годов.

В письмах Владимира Ивановича за 1931 год все чаще встречается упоминание о «биологическом времени». Углубляюсь, — пишет он Александру Павловичу, — в вопрос о биологическом времени: тут много чрезвычайно интересного, и мне кажется, наша картотека по геохимической энергии приобретает для этого огромное — для нас особенно — значение. Сейчас прочитываю в последний раз перед сдачей в печать первую часть моей истории воды — 50 страниц! Вижу массу недостатков — но пускаю в печать как есть: никогда не кончу. Во всяком случае и в таком виде книга нужна...»

Это письмо помечено 12 июля. Через пять дней Вернадский снова «исповедывается» ученику и почти в тех же выражениях сознается: «Все больше углубляюсь и заинтересовываюсь биологическим временем...» Через пять дней эти мысли приобретают уже большую определенность. 25 июля Владимир Иванович пишет: «Я работаю усердно над биологическим временем. Очень интересно и очень трудно. Приходится вдаваться в философию знакомиться с философским охватом... Очень жду дальнейших известий...»

Владимир Иванович лаконичен, строг к самому себе. Он мало утверждает, о многом спрашивает, предоставляя читателю самому решить — вступать ли в дискуссию, высказываться или нет по данному вопросу. Он просто ставит в конце своего письма едва заметный знак вопроса — тонкое предложение совместно обсудить проблему.

Обругав однажды мимоходом «идущую под гору» почту нечеткостью работы, В. И. Вернадский продолжает в письмах излагать свои сокровенные мысли. В послании от августа 1931 года он пишет:

«Я сочувствую объединению химической океанографии с осадками моря, т. к. это не только геологический вопрос, а такой же в значительной мере химический (геохимический), как и изучение химии морской воды и химии организмов. Для осадков — основное — изучение грязевой воды — неотделимой от донной; химические реакции идут и там и здесь единые и неделимые. Осадки аналогичны почве. Геология же начинается ниже почвы. В-

ашу статью в «Природе» прочел. Она очень интересная». (Имеется в виду, вероятно, статья А. П. Виноградова

«Химический элементарный состав организмов в связи с вопросами их систематики и морфологии». — Л. М.)

И далее: «Я работаю над временем биологически». Пытаются интереснейшие проблемы, по много приходится считаться с философией. Это, впрочем, тоже много дает...»

Давным-давно наши предки подметили, что цветы распускаются и закрываются в определенное время суток, что каждая певчая птица просыпается и начинает петь в строгом распорядку, что и человек пробуждается по утрам примерно в одно и то же время. Эти явления определяются ходом «биологических часов». Они регулируют различные ритмы процессов жизнедеятельности — суточные, приливно-отливные, лунные, сезонные.

Работая над проблемой круговорота веществ в природе, над выявлением законов биосферы, В. И. Вернадский а позднее А. П. Виноградов, естественно, обращаются к изучению этих процессов не только в пространстве, но во времени, к познанию механизма биологического времени.

Характерно, что по мере развития биологии и все большее ее сплочения с химией, физикой, математикой, методикой к изучению ритмов жизни в самом широком значении прибавляется все большее число исследователей разного профиля во всем мире. В 1960 году в Соединенных Штатах состоялся Международный симпозиум по биологическим часам, рассмотревший их биологическую и биохимическую природу, зависимость ритмов биологических процессов у животных и растений от внутренних и внешних условий.

Основной вопрос, который поставили перед участниками дискуссии, был сформулирован так:

— А где же расположен в организме механизм биологических часов?

Предлагалось множество ответов, но в сущности свелись к одному: механизм биологических часов может располагаться внутри одной-единственной клетки. Отдавая предпочтение изучению одноклеточных организмов, на водорослей, на которых, собственно, и ставились основные эксперименты двадцатых — тридцатых годов по выявлению роли «живого вещества».

Интересна гипотеза о возможной схеме работы биологических часов в многоклеточном организме. Образно можно представить так: в некоторых клетках заключены глицеринный ее вариант печатался на русском языке в «Био-

не часы — «будильники», а синхронизирующие часы других клеток синхронизируются с их «боем». Найти клетки, задающие ритм всему организму, очень важно. Одна из таких находок по-своему замечательна. Так, у таракана «часы» были найдены в мышце под глоткой. Точные эксперименты показали, что именно отсюда исходят определяющие импульсы для всей суточной деятельности таракана. Любопытно, что проблема биологических часов применительно к человеку наполнилась новым содержанием к семидесятым годам в связи с все более длительными полетами в космосе.

Встал вопрос: будут ли сохраняться суточные земные ритмы жизнедеятельности человека в продолжительном космическом полете, где, скажем, чередование дня и ночи имеет условный характер? В первое десятилетие советских американских пилотируемых космических полетов космонавты не испытывали больших сдвигов в своих суточных ритмах, и их биологические часы согласовывались с привычным местным временем. Но будет ли так и в дальнейшем? Этот вопрос был, в частности, поставлен в литературе американским врачом М. Шарпом. Если периодичность жизненных функций человека жестко связана с сменой суток на Земле, писал он, то что случится с космонавтами в глубоком космосе, где физическая среда характеризуется такими понятиями, как день и ночь, нормальными значениями гравитации, влажности, температуры или атмосферного давления и где есть постоянная меняющаяся радиация и потоки метеороидов, а также магнитные поля? Будут ли их биологические часы еще долго настроены по земному времени или они полностью откажут? Этому мы пока не знаем.

Не знаем мы также и того, смогут ли космонавты, вышедшие на Марс после 250 дней пути, согласовать ритм своих биологических часов с ритмом времени новой планеты. Отметим, что именно для изучения этой проблемы в СССР в 1968—1969 годах был поставлен эксперимент, когда трое испытуемых провели год в изолированной термокамере. В ходе его было получено много важных данных о физиологии человека, находящегося в таких условиях, и об «исправности его часового механизма»...

Статья «Автотрофность человечества» была написана Вернадским в 1925 году на французском языке и опубликована в научном журнале в Париже. Позднее сокращенно можно представить так: в некоторых клетках заключены глицеринный ее вариант печатался на русском языке в «Био-

геохимических очерках» втражом всего в 1200 экзмп. Со свойственной Вернадскому шпротой и вместе с тем ров. Так вот, в статье этой было написано следующее: «В биосфере существует великая геологическая, может, по его мнению, заложил основы нашего современно-

быть, космическая сила, планетное действие которой объективно представляется о питании. Он называет лорда Г. Капо не принимается во внимание в представлениях о «вендиша в Лондоне — «самого богатого человека страны, мосе, представленных научных или имеющих научную мизантропа и научного аскета», А. Лавуазье — «фивапсипову. Эта сила, по-видимому, не есть проявление эпериста и исследователя, глубокого и ясного мыслителя», или новая, особенная ее форма. Она не может быть Дж. Пристли — «пламенного геолога и английского ради-всяком случае просто и ясно выражена в форме известикала, преследуемого и непонятого, случайно избегнувшего видов энергии. Однако действие этой силы на него смерти, когда фанатичная толпа сожгла и уничтожила вне земных энергетических явлений глубоко и сильно его дом, его лабораторию, его рукописи...» должно, следовательно, иметь отражение, хотя и мев. Сообразно со способом потребления питания живые сильное, но несомненно и вне земной коры, в бытии (организмы планеты делятся на автотрофные и гетеротроф-мой планеты. Эта сила есть разум человека, устремленные. Первые — это те, что в своем питании ни от кого не и организованная воля его как существа общественнозависят и «сами могут вырабатывать вещества, необходи-Проявление этой силы в окружающей среде явилось посмые для их жизни, пользуясь космиче, с жизнью не свя-мириадов веков выражающем единства совокупности оживленных естественным теламм земной коры». Вторые в пизмов — монолита жизни — «живого вещества», — одисвоем питании зависят от существования других организа-лишь частью которого является человечество. мов, пользуются их химическими продуктами.

Но в последние века человеческое общество все бол. Автотрофные, независимые — это сады, луга, леса и выделяется по своему влиянию на среду, окружающую поля. Они окрашены в зеленый цвет благодаря волшебного живое вещество. Это общество становится в биосфере, му веществу — хлорофиллу... Подобно тому, как человек, есть в верхней оболочке нашей планеты, единственным лишенный крови, не может жить, растение без хлорофил-своим роде агентом, могущество которого растет с ход ла — мертво. Каждая фраза заставляет задуматься, подкупает сво-времени со все увеличивающейся быстротой. Оно одно и ей глубиной, порождает цепь ассоциаций. И если даже меняет новым образом и с возрастающей быстротой стру некоторые утверждения и гипотезы впоследствии не полу-туру самих основ биосферы. Оно становится все более в чили признания, они продолжают играть свою роль уско-зависимым от других форм жизни и эволюционирует к и рителеей прогресса, предвосхищая идеи и свершения бу-тому живящему проявлению...» дущего.

Желая распутать всю сложную систему связей чел. Сейчас известно, что среди «зависимых» от других века с элементами биосферы, Вернадский как бы выв представляет «живого вещества» львиную долю состав-тывает карманным фонариком то одну, то другую сторону ляют насекомые. Число видов их достигает полутора мл-этой системы, трогает их, взвешивает и ставит на мест лионов, в то время как, например, птицы насчитывают-для того чтобы в следующую секунду появилась нове лишь девять тысяч видов. А сколько насекомых внутри-грань логического построения, засверкала бы, закрепи вида? Даже самые совершенные кибернетические маши-лась, стерла сомнения скептиков. ны еще не скоро смогут ответить на такой вопрос. Это

Под римской четверкой, обозначающей небольшой тем более трудно сделать, что в мире насекомых идет фрагмент этой своеобразной повести о сотворении чел ожесточенная борьба за существование. века, Вернадский делает несколько замечаний о питани Очень сложно бывает порой определить, какой окажет-как составной части связи человека с жизнью всех живы ся реакция природы на уничтожение того или иного сель-существ. Она «составляет часть великого геохимическо скохозяйственного вредителя. явление — круговорота химических элементов в биосфе Ведь вредитель вредителю рознь. Некогда из Север-ре, — вызванного питанием организованных существ» ной Америки в Австралию была завезена одна из разно-

видностей кактуса опунция для устройства живых колоний, придавшей определенное своеобразие шагам почв пазородей. Опунция почувствовала себя в новых условиях, которыми отмечена вторая половина нашего века. Она настолько хорошо, что через несколько лет распространилась на 25 миллионов гектаров пахотных и пастбищных земель. Было подсчитано, что борьба с этим вредным химическим способом обошлась бы в 90 долларов за гектар. Тогда решили привезти аргентинскую бабочку, гусеница которой питается стеблями опунции.

Насекомое «работало» столь добросовестно, что через семь лет погубило 90 процентов зарослей опунции. В Аргентинская бабочка полностью справилась с сорняком.

Интересно, что первое живое существо, обретшее способность летать, было... насекомое. Ученые уже обратили внимание на удивительную гармоничность строения этих мельчайших «жителей», на несравненную их способность к физиологическому самосовершенствованию в зависимости от условий среды и подстерегающих опасностей. Новейшие исследования подтвердили высокое совершенство строения тела и функций насекомых. По мнению специалистов, ряд двигательных функций у насекомых совершеннее, нежели у высших животных и даже человека.

Так, снабжение тканей и клеток кислородом происходит у насекомых не через кровь, а непосредственно, что резко интенсифицирует работу организма в целом. У многих высших форм насекомых существует своеобразный нервно-мышечный механизм умноженного ответа на один нервный импульс. Это позволяет им, например, совершать крыльями более 200—300 колебаний в секунду.

Ископаемые формы насекомых могут служить более или менее надежными показателями геологического возраста тех или иных слоев земной коры. Интересно, что только в Кузнецком каменноугольном бассейне найдено 420 ископаемых видов насекомых. Не так давно палеонтологам посчастливилось сделать большое открытие — обнаружить первое крылатое насекомое девонского периода, иначе говоря, жившее 300 миллионов лет назад.

Статья Вернадского писалась в первой четверти нашего века. Сейчас отсчитывается год за годом его последние тридцатилетие. Человеку тесно на Земле — он уже всерьез думает о других планетах. Изучая их, он прежде всего ищет признаки жизни и возможные условия для ее существования. Мы еще вернемся к этой проблеме.

В атмосфере и в воде есть свободный кислород. Такое «проявление хлорофильной функции». Значит, если бы зеленых растений не существовало, через несколько сотен лет на поверхности Земли не осталось бы следа свободного кислорода, и главные химические превращения в земной коре прекратились бы.

Но есть живые автотрофные вещества, лишенные хлорофилла. Это бактерии. Они живут в почве, в верхних слоях земной коры, в океане. Сила их размножения огромна, и потому их существование родственно жизни зеленых растений. Правда, число видов автотрофных бактерий незначительно, оно не превышает сотни, в то время как видов зеленых растений известно до 180 000. Идею одна бактерия может произвести в один день по крайней мере несколько триллионов особей, между тем как одна одноклеточная зеленая водоросль, из всех зеленых растений наиболее быстро размножающаяся, дает в тот же промежуток времени лишь несколько особей, а то и всего одну в два-три дня.

Чем же замечательны бактерии в той мозаике живого вещества, которую кирпичик за кирпичиком стремился воссоздать Вернадский? Сейчас мы подходим к самому главному, к сути, к сердцевине, к объяснению немыслимого дуэта двух слов: «живое вещество».

Живой организм строится не из энергии — энергия нужна для протекания биохимического синтеза белков, из которых строится организм. Бактерия совершенно независима в своем питании не только от других организмов, но и непосредственно от солнечных лучей. Бактерии производят в «котле жизни» — биосфере огромную геохимическую работу, разлагая одни соединения, чтобы образовались другие. Их роль значительна в истории углерода, серы, азота, железа, марганца и, вероятно, многих других элементов нашей планеты.

Спустившись в самый нижний «этаж» огромной пирамиды жизни, Вернадский поднимается затем в своих логических построениях к самой ее верхушке — к человеку. Последний может жить лишь при условии существования зеленых растений. Но есть и глубокое, принципиальное отличие человека от всего того, что дышит, ест, летает, ползает, ходит по Земле. Человек — это тоже «живое вещество» биосферы. Но он обладает разумом. И это придает ему удивительные черты, глубоко изменяет его действие на окружающую среду.

Вернадский возводит человека на подобающий ему пьедестал и говорит, что его появление было актом величайшей важности, единичным в течение геологической истории: ему нет ничего аналогичного в череде протекавших веков. Человек глубоко отличается от других организмов по своему действию на окружающую среду. И это

Хл
хп, а также, которое было велико с самого начала, стало
свн, громным с течением времени.

сизн Человек потребляет вещество, мертвое и живое, не
бь, только на построение своего тела, но также и на нужды
вр, воей общественной жизни. Благодаря человеку в приро-
е. Не планеты происходят процессы, которых до его появле-
й, ния не могло быть. Он меняет внешний вид, химический
одн, состав минералогический состав окружающей среды, своего
вст, местообитания. А его местообитание — вся земная поверх-
пр, плоскость. Стало быть, человек заменяет лик планеты.

сег Но как же примирить название труда «Автотрофность
ел, человечества» с утверждением о его гетеротрофности (за-
вор, висимости от зеленых растений)? На это видимое проти-
вл, вление ученый идет сознательно, ибо смотрит в будущее.
ом Он верит в социальный прогресс и силу разума, которые
мо, в конце концов сделают человека независимым от щедр-
ости или скудости природы. Все необходимое он сможет
ип, синтезировать сам.

, и Шестого сентября 1932 года из Праги, где на улице
авн, Соборска, 8, в этот раз жил Вернадский, летит очередная
п, весточка на Петроградскую сторону:

про «После долгого перерыва — так мне казалось — полу-
мн, чил Ваше письмо. Очень был ему рад. Так же, как и Вы,
зо, л считаю, что мы должны поставить нашу задачу цели-
да, ком. В сущности мы шли исходя из того, что можно было
ш, наверное сделать в наших условиях. Но дальше мы дви-
ра- жимся сейчас только тогда, когда мы поставим вопрос о
то- жизни как неразрывной части организованного целого
ю, (биосферы)...»

у, Не сохранилось, к сожалению, то письмо Алексан-
ил, дра Павловича, о котором упоминает через месяц, 8 октя-
ос, бря, в очередном своем послании Вернадский:

т, «Очень был рад получить Ваше интересное письмо.
е, О многом поговорим при свидании. Необходимо выдвиг-
п, нуть сейчас вопрос о работе биогеохимической лаборатори-
й- ии в настоящих масштабах. Это надо поставить себе оп-
ре, деленной целью для этого года...»

у, Вопрос о деятельности лаборатории как первого звена,
т, как организационной единицы, необходимой базы для
й, планомерного развития новой науки, обсуждается в пере-
с, писке этого периода на все лады. Надо сказать, что про-
т, блемам организации науки, созданию центров, способных
о, в должном масштабе решать ее назревшие задачи в тес-
ной связи с запросами практики, Вернадский, а впослед-

ства Виноградов всегда уделяют первостепенное внимание.

Не вдаваясь во все подробности творческого пути Вернадского, наверное, уместно здесь в этой связи напомнить, что он был организатором и первым президентом Академии наук Украины. В 1926—1930 годах он возглавлял Комиссию по изучению естественных производительных сил России, сокращенно именуемую КЕПС. Эта Комиссия была образована по инициативе Вернадского еще в 1915 году, однако в условиях царского самодержавия ее работа не получила должного размаха.

В советское время Вернадский привлек в комиссию таких выдающихся ученых, как Карпинский, ставший затем первым выборным президентом Академии наук СССР, а также Андрусова, Крылова, Курнакова. Несколько позднее в эту организацию вошли Ферсман, Обручев, Федоров.

Задача перед учеными встала трудная и не терпящая отлагательства: дать стране в кратчайшие сроки уголь, нефть, рудное сырье. Вот тогда-то были раскрыты кладовые Кольского полуострова с его огромными запасами апатитов и редких элементов, Курской магнитной аномалии с ее ресурсами высококачественной железной руды. В соответствии с требованиями жизни создавались новые научные институты, некоторые под эгидой КЕПСа. Так, именно в Петрограде возник Радиевый институт, директором которого стал Вернадский. В одном здании с этим институтом на верхнем этаже позже, в 1929 году, разместилась Биогеохимическая лаборатория, выросшая впоследствии в Институт геохимии и аналитической химии. Одновременно образовались Гидрологический институт, Институт платины и физико-химического анализа (позже Институт общей и неорганической химии), Почвенный институт. Большинство этих новых институтов имело геологический профиль. Это можно объяснить тем, что из геологии, непрерываемого фундамента наук о Земле, в сущности, вышли и геохимия, и геофизика. Эти более молодые науки подкрепляют друг друга в стремлении распознать, с чего началась планета, какие сокровенные процессы происходят в глубинах ее вещества...

Все это так. Но рядом, рукой подать, стоят горы, пахленные, как слоеный пирог, разными редкостями, и манит океан с его дном, где спрятано ценное сырье. Богатства природы пужны людям. И мы никогда не сможем

разделить на две части — теоретическую и практическую — цель экспедиций великого старца Владимира Обручева в Сибирь для чудотворца камня Александра Ферсмана на Кольский полуостров. Они шли туда, как первопроходцы, влекомые не только жаждой знания, но и желанием поставить на службу людям богатство недр своей родины.

Эта благородная страсть ученых преодолевала даже косность самодержавия. Созданные в конце XIX века Геологический комитет, Горное ведомство вместе с Российской академией наук при участии Географического и Минералогического общества занялись изучением минеральных богатств России, в частности путем организации больших многолетних экспедиций. И все же в XX век русская геология вступила, не имея еще сколько-нибудь обширного материала о геологическом строении территории своей страны. Только 10 процентов ее нашли отражение в геологических картах. Вести поиск и разведку полезных ископаемых без геологической карты — это все равно, что идти в море без компаса.

После Октября в соответствии с ленинским «Наброском плана научно-технических работ» науки о Земле начали быстро развиваться в теснейшей связи с потребностями экономики, обороны. По случаю 250-летия Академии наук СССР Центральный Комитет КПСС отмечал в своем постановлении, что «с момента своего возникновения Академия наук, объединив вокруг себя видных ученых, стала играть большую роль в прогрессе ведущих отраслей знания, в изучении природных богатств страны. С именем многих ученых, работавших в Академии, связаны не только отдельные выдающиеся достижения, но и создание новых направлений в науке».

Ученые, начавшие свой путь в науке еще до революции, с победой Советской власти в полной мере почувствовали, как нужна их работа обществу. Они стали деятельными участниками строительства новой жизни, которым не безразличны и трудности, неизбежно возникавшие на этом пути. Отголоски такой хозяйской озабоченности о всех «мелочах» тогда, когда это касается интересов общего дела, встречаются и в письмах Вернадского Виноградову. Научные соображения в них чередуются заботами об оплате труда сотрудников, о помещении для работы, краткими путевыми наблюдениями.

В одном из писем Владимир Иванович делится своим недовольством работой тогдашнего нашего торгового представительства в Берлине, которое не так быстро, как ему хотелось бы, организует отправку в Советскую Россию различных закупленных им приборов и аппаратуры. Люди всюду сидят повые, только привыкающие к дипломатической службе, осваивающие на первых порах основные ее функции. А тут человек, с упорным взглядом серых глаз, требует отправки каких-то пробирок, не имеющих пока, по всей видимости, никакого отношения к очередным задачам Советской власти.

Однако этот человек настойчив, ибо он знает, что отношение — прямое. Чем глубже удастся проникнуть в механизмы, управляющие природой, установить новые взаимосвязи в лабиринте ее законов, тем легче будет решать очередные задачи Советской власти, тем прочнее будет союз науки и труда...

Дальше в письмах следуют рассуждения, оттеняющие важную, едва ли не основную черту характера ученого. Как только Вернадский (я замечала это и у Виноградова) сталкивался или только опасался столкнуться с формализмом, бездушным отношением к науке, он начинал сердиться.

«Конечно, не надобен «план», — раздраженно пишет он ближайшему ученику, — в конце концов разрушающий дело благодаря тому, что попадает в исполнение и в построение людям, не умеющим по-настоящему работать и обладающим ничтожным знанием, чего они не сознают. Но надо реальный план, в котором основное внимание должно быть направлено на научную работу, а не на бумажные отчеты и тупые анкеты, мешающие работе. Хотя я чувствую, что придется очень много работать с Радзевым съездом, если он будет, — по все же главной работой будет организация биогеохимической лаборатории. Шансы успеха есть».

Баланс живого вещества, который стремился получить Вернадский и Виноградов, имел значение для учета естественных ресурсов. Этот баланс был важен, собственно, для понимания всех природных явлений и, конечно, прогноза геологических запасов. Характерно, что Отдел «живого вещества» был создан в КЕПСе как неотъемлемая ее часть.

Когда живой панцирь нашей планеты оказался «взвешенным» и подслушан ход времени, отсчитываемый био-

логическими часами, необходимо было далее узнать, как взаимодействует биосфера с атмосферой. Требовала, в частности, разрешения загадка: каким путем происходит обмен кислорода атмосферы с кислородом, растворенным в океанической воде, то есть с тем, что остается от всех процессов дыхания морских организмов.

К океану Александр Павлович обращается во все поворотные моменты своей научной биографии. Однажды, говорит он, нам представился случай собрать значительный материал по Индийскому океану во время второго рейса Морской антарктической экспедиции на дизель-электроходе «Обь». Предварительно была построена целая система забора газовых проб из воды. Растворенный газ путем кипячения морской воды без потерь и загрязнения переводился в стеклянные ампулы, которые тут же запаивались.

Во всех исследованных поверхностных пробах получено совпадение изотопного состава кислорода, растворенного в океанической воде, с составом атмосферного кислорода!

Как-то Александр Павлович, по своему обыкновению быстрым жестом перелистывая свежий сборник трудов по фотоэнергетике растений, скажет как бы про себя: «Если я чем-нибудь по-настоящему был в жизни увлечен, так это фотосинтезом».

Для некоторых такое признание ученого, занимающегося главным образом химией Земли, прозвучало бы странно. Но я была почти подготовлена к нему. Знала: есть одна заветная дверь в Институте геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского. Ведет она в лабораторию... фотосинтеза.

— Я жду, — сказал мне Александр Павлович, — когда мне принесут из лаборатории стакан воды и скажут: «Смотрите, вот он — фотосинтез!»

Заметив, что собеседнику нелегко сразу разгадать фокус с фотосинтезом в стакане воды, Александр Павлович указал на небольшую книжницу — стенограмму XXII Тимирязевского чтения от 3 июня 1961 года. «Изотопы кислорода и фотосинтез» — так назвал свое выступление на этом чтении В. И. Вернадский.

За много лет до него Тимирязев прочитал свою знаменитую лекцию «Космическая роль растений». Он, несомненно, имел в виду основную функцию растений «превращения света в тепло», говоря о «солнечном луче, слага-

ющемся в запас в зеленом листе». Он не подозревал, сколько еще других превращений в растениях, хотя кажущихся нам ничтожно малыми, приводят, по существу, к космическим эффектам.

Почти полтора века считали, что выделение свободного кислорода при фотосинтезе происходит в результате разложения углекислоты. В 1940 году Виноградов со своей сотрудницей Р. В. Тейс определил изотопный состав фотосинтетического кислорода и пришел к выводу: кислород выделяется в результате разложения... воды.

— Стабильные изотопы кислорода, — указывает Виноградов, — были открыты около сорока лет назад. Отношения между ними, а также изотопами всех других химических элементов вначале считались постоянными из-за кажущейся их химической однородности. Но по мере совершенствования техники определения изотопов выяснилось, что в природных соединениях — минералах, породах, водах — изотопный состав многих легких химических элементов имеет вполне реальную и определенную дисперсию, иногда достигающую нескольких процентов.

Вследствие кинетических причин в поведении любой пары изотопных молекул, например H_2O^{18} и H_2O^{16} , всякий природный процесс — будет ли это испарение с поверхности океана или окисление органического вещества кислородом воздуха, как правило, вызывает некоторое изменение изотопного состава участвующих в этом процессе химических элементов.

Более легкие изотопные молекулы в силу их большей подвижности — поступательной, колебательной, вращательной — всегда имеют кинетические преимущества перед аналогичными молекулами с тяжелыми понами. Поэтому при равных возможностях легкие изотопные соединения участвуют в реакциях с большими скоростями, чем тяжелые изотопные соединения.

В природных условиях, в биосфере, мы наблюдаем наибольший эффект фракционирования изотопов легких химических элементов — кислорода, серы, азота, водорода, вызываемого прямым участием организмов (в результате их жизнедеятельности) и несравнимого по своим масштабам с эффектом фракционирования изотопов в результате рудо- или порообразующих процессов.

Для иллюстрации все было сведено к простейшему примеру — отношению двух изотопов кислорода: O^{18} и O^{16} в природных соединениях. Пропорции эти были найдены

В результате приложения метода так называемого «флотационного равновесия». Принцип его заключается в том, что если плотность тела (например, маленького кварцевого поплавка) равна плотности жидкости, куда он погружен (например, воды), то поплавок будет находиться в жидкости во взвешенном состоянии безразличного флотационного равновесия. Но если бы мы стали для измерения плотности воды каждый раз доводить поплавок до безразличного равновесия, то потеряли бы очень много времени. Поэтому поступают иначе: изменяют температуру исследуемой воды таким образом, чтобы поплавок в ней оказывался в состоянии флотационного равновесия. Затем с помощью термостата определяют плотность синтетической воды из стандартного водорода и плотность исследуемого образца кислорода. Но кислород атмосферы это не просто в чистом виде продукт фотосинтетического разложения H_2O . Однажды выделившись и только что обретя «крылья», он тут же «утяжеляется», так как все, что дышит на Земле, отнимает для себя наиболее легкий изотоп кислорода: O^{16} .

Итак, объектом исследований на длительный период времени становится вода.

Изучив всевозможные варианты разделения изотопов кислорода, Александр Павлович обнаружил, по его словам, два интересных факта. Первый состоит в том, что изотопный состав фотосинтетического кислорода тождествен изотопному составу кислорода воды. И второй: дыхание, окисление органического вещества, ведет к преимущественному извлечению легкого кислорода, следовательно, к фракционированию изотопов кислорода атмосферы. Таким образом, в создании изотопного состава кислорода планеты участвует не только фотосинтез, но и — косвенно — дыхание организмов.

Вообще в настоящее время фотосинтез рассматривается только как один из процессов использования растением световой энергии. Весьма значительную роль начинает играть и так называемое нефотосинтетическое использование световой энергии. Все больше заявляет о себе новая наука — фотоэнергетика растений, связанная с именем ее основателя профессора А. А. Шахова. Она изучает нетрадиционные процессы преобразования в растении световой энергии, ведущие к улучшению его полезных свойств и созданию более продуктивных форм. Здесь мы снова встречаемся с многообещающим открытием со-

ветских учениях. Фотоэнергетика растений раздвигает рамки фотосинтеза. Она убеждает, что не только хлоропласты участвуют в трансформации энергии солнечного света. Ответная реакция на световой импульс возникает и в других органоеллах клетки: митохондриях, пероксисомах, ядре. В полезную работу тем самым вовлекается вся клетка, весь организм растения.

Многое в этих процессах еще недостаточно ясно и не вполне безусловно. Однако научная и практическая ценность новых представлений столь велика, что поиск на этом пути идет с нарастающей силой.

В своих взаимоотношениях с кислородом атмосферы живая и неживая природа как бы разделили сферы влияния. Неорганическая — неживая — природа «потребляет» преимущественно тяжелые изотопы кислорода, органическая — живая — легкие. Они важны для дыхания, для того чтобы насытить живительным продуктом миллиарды существ, населяющих грандиозный океан жизни — биосферу.

Казалось бы, как это просто! Ведь нельзя же не заметить силу того великого процесса, который один и в состоянии объяснить нам наше собственное человеческое бытие. Но, увы, слишком часто бывает, что для того, чтобы заметить очевидное, мало обычного исследовательского усердия. Нужен тот собственный взгляд на вещи, необходимы многие годы упорного труда, поиска, «фракционирования» и синтеза многих наук.

К 100-летию со дня рождения В. И. Вернадского в 1963 году в Институте геохимии и аналитической химии, носящем его имя, хранящем его традиции, была устроена выставка, наглядно иллюстрирующая новейшие шаги наук о Земле. Чтобы познакомиться с этими достижениями, в Москву приезжали ученые из Пенсильванского и Калифорнийского университетов США, Геологического института Токно, из Франции, ГДР, Канады, Румынии, Индии, ФРГ, Венгрии и других стран.

Приборы, схемы, действующие установки расширявают процесс появления, развития, разрешения новых проблем современной науки, возникших на основе идей В. И. Вернадского. К ним относятся экспериментальное изучение геохимических процессов дифференциации планеты, космохимия, ядерная химия. От этих глубоких теоретических проблем прямая дорога ведет к решению крупных народнохозяйственных задач, к нахождению геохи-

мических критериев поисков сырья, применению микроэлементов в сельском хозяйстве, получению сверхчистых веществ, необходимых новейшей технике.

Широта и оригинальность современной постановки всех этих проблем определялись интересами и трудами руководителя института А. П. Виноградова. Моделирование глобальных процессов, смело введенное в повседневный экспериментальный обиход, стало ведущим методом в геохимии, а впоследствии и в космохимии.

Институт как «Дом Вернадского» был бы неполон, если бы в одном его крыле не оказался воспроизведенным рабочий кабинет ученого с любимым письменным столом, рукописями, библиотекой. К 100-летию музей пополнился некоторыми дополнительными материалами. Среди них — выполненная в бронзе маска ученого, «Избранные сочинения» в шести томах, новая литература о Вернадском.

В кабинете-музее Вернадского среди его книг и привычных вещей часто проводил часы Виноградов.

— Владимир Иванович Вернадский, — говорил он, — это целая эпоха в развитии нашей науки: блестящий минералог, кристаллограф, геолог, геохимик, биогеохимик, радиогeолог, ученый-энциклопедист, глубоко интересовавшийся философией, историей науки и общественной жизнью. Нас, его учеников, все поражало в нем. И страсть к книге, и постоянная забота о науке, беспрестанное научное беспокойство и в то же время размеренное, спокойное руководство, неуклонное движение к намеченной цели. Поражали мелкие детали работы и умение в то же время отыскать в каждой работе зерно истины, оставаясь глубоко чуждым всякой научной нетерпимости. Поражала его вечная, яркая, пшущая молодость. Он видел в науке на много лет вперед. Создавая новые отрасли науки о Земле, он предвидел их огромное значение и связь с практической деятельностью человека...

Многое из того, что не успел сделать Вернадский, осуществили его ученики и последователи.



Анатомия Земли

ВЫДЕЛИВ геохимию как самостоятельную научную дисциплину, Вернадский с первых шагов не мыслил ее развития без тесной связи геохимических исследований с биохимическими. Этот принцип был сразу же закреплен в самом названии биогеохимической лаборатории, от которой ведет начало оригинальное и перспективное направление отечественной науки.

Одним из важных звеньев работы этой лаборатории наряду с исследованием вещества стало определение возраста горных пород. Знание таких величин имело не только существенное значение для прогноза залежей полезных ископаемых. То был трамплин для последующего определения временных границ отдельных геологических формаций и, наконец, возраста Земли в целом.

Вернадский утверждал, что открывшаяся на рубеже XIX и XX столетий возможность использовать радиоактивный распад для абсолютной геохронометрии явилась крупнейшим событием в развитии геологии. «Введение числового геологического измерения времени есть первый решительный шаг — шаг к количественной геологии ближайшего будущего», — писал Вернадский.

Однако потребовалось пройти путь в несколько десятков лет, пока абсолютная геохронометрия стала рабочим методом геологов.

«Интереснейший результат минувшего года (1953-го. — Л. М.) — определение абсолютного возраста нашей планеты». Эти слова были произнесены главным ученым секретарем Академии наук Александром Васильевичем Топчевым. Мы, журналисты, этим не удовлетворились. Констатация факта — и только. Нам этого мало. Нам подавай — кто и как?

Мы у Александра Павловича Виноградова в его квартире на Малой Якиманке. Обычно принято говорить, что в «доме ученого все было заставлено книгами». Но множества книг не помню. Возможно, они были в другой

комнате. В той же, где мы находились, стоял стол, покрытый сероватой клеенкой. Кажется, здесь был еще сервант, несколько стульев. Александр Павлович и его супруга Христина Густавовна (также исследователь) беседовали с корреспондентами непринужденно, весело.

Действительно, в тот год Виноградов и его ближайшие соратники А. И. Тугаринов, В. И. Баранов путем точных и сложных опытов, в которых был применен метод радиоактивного распада, определили, что возраст нашей планеты приближается к пяти миллиардам лет.

Это была действительно большая научная победа. Во-первых, утвердился принципиально новый метод определения геологического возраста отдельных формаций и всей Земли в целом.

Во-вторых, получен результат, который имел решающее значение для наук о Земле. Он произвел переворот в ряде прежних геохимических представлений.

Чем глубже Виноградов касался самого метода подсчета и сути радиоактивного распада, тем менее понятным становился его рассказ, а задавать вопросы было как-то неловко. Хотелось же ясности. И вот в вечернюю пору спешу по крутой лестнице старинного дома, примыкающего к зданию Московского университета на Моховой. Открывает дверь один из могилков Института геохимии и аналитической химии Владимир Ильич Баранов.

Наша беседа с ним походила на затылочный бег с препятствиями. Мы всеми силами старались преодолеть рубеж, незаметно лежащий между языком строгой науки и языком, на котором обычно говорим и пишем. Мне с большим трудом удавалось находить общепонятные слова вместо терминов и специфически научных оборотов. Владимир Ильич был предельно терпелив, не раздражался.

Бились мы два дня. И добился. ТАСС передал газетам одну из первых популярных статей, рассказывающих о новом способе летосчисления. Она называлась «Сколько лет Земле?»

Ответ гласил: 5 миллиардов. Позднее уточнение дало цифру — 4,6 миллиарда лет.

Однако появление статьи не обошлось без эпизода, в котором до некоторой степени проявился характер Александра Павловича Виноградова. Ему было предложено с самого начала быть автором «беседы». До того, как к этому делу был привлечен Владимир Ильич Баранов, все

шло нормально. Никаких возражений не поступало и после, когда заходила речь о том, чье имя украсит интервью. Наконец, когда статья была отпечатана на машинке и под заголовком стояло «Беседа с академиком Виноградовым», текст был послан академику.

— Все в порядке, — сказал по телефону Александр Павлович, — шофер привезет вам интервью.

Вскоре, действительно, к парадному подъезхала большая черная машина, и мне вручили конверт. Еще на улице я с петерпенем его вскрыла, и каково же было мое удивление... Подзаголовок был аккуратно перечеркнут в место слов «академиком Виноградовым» тонким танцующим почерком вписано — «профессором Бараповым».

Подступы к разработке радиологического метода определения геологического возраста намечались давно. Еще в 1902 году известный французский ученый Пьер Кюри высказал мысль, что радиоактивный распад урана и тория, протекающий с постоянной скоростью, может служить для измерения времени существования геологических пород.

Природный уран содержится во многих минералах. Уран-238 примерно за 4,5 миллиарда лет наполовину переходит в свинец. Если из минерала выделить уран и свинец, то по их соотношению можно узнать возраст минерала. Это по необходимости простая, вернее — упрощенная схема радиоактивного метода. На самом деле и процесс распада природного урана сложнее, и при подсчете соотношений продуктов распада надо быть уверенным, что уран в минерале «собственный», а не привнесенный извне, и что свинец — это действительно продукт распада этого урана.

Определение абсолютного возраста геологических пород имеет не только теоретическое, но и очень большое практическое значение для поисков месторождений полезных ископаемых.

В следующем, 1954 году было опубликовано несколько работ Виноградова, посвященных определению абсолютного геологического возраста. Одна из них — «Возраст Земли по изотопному составу свинцов» — вошла в книгу Трудов первой сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций.

Тогда же увидели свет виноградовские труды по геохимии изотопов, а также о растениях и почвах как индикаторах при поисках рудных месторождений. Такой метод

поисков был успешно применен на Урале, на Кавказе и в Туве. Иногда подобным способом удавалось обнаружить руду на глубине до пятидесяти метров. В записках Всесоюзного минералогического общества излагаются взгляды Виноградова на современное состояние геохимии и пути ее развития, появляются его работы «Атомы в воде» и «Атомы в живой клетке». Он пишет предисловие и выступает в качестве редактора избранных сочинений Вернадского. Первый том с примечаниями редактора выходит тоже в 1954 году.

Научные интересы одного и того же периода, отраженные в публикациях, говорят о том, что ученый тесно связывает задачи определения абсолютного геологического возраста с углублением знаний о роли «живого вещества» во всех процессах грандиозного масштаба, свершавшихся на всем протяжении формирования Земли как планеты Солнечной системы. Органическое вещество и неорганическое, возникновение жизни и ее угасание... Какая увлекательная цель — открывать одну за одной истины, сокрытые в этом удивительно сложном механизме круговорота разнообразнейших химических элементов в природе.

Виноградов далеко продвинулся вперед в осуществлении того, о чем мечтал и к чему стремился Владимир Иванович Вернадский, — сблизить геологическую химию с биологической, свести великое разнообразие процессов, совершающихся в окружающем мире, к общим формулам.

И потому в единое русло стекаются результаты экспериментов, ведущихся в институте, которым руководит Виноградов, будь то опыты в области биогеохимии, аналитической химии, метеорологии, редких элементов, фотосинтеза, ядерной химии, осадочных пород, радиохимии, определения абсолютного геологического возраста.

...На узенькой светлой двери, ведущей в дирекцию института, нет ни дощечки, ни номера. Кто знает, тот найдет, а кто не знает... Когдаходишь в кабинет, слева у двери видишь за рабочим столом академика. Вся большая комната остается перед глазами.

— Ну, и чем же могу быть полезен? — с насмешливой приветливостью спрашивает Александр Павлович.

Вместе с тем к любому вопросу, пусть самому для него неожиданным, он относится серьезно. На его лице отражается желание попятить до конца и удовлетворить собеседника и, может быть, извлечь из разговора что-то полезное для себя.

Светлые глаза из-под низко нависших бровей охватывают самую суть многих вещей сразу. Веселые, с прищуром, они предостерегают собеседника от длинных пояснений, словно говоря: вопрос ясен, вас понял... Что же касается помощницы Виноградова Анны Ильиничны Софтинской, проработавшей с ним не один десяток лет, то ей приходилось овладевать искусством объяснения с директором вообще без всяких слов. «Не успеваю, — говорила она, — задать вопрос, как Александр Павлович уже распорядился — и убежал». Да, да, именно убежал. Иначе нельзя назвать стремительный шаг этого невысокого худощавого человека, поспевающего в один и тот же день взглянуть на шкалу приборов в лабораториях своего института, разрешить сомнения молодых экспериментаторов, оказать внимание гостям-коллегам из-за рубежа, никогда не пропускать часы приема в качестве вице-президента Академии наук СССР.

Как-то журналисты попросили А. П. Виноградова выразить в нескольких строчках основную суть и итог научного поиска всей его жизни. Эти слова должны были быть написаны под портретом ученого. Александр Павлович взглянул на фотографию и не задумываясь написал:

— Под влиянием тепла радиоактивных элементов вещество планеты подверглось проплавлению и дегазации, в результате чего образовались оболочки Земли — мантия, земная кора, гидросфера, атмосфера.

Таково оказалось резюме, которому предшествовали полвека исканий, сомнений, экспериментов, пересмотра огромного объема литературы.

Было известно, что распространенность тех или иных элементов в теле звезды зависит от устойчивости их ядер. Наиболее устойчиво ведут себя ядра химических элементов с определенными числами нуклонов. И эти числа прозвали «магическими». Интересно, что правилу магических чисел беспрекословно подчиняются все без исключения небесные тела — от скромного космического «странника» метеорита до властелина нашей системы — Солнца.

Держась за цепочку магических чисел, ученые «вытянули» порядковые номера отдельных элементов по степени их распространенности. Вне конкуренции оказались водород и гелий. За ними потянулись кислород, магний, кремний, железо. Ступенькой ниже — сера, алюминий, кальций, никель, натрий.

До недавнего времени господствовало представление, возникшее еще в XVIII веке, что Земля образовалась непосредственно из горячей солнечной плазмы. Самым ярким пропагандистом «горячей гипотезы» был выдающийся норвежский ученый В. Гольдшмидт.

В последнее время такого рода взгляды претерпели большие изменения.

Первая космогоническая работа О. Ю. Шмидта была опубликована в 1944 году. В сороковых годах появились и другие космогонические гипотезы: немецкого физика К. Вейцзеккера и шведского физика Х. Альвена. Так, Вейцзеккер считал, что универсальным явлением в космосе является турбулентность. Все структурные единицы, существующие во Вселенной, согласно Вейцзеккеру, возникли из турбулентных вихрей соответствующего масштаба. Одним из таких вихрей оказалась солнечная система. В ней развилась серия вихрей меньшего масштаба, в результате которой образовались планеты. У теории Вейцзеккера поначалу было немало сторонников.

Но к началу пятидесятых годов стали вскрываться серьезные недостатки этой концепции. Появилась новая гипотеза видного американского астронома Г. Кейпера об образовании планет из массивных газовых протопланет. Кейпер сохранил идею Вейцзеккера о турбулентном начальном состоянии облака и дополнил ее догадкой о возникновении в облаке гравитационной неустойчивости.

Х. Альвен высказал гипотезу о захвате облака Солнцем с помощью электромагнитных сил. С их же участием, по Альвену, шло образование протопланетного облака и образование в нем планет и спутников.

Итак, турбулентность у Вейцзеккера и электромагнетизм у Альвена.

О. Ю. Шмидт считал, что космогоническая теория должна строиться на основе имеющихся фактических данных не только астрономии, но и всех наук о Земле. Отто Юльевич разделил проблему планетной космогонии на три части: а) происхождение околосолнечного облака (туманности), б) образование в этом облаке планет, в) эволюция планет (главным образом Земли) от их начального состояния до современного.

Первая часть непосредственно стыкуется со звездной космогонией, с решением проблемы происхождения звезд. Третья часть связывает космогонию с данными наук о Земле и должна решаться совместно космогонистами, гео-

физиками, геохимиками, геологами. Вторая часть (образовавшие в облаке планеты) названа Шмидтом центральной задачей планетной космогонии. Это разделение позволило начать разработку теории образования планет в уже возникшем около Солнца облаке, не дожидаясь ответа на вопрос, как образовалось само облако.

В конце концов О. Ю. Шмидт пришел к важному выводу об образовании планет путем объединения твердых тел. Представление, что Земля сформировалась в относительно холодном состоянии (что она никогда не была полностью расплавленной, а поверхность ее была холодной) и затем постепенно разогревалась радиоактивным теплом, перевернуло прежние взгляды об эволюции Земли.

Относительно происхождения околосолнечного облака до сих пор не существует подробно разработанной теории, нет единства взглядов, есть лишь различные гипотезы. Часть из них исходит из совместного образования протопланетного облака и Солнца, часть опирается на представления о захвате облака Солнцем извне. Надо сказать, что предпочтение все больше отдается гипотезам совместного образования...

Александр Павлович выступал на вечернем заседании, но присутствовал в Доме ученых, где проходило собрание, целый день, не уезжая даже на обед. По тому, как быстро он ходил и несколько возбужденно беседовал с окружающими, люди, близко его знающие, понимали, что он взволнован. Сам он слегка сердился на самого себя за это тревожащее чувство юношеского подъема, которое так знакомо творческим людям, когда они говорят себе: «Сегодня мой день, главный поступок всей жизни».

А внешне, повторяю, ничто не предвещало события в науке. На трибуну поднимались докладчики и ораторы, в первых рядах дремали самые старейшие и маститые, в последних креслах — вполголоса беседовали всезнающие доктора наук. В средних рядах, где больше всего располагаются члены-корреспонденты, еще не достигшие критического возраста, внимательно и бесстрастно слушали все без исключения выступления.

Это, конечно, условная классификация, и да простят меня за нее те, кто невинно попал под ее «нож». Но доля истины в ней есть. Так же как справедливо и впечатлительнее другого порядка. Зал становится единым целым, ког-

да он слышит нечто большее, чем дежурный доклад о проделанной работе за определенный срок.

Так было и в тот день. Когда своей быстрой походкой вышел на трибуну Виноградов, зал ожил и незримо объединился в любопытном ожидании, как бы говоря про себя: что нового приготовил нам сегодня Александр Павлович? То, о чем говорил Виноградов, оказалось действительно весьма оригинальным, захватывающим своей глубиной и устремленностью в будущее.

Ровным голосом, словно беседуя с кем-то один на один, Александр Павлович начал так:

— Представления об оболочечном строении Земли можно найти у древних авторов. Во времена Возрождения, когда было признано шарообразное строение нашей планеты, и особенно в XVII и в начале XVIII века, под влиянием кавт-лапласовских идей о происхождении Земли возникло представление о земной коре как затвердевшей оболочке первичной огненно-жидкой Земли. Значительно позже, исходя из совершенно других позиций, Э. Зюсс, а затем В. И. Вернадский, который, как и многие другие ученые, никогда не признавал идею об огненно-жидком состоянии Земли в прошлом, широко ввел в науку представление об оболочках Земли — твердой литосфере, жидкой гидросфере, газообразной атмосфере. Как выяснилось уже позже, и внутренние части Земли (так называемый переходный слой, или мантия), лежащие между земной корой и центральным ядром, также, в свою очередь, теперь делятся на зоны с различными физико-химическими свойствами и, по-видимому, с различным химическим составом.

Но в настоящее время, продолжал думать вслух Виноградов, основной проблемой в науке остается не вопрос об оболочечном строении Земли, что стало самоочевидным, а способ дифференциации вещества Земли на эти оболочки. Мы не можем обойти и вопрос о составе этих оболочек...

Виноградов с легкостью лавирует между рифмами формул, цифр и терминов, очень мало заботясь о форме своей речи. Но помимо его воли она будит воображение. Словно видишь перед собой, как на экране, эти вечно бурлящие глубины планеты, где идет постоянный, подавляющий своей грандиозностью обмен вещества. Земля тщательно скрывала его от взора людей.

Виноградовская гипотеза о процессе образования обо-

почек Земли родилась не вдруг. Отдельные ее фрагменты уже фигурировали ранее в лекциях студентам, в специальных научных трудах. Но в докладе, прочитанном в Академии наук, предположения, догадки уже вылились в определенную, обоснованную теорию.

Так каков же состав Земли, ее оболочек — твердой жидкой и газообразной? Виноградов признался, что ответ на этот вопрос пришлось искать, так сказать, в обход, опираясь на данные космической или, лучше, галактической распространенности химических элементов. Там, где данные отсутствовали, приходилось пользоваться правилом большей распространенности четных, чем нечетных ядер элементов.

Вместе с тем в настоящее время хорошо известно, что разные звезды на разных этапах своей эволюции имеют весьма неодинаковый химический спектр. Так, есть звезды с особенно сильными спектральными линиями бария, или лития, или магния. Поэтому мне представлялось, сказал Виноградов, что галактическая распространенность химических элементов, как она обычно дается, не является достаточной для суждения о составе вещества Земли. Существенно знать, какова распространенность химических элементов в отдельных частях галактики или Солнечной системы.

Хотя все меньше остается сомнений в том, что вещество Солнца, Земли, метеоритов идентично, представляло все же интерес сравнить состав Солнца и метеоритов, используя большое число современных данных, полученных за последние годы, с одной стороны, астрофизиками, а с другой — химиками...

Докладчик сделал легкое движение указкой, в зал погас свет, и на экране появилось изображение сетки, характеризующей распространенность элементов в каменных метеоритах и на Солнце. Клеточки пропущены двумя рядами зубцов разной крутизны. Один ряд относится к метеоритам, другой — к Солнцу. Если всмотреться, то в большинстве случаев зубцы вздымаются дружно, липши сдвоенны, идут вместе вверх и вниз.

— Кривые распространенности большинства химических элементов на Солнце и в каменных метеоритах совершенно идентичны. Поэтому, — глянул в зал Виноградов, как бы прося не то разрешения, не то поддержки, — может быть, следует сразу сделать первичное допущение

о том, что вещество метеоритов и Земли также идентично...

Метеориты — эти планеты в миниатюре, неприкаемые частички, гонимые солнечным ветром, обжигаемые космическими лучами, — одно из научных пристрастий Виноградова.

Оказывается, большинство упавших и падающих на Земле метеоритов — каменные метеориты, именуемые хондритами.

Они поэтому для нас и представляют, говорит Виноградов, наибольший интерес. По многим признакам, считает он, это малоплотные тела (по сравнению с горными породами Земли), возникшие, по-видимому, в поле слабого тяготения. Характерной чертой их строения является наличие так называемых хондр, как бы застывших капелек силикатов. Размер хондр обычно колеблется от одной десятой миллиметра до нескольких миллиметров. Хондры цементируются непрозрачным мелкозернистым материалом — пылью и обломками самих хондр. На схемах это больше и малые пористые шары, чем-то напоминающие черепа на поле брани. Виноградов считает, что они — сгустки Солнца. Да-да, не считайте это за оговорку или погошу за красотой слога. Очень вероятно, гласил упомянутый тезис, что железо и силикатные хондры метеоритов произошли непосредственно из плазменного материала Солнца, имевшего температуру 5—10 тысяч градусов, путем раздельной друг от друга конденсации силикатов и железа. Нечто подобное, вероятно, возникает в земной коре при проведении подземных атомных взрывов.

Капельки железа в силу своих свойств легко сливаются в большие массы. Капельки же силикатов, вероятно, многократно переконденсируются в зависимости от температуры, упругости паров и поверхностных свойств веществ. Это приводит к очистке тугоплавких силикатов от более летучих. Действительно, оливы метеоритов, который плавится при температуре 1800—2000° Цельсия, а кипит «еще выше» — наиболее чист, свободен от примесей.

Раскладывая на составные части метеорит, разглядывая под микроскопом нагромождение хондр, Виноградов понимал, что скоро, очень скоро метод потребуется сначала для Луны, а через какое-то время для Марса, а там (кто знает?) — какие еще держания впереди! Ведь

уже недаром все чаще появляются в планах исследований Сатурн, Юпитер.

В хондритах находят зерна и жилки никельстого железа (так называемого метеоритного железа, содержащего 8 процентов никеля). В нем много общего с железом, обнаруженным значительно позднее в образцах лунного грунта материкового происхождения. Но что особенно важно — это четкое деление состава хондритов на фазы: силикатную, железо-никелевую, сульфидную, хромитную.

А что если испытать хондриты на воздействие больших давлений? Может быть, тогда мы узнаем их предысторию?

На этот вопрос, заданный самому себе, Виноградов отвечает, опираясь на результаты опыта, поставленного в одной из лабораторий Института имени Вернадского. Здесь попробовали подвергнуть хондры давлению в 250 000 кг/см². Такой пресс внес хаотический беспорядок в вещество. Под микроскопом, при увеличении в 100—200 раз, видны обломки некоего сооружения, над созданием которого природа трудилась миллиарды лет назад. Но это не просто обломки данного хондрита. Это уже иное вещество, прародитель нынешнего. Из того первичного состава исчезает стекло, а железо приобретает некоторую пластичность. А если к давлению 250 000 кг/см² добавить высокую температуру, допустим, 500° Цельсия — что тогда? Тогда хондры вообще, превращаясь в сплошную силикатную массу, исчезают, а железо «течет», образуя тонкие прожилки в этой массе силикатов. При увеличении в 200 раз хорошо различимы ручейки железа, светлыми линиями прорезавшие пекую структуру. Такие превращения подвели к выводу: хондры представляют собой капельно-жидкое состояние первичного материала метеоритов. Они возникли до стадии образования планет или метеоритов.

Но каменные метеориты не отличаются «цельностью характера». Это своеобразные гибриды, смешанные частицы разнообразного материала. Виноградов называет такой «характер» агломерационным, и мы еще встретимся с этим термином при ознакомлении с лунным грунтом.

И еще одна закономерность, чрезвычайно далеко идущая. Виноградов буквально сказал так: «В зависимости от того, подо что выплавляется и дегазируется легкоплавкая фаза мантии, совершаются те или другие превращения в земной коре. Если это происходит под экран древних осадочных пород или каких-либо других (что воз-

можно только на континенте), — происходит их глубокое
вмещение, гранитизация. Если это происходит под слой
кеанической воды, то разрушается вещество легкопо-
вжной фракции, происходит частичное растворение ее
продуктов в воде, особенно газов. Наконец, если это про-
сходит под атмосферу (здесь сохранен профессиональный
геохимический язык. — Л. М.), — выплавляемая фаза ве-
щества отдает ей свои летучие газы. В процессе выплав-
ления и дегазации мантии (наиболее летучей ее фрак-
ции) образовались океан и воздушная оболочка — гидро-
сфера и атмосфера».

По мнению Виноградова, эти две оболочки — гидро-
сфера и атмосфера имеют общее происхождение и роди-
лись из одной и той же фракции вещества мантии. Они
непрерывно взаимодействовали между собой в процессе
долгой химической эволюции Земли. Есть немало доказа-
тельств и того, что океан и атмосфера — вторичное явле-
ние на нашей планете.

Как принято считать, некогда, примерно 3 миллиар-
да лет назад, с появлением фотосинтезирующих организ-
мов создается стабильная кислородная атмосфера. В раз-
витии планеты завершена одна спираль и началась
новая. Вслед за словами «эксперименты с плавлением ме-
теоритов дали объяснение малой мощности земной коры
по сравнению с мощностью мантии» Виноградов произно-
сит фразу, с которой, по сути, начинается новая глава
в планетологии. Вот она: «При прочих равных условиях
мощность земной коры зависит от радиуса планеты».

Сформулировано положение, которое, очевидно, мож-
но применить не только к Земле, но и с известными ва-
риациями к другим планетам, а может быть, и к Луне,
и к звездам.

«В течение всей эволюции Земли, — продолжает Вино-
градов, — идет грандиозный радиальный единый процесс
выплавления и дегазации вещества мантии под действием
радиоактивного тепла. Этот процесс ответствен за образо-
вание континентов, горных сооружений, опусканий и
подъема платформ, за образование геосинклиналей и оке-
ана — всех наиболее глубоких геологических превраще-
ний. Благодаря этому вечному механизму выплавления
и дегазации бездонной мантии образуются оболочки
Земли...

Экспериментально было показано, что базальтическая
оболочка Земли в пределах земной коры образуется в ре-

зультате выплавления и дегазации маптин (или веществ
каменных метеоритов) как результат расчленения веще-
ства маптин на базальты и дуниты. Таким образом, ма-
птин — остаточная порода верхней мантии после прохода
са выплавления последней...»

Заключил Виноградов свое памятное выступление 7
июня 1962 года призывом «развивать экспериментальную
геохимию», чтобы «больше получать данных о состоянии
вещества внутри Земли». Виноградов подчеркнул особенно,
что сейчас это приобретает практический геологический
интерес.

Этот июньский доклад 1962 года очертил на несколько
ближайших лет круг научных интересов Виноградова.
Последовала разработка основной темы, ее вариаций
в виде статей, рефератов, отдельных публицистических
выступлений. Они касаются геохронологии докембрия, эф-
фективной плавки как метода изучения некоторых радиаль-
ных процессов, опять же определения абсолютного геологиче-
ского возраста, среднего содержания химических элемен-
тов в главных типах изверженных горных пород земной
коры. Параллельно идет дальнейшая разработка механиз-
мов фотосинтеза в тесном взаимодействии с раскрытием
процессов формирования атмосферы и эволюции
океана. Выходят «Труды V Международного биохимиче-
ского конгресса», в которых опубликовано выступление
Виноградова о механизме дегидрирования воды в процес-
се фотосинтеза. Немного позднее появляется на француз-
ском языке стенограмма его речи на международном сим-
позиуме в Милане, посвященной биогеохимическим про-
цессам и их роли в органической эволюции.

К началу 1963 года относится попытка Виноградова
обобщить в популярной форме современную теорию стро-
ения и развития оболочек Земли. Статья «Химия Земли»
помещенная в книге «Глазами ученого», вызвала много
численные отклики у нас и за рубежом.

Нельзя считать совпадением, что именно на 1962-
1963 годы падает активная разработка научного насле-
дства Вернадского. Это объясняется не тем, что прошло
ровно век с 12 марта 1863 года, когда в Петербурге, в
Миллионной, в семье Вернадских родился сын Владимир.
А скорее тем, что идеал Вернадского не только не стареет
по мере поступательного движения современной науки,
а как раз наоборот — расцветал, наполнялся новым со-
держанием и становился все более и более актуальным.

В свете новых фактов, накопленных геохимией и вообще всем циклом наук о Земле, ярче, выпуклее проступают сквозь призму времени россыпи мыслей, замечаний, предположений, сделанных замечательным провидцем. Это наглядно показали издаваемые под эгидой Виноградова «Труды геохимической конференции», посвященной раздвиганию идей академика В. И. Вернадского.

Он включил одно из интереснейших виноградовских научных откровений — выношенное, выпестованное на протяжении десятилетий и названное как всегда строго и просто: «Газовый режим Земли». А по существу работа этапная, фундаментальная, с новыми подходами.

Когда же началось формирование виноградовской теории об образовании атмосферы — газового режима Земли?

Назвать этот день и час не может и сам Виноградов. Можно с определенностью сказать лишь одно: ее истоки вытекли в середине двадцатых годов, когда началась скрупулезная, утомительная, но такая необходимая для настоящего и будущего работа, как изучение, описание «живого вещества» планеты, взвешивание его на весах времени. «Газовый режим Земли» — это одна из вариаций теории об оболочечном строении планеты, ее углубление, уточнение, переход к анализу отдельных явлений, частных случаев...

В течение всей геологической истории происходил односторонний направленный процесс обогащения верхних слоев Земли более легкоплавким, менее плотным, чем магматическим (например, дуниты), веществом.

В тот день, когда Виноградову предстал в деталях механизм этого процесса, он начал подсознательно искать нечто привычное, аналогичное в нашей повседневной жизни. Необходимо было свести грандиозное, сложное к обычному и простому. Только тогда истина высвобождается из оков всего второстепенного, начинается жизнь собственной жизнью. Дума преследовала Виноградова, от нее невозможно было избавиться ни на учетном совете института, ни по четвергам — на заседании президиума Академии наук СССР, ни в редкие вечера, когда по настоянию друзей и сотрудников он ехал подышать сосновым воздухом на привычную для академических династий Никольскую гору.

...Была среда, и в институте знали, что директор принимает. Да и не только в институте. Среда — день припе-

мов и для гостей. На листке календаря, сообщавшем, что сегодня именно среда, стояла еще одна неизвестно откуда взявшаяся буква «Р». «Что она означает?» — думал Александр Павлович, стараясь вспомнить, в связи с чем он ее начертил.

Может быть, начало формулы? Но он никогда их не пишет на календаре, с самых студенческих лет. И тут вспомнил. Ведь это обычное русское «Р»: сегодня назначено интервью представителю радио. Этот представитель был совершенно неумолим. И как ни отнекивался Виноградов, как ни баррикадировался занятостью, юноша из радиокомитета только улыбался и умоляюще смотрел своими красивыми южными глазами. В конце концов «сын эфира» победил. И в середине той самой среды к золотистой колоннаде подъехала машина с радиоаппаратурой. Попросили разрешения присутствовать на беседе и другие представители печати.

В кабинете сразу стало шумно, все входящие спотыкались о провода, извинялись. Виноградов чувствовал себя несколько натянуто, просматривал еще и еще раз текст, который надо было прочесть в микрофон. Как раз микрофон и мешал сосредоточиться. Но вот радиопроша скомандовал начало, и Виноградов заговорил. Чувство пеловкости куда-то улетучилось. Рассказ шел ровно, акценты сами собой расставлялись, где нужно. Уже половина текста была прочитана, когда оратор инстинктивно почувствовал что-то неладное и поднял глаза на корреспондента. Тот жестам (уже, кажется, не в первый раз) пытался остановить академика. Записывающий аппарат отказал, произошла какая-то поломка, и нужен был акт для уточнения ситуации. Александр Павлович мирно остался сидеть за своим столом в ожидании развязки. В тексте, лежавшем перед ним, доступно излагалась теория выплавления вещества из магии. Какой бы пример привести, подумал в этот момент автор теории, чтобы еще выпуклее, как на стереоскопическом экране, предстал этот решающий в биографии Земли процесс? И тут пришло на ум популярное сравнение: зонная плавка. Она широко используется в промышленности для очистки вещества от примесей. Она не требует полного расплавления исходного продукта. Так думал Виноградов, рассеянно глядя, как корреспондент радио с грустным и виноватым видом сворачивает провода и уносит аппаратуру после несостоявшегося сеанса записи...

Видя, как разочарованы журналисты неудавшимся интервью, Александр Павлович пригласил нас в лабораторию, где проходил опыт, названный впоследствии в одном издании так: «Сотворение мира — эксперимент, требующий 120 часов, несложного технического оборудования и 20 граммов метеоритного порошка».

В лаборатории мы увидели «печь, в которой выплавляются планеты». Этой установке, вполне современной по своему техническому оснащению, дана была страшная команда: повернуть историю вспять. А командовал один из ближайших сотрудников Виноградова Алексей Андреевич Ярошевский.

Итак, с одной стороны, печь, которая, в сущности говоря, совсем не печь, а высокочастотный генератор, а с другой — крохотный цилиндрок вещества метеорита Кунашак. Температура нагрева равнялась 1500°. Если принять во внимание высказанный выше тезис о единстве химического состава Солнца, метеоритов и Земли, то Кунашак вполне сойдет за модель планеты.

Этот метеорит упал на Землю в 1949 году, проблуждав перед этим неизвестно сколько времени в космическом пространстве. Возможно, некогда он отделился от крупного небесного тела в результате катастрофы, взрыва, столкновения — словом, одного из тех событий огромной силы и масштаба, которые свершаются на «перекрестках» космических дорог и о которых можно только догадываться. Единственными прямыми очевидцами таких мировых катаклизмов признаны метеориты. Потому столь большая роль отводится им в познании первичных процессов образования Вселенной. Метеориты в истории накопления человечеством знаний прошли столь же разные фазы, сколь превратна и сама судьба небесных камней.

В давние времена люди воспринимали падение метеоритов на Землю как посланное свыше знамение. Затем с развитием знаний небесные камни заняли известное место в астрономии как единственно подлинны посланцы неких других миров Вселенной. Исследователи определяли один за другим химические элементы, входящие в состав метеоритов. И что же? Результат оказался не только существенным для геохимических знаний. Он стал одним из важнейших оснований космогонии, подтвердив принцип единства Вселенной. Почти все вещества мецдолеевской таблицы вобрали в себя, подобно Земле, метеориты. Долгое время не хватало одного звена для

того, чтобы поставить знак равенства между составом нашей планеты и метеоритов. Не обнаруживалось признаков воды. Но пришло время, и сотрудница Комитета метеоритам Людия Григорьевна Кваша обнаружила в составе одного из метеоритов связанную воду.

В конце пятидесятых годов метеориты оказались в центре внимания сразу двух быстро набирающих силу разделов знания — радиационной химии и космонавтики. Стало возможно моделировать на метеоритах далекие эпохи в истории формирования Земли, а значит, и других планет Солнечной системы.

Попробуем описать схему эксперимента: на установке закреплена система труб: внешняя — кварцевая и внутренняя — графитовая. Последняя представляет собой как бы футляр для молибденовой лодочки с космическим пассажиром на борту — цилиндриком метеорита Квашак. Вдоль кварцевой трубы, наполненной всей этой пачкой, движется высокочастотный индуктор, играющий роль нагревателя. Он равномерно проплавляет вещество метеорита, составные части которого ведут себя по-разному: легкоплавкие поднимаются вверх, а тугоплавкие оседают, кристаллизуются.

Так как расплавленная зона движется вместе с нагревателем, то впереди неизменно протекает процесс плавления, а сзади — кристаллизация. При этом в твердую фазу переходят преимущественно тугоплавкие элементы, а жидкость обогащается легкоплавкими. К финальной стадии эксперимента скапливается все больше легкоплавких веществ. Тело метеорита оказывается разделенным на две части, одна из которых как бы служит подстилающей основой и, возможно, соответствует той роли, которую играет мантия Земли. Легкоплавкие элементы формируют кору, а некоторые из них могут непосредственно переходить в текучее и газообразное состояние, моделируя тем самым образование «вторичных» оболочек Земли — таких, как гидросфера (океаны и моря) и атмосфера.

Внешне все это выглядит просто. Но чем проще сам эксперимент, тем более сложный путь искавший предшествовал ему. Так и в данном случае. Гипотеза, легшая в основу опыта с метеоритом, появилась на вышке огромной пирамиды других предположений и построений, которые на протяжении ряда десятилетий сталкивались, перекрещивались, дополняли друг друга или начисто опровергали.

Выдвигая свою теорию «холодного» происхождения Земли, Шмидт сделал предположение, что на холодное вначале ядро Земли действовали какие-то тепловые процессы, вызывавшие дифференциацию вещества.

Однако что это был за разогрев? Сейчас ученые считают, что выделение тепла шло за счет радиоактивного распада элементов. В результате получались изотопы ряда элементов, вещество Земли дифференцировалось, образовывался «слоеный пирог». Энергия радиоактивного распада, по мнению многих геохимиков, распределялась так, как и предполагал А. П. Виноградов: тугоплавкое вещество мантии Земли осталось снизу, а легкоплавкое (по отношению не легкие) поднялись вверх. Так, возможно, выплавлялась в гигантском горне Вселенной наша планета Земля.

В первые годы жизни Земли, то есть 4,6 миллиарда лет назад, калий, уран и торий в процессе радиоактивного распада генерировали тепла в несколько десятков раз больше, чем сейчас.

Каким путем это стало известно? Опять же с помощью каменных метеоритов (признанных выше первичным веществом Земли), измерением количества в них урана, тория и калия. Снова пришлось встретиться с этим «трио». Оно играло главную роль в опытах по определению абсолютного возраста Земли. С энергией распада урана, тория и калия современная геохимическая школа связывает также образование оболочек Земли — ее коры, ее океана, ее атмосферы.

Только сочетание геофизических и геохимических данных создало, быть может, законченное представление о земной коре. Благодаря многочисленным сейсмическим наблюдениям над скоростью прохождения волн через породы земной коры удалось четко отграничить ее химический состав от состава мантии.

Далее оказалось, что земная кора на континентах отличается от океанической. Виноградов, например, убежден, что существуют сейчас две земные коры. Одна — континентальная, а другая — океаническая. Последняя, в свою очередь, имеет два главных слоя пород — осадки и глубже лежащие однообразные по составу базальты. Средняя мощность коры под океаном приблизительно 6—8 километров. Континентальная кора имеет три слоя пород — осадочные, затем граниты и базальты. Их мощность достигает 40—70 километров.

Из этого следует, что легенда о сплошной гранитной оболочке сама собой отпадает. Граниты занимают довольно скромное место в поверхностном слое Земли, всего одну его треть. И, заметьте, только на континентах.

В эпоху формирования нашей планеты в складчатых областях континентов под воздействием плавящейся массы вздымались глыбы базальтов, росли граниты. На океанах под давлением столба воды граниты не образовывались, а поднимающаяся со дна магма частично растворялась океанической водой.

Продолжим же путешествие в глубь Земли. Открываем «ворота», отделяющие кору от нижележащих слоев, и скоро вступим в царство мантии. Оно огромно. Мощная мантия составляет приблизительно 2900 километров. Эти километры породы находятся под воздействием все увеличивающегося с глубиной давления и все возрастающей температуры.

Для удобства «разрежем» мантию на три части: верхнюю (40—200 км) вслед за Виноградовым и австралийским геофизиком Булленом назовем зоной *B*, затем пойдет средняя мантия (200—1000 км) — зона *C* и нижняя мантия (1000—2900 км) — зона *D*. Ультраосновные породы мантии, так называемые дуниты, редко встречаются в пределах древних структур земной коры. Они выходят на поверхность Земли в зонах глубоких разломов в прогибах, заполняя их собой. Точнее, дуниты не просто выходят из глубин на свет, а вырываются при вулканических извержениях, распадаясь на отдельные снаряды, именуемые «бомбами».

Метеорит Кунашак, подвергшийся оригинальному эксперименту, действительно, с успехом сыграл роль планеты в миниатюре. Поставленный в условия, при которых в древние времена протекал процесс дифференциации вещества, он продемонстрировал наглядную картину образования оболочек Земли. После «зонной плавки» этого каменного метеорита хондры исчезли. Легкоплавкая фаза, оттесненная в один конец, застыла в виде стекловидной базальтической массы. Оставшаяся масса твердой фазы (тугоплавкой) представляла собой оливиновую породу — дуниты. Другими словами, произошло расплавление вещества каменного метеорита на базальтическое вещество и дуниты, то есть вещество земной коры и мантии. Соответственно, в строгом порядке, распределились между ними группы химических элементов. Они как бы

притягивались к той среде, где для них, по определению Виноградова, пмелся «паибольший коэффициент кондентрации».

Летние месяцы 1963 года для Виноградова оказались исключительно плодотворными. Возможно, творческому подьему способствовал успех того июньского доклада в Академии. И хотя в Москве было жарко, а солнце словно обязалось прижигать металлические предметы сквозь обширное окно директорского кабинета, тем летом, что называется, писалось. И потому «уголки времени» заполнялись легко и непринужденно. Особенно хорошо работалось в воскресные дни на даче, когда молодежь уходила на речку или по грибы, на веранду заглядывали сосны, и дятел, развязав долбя ствол, утверждал по-своему присутствии «живого вещества» на Земле.

Рукопись заняла всего четыре странички, была написана от руки в течение трех-четырех часов между обедом и завтраком. Статья поправилась (что является редкостью) самому автору. Подумал немного — и начертал заголовок «Кислород фотосинтеза и фосфаты». И это сразу легло. Не пришлось, как обычно, что-то вычеркивать, писать заново, снова и снова переделывать. В тот же день приехала на дачу Анна Ильинична, взяла статью в перепечатку, чтобы завтра она могла быть передана в «Доклады АН СССР». И эта часть операции прошла гладко. Даже Анна Ильинична, это видно было как всегда по ее глазам, не сердилась за работу, выполненную директором в воскресный день, вместо отдыха. Уж очень, видимо, спял гордостью и удовлетворением сам автор. Пришлось ей погасить немую укоризну, которой академик стеснялся, разделить с ним творческую радость.

Он сразу это почувствовал, повеселел, потребовал еще по стакану крепкого чая с вареньем, говорил с увлечением о художественной литературе и картинах — словом, был в ударе. «К книгам отношусь, как к людям, — говорит он. — Одни мне близки и дороги, другие — безразличны, третьи — могут быть неприятны...»

Все дело в искренности, неопределенно добавляет Александр Павлович. Сам он на мелочах не останавливается, пересудов не слушает. Способен радоваться открыто какой-то ему одному показавшейся удаче. Быстро реагирует на шутку, прост, находит в словесном поединке самое пужное и острое определение...

Особый творческий подъем, который пережил лето 1963 года Вишegradов, был, в некоторой степени, определен одной причиной, о которой он пока особенно не распространялся. Однако океанолог, с которыми он в этот период провел несколько деловых встреч, анализ, что Александра Павловича родились новые идеи о возможностях использования рифтовых зон — гигантских разломов на дне океана — для изучения пород мантии Земли. О методах подобных исследований, об их перспективности Вишegradов подолгу беседовал с молодым, пытливым ученым — специалистом по геологии океанического дна Глебом Удвинцевым.

Давно все согласилось на том, что океан — колыбель жизни. Это не только потому, что с ним связано происхождение жизни на Земле. Мощная водная оболочка, покрывающая почти три четверти поверхности земного шара, по существу представляет собой густонаселенное царство: от микроскопических бактерий до гигантов-китов, самых крупных животных на Земле, от невозмутимых медуз — до дельфинов, прославившихся своей сообразительностью. Здесь геологическая история планеты особенно отчетливо переплетается с ее биологической историей. Многообразие эволюции природы — в ее живой и неорганической формах — разворачивается перед исследователем как кадры величественного фильма.

Население океанов, так же как минералогический багаж планеты, подчиняется власти цифр, подвергается «валовым» исчислениям. Теперь известно, что все живое население океана, вместе с моллюсками, ракообразными и растениями, по грубым подсчетам, равно 20—26 миллиардам тонн. Таким образом, продукция Мирового океана велика, и, может быть, прав американский ученый Дж. Стрикленд, заявивший, что человечество окажется перед необходимостью широкого развития подводного сельского хозяйства.

В воздухе носят бесчисленные проекты человеческих поселений в океане. Так, по мнению французского ученого, профессора Ж. Переса, человек может жить на глубине 100—120 метров и работать по нескольку часов в день на глубине 150 метров. Что ж, говорит академик Вишegradов, человек наших дней, научившийся плавать в открытом космосе, вероятно, сумеет акклиматизироваться и в морской пучине.

В науке, в особенности в биологии, принят термин — «экстремальный». Экстремальные условия существования — это, иными словами, крайне необычная среда, где организм должен приспосабливаться либо к слишком высоким температурам, либо к слишком низким, либо к чрезмерно высоким давлениям, либо к вакууму. Сейчас поведение организма в этих самых экстремальных условиях одна из центральных проблем биологии. Это представляет не только и не столько теоретический интерес. Наблюдение за приспособительными реакциями организма дает новые козыри в руки медицины.

Придошние слои океана — тоже экстремальные условия существования. Чем глубже, тем сильнее испытывают обитатели моря давление воды. Чем глубже, тем все более плоскими и бестелесными делаются они. Огромный пресс океана сплюсчивает их, обесцвечивает, делает похожими на тусклое стекло.

Скорее всего именно такими были первые «жители» Земли, зародившиеся миллионы лет назад в водах океана. Сегодня они предстают перед нами, захваченные врасплох телевизионным глазом.

Мы привыкли думать, что в природе каждое животное или рыбка кого-либо поедает, чтобы затем в свою очередь быть съеденным более крупным хищником. Но есть существа, которых съесть... некому. Это так называемые пглокожные. То есть мы добрались до той последней грани, на которой останавливается естественный круговорот в природе.

Дело не в том, что пглокожные не производят впечатления лакомого блюда. Их безопасность обеспечивается гораздо более веским обстоятельством. В «царство пглокожных» — на глубину, превышающую восемь километров под водой, рыбы не доходят.

До сих пор было известно, что «фабрикой-кухней» для всего океана служат не очень глубокая верхняя часть его. Отсюда «живые провода», в виде всевозможных представителей морской флоры и фауны, разносят пищу по всем этажам подводного царства. Каждый слой, или этаж, отличается особым характером своей фотосинтетической деятельности и специфическим населением. Разнообразие этого населения с увеличением глубины все больше ограничивается.

По мнению советского исследователя морской фауны Льва Александровича Зенкевича, в поверхностных слоях

океана обитает свыше полутора ста тысяч видов различных животных, а на наибольших глубинах всего несколько сот видов, то есть в 500—600 раз меньше. Многие морские жители же встречаются глубже 7—8 тысяч метров. Однако развитие техники исследования позволяет и здесь обнаруживать неизвестных ранее «обитателей» моря.

Не надо тратить много слов, чтобы пояснить, сколько важно уточнить пищевые ресурсы океана и определить пути наилучшего их использования в интересах благосостояния людей. Вместе с тем тонкие биохимические исследования организмов, живущих на больших глубинах, в частности изучение обмена веществ на молекулярном уровне, должны, очевидно, привести к интересным результатам, которые многое прояснят в проблеме происхождения жизни на Земле.

Одну загадку за другой задают ученым рифтовые долины. И не только биологам, но и геологам. Возникают различные гипотезы, более или менее оригинальные. Например, английский исследователь Р. Гирдлер вместе с коллегами проводил исследования в Красном море и Аденском заливе. Он считает, что им всем очень повезло. И можно с этим согласиться. Англичане натолкнулись на обширную область, где отчетливо происходит процесс выдавливания вещества из глубинных зон на поверхность. Процесс этот известен в геологии под именем конвекции. Так вот оказалось, что восходящая конвекция под Аравийским полуостровом не только обуславливает растяжение земной коры и образование рифтовых зон, но и заставляет Аравийский полуостров вращаться против часовой стрелки.

Англичане изучают природу рифтовых зон и американские ученые. Они сосредоточили свое внимание на особенностях Средне-Атлантического хребта, крупнейшего горного образования Земли. Благодаря работам Дж. Дювсона и Ч. Бейтса стало известно, что к северу от Исландии, между 74 и 78 градусами северной широты, Средне-Атлантический хребет разрезан глубокой рифтовой долиной, которая проходит у подводной окраины материка.

Дно океана за последние годы «поставило» науке необычайное множество сведений, помогающих воссоздать всю картину «сотворения мира». Появилось немало фактов, свидетельствующих в пользу впадоградской теории

об одновременности происхождения базальтовой коры Земли и океана.

И, наконец, наступил момент, когда было сделано открытие на стыке двух проблем: мантии Земли и освоения океана. Главным «виновником торжества» стало научно-исследовательское судно «Витязь». Во время экспедиции 1965 года, проводившейся под руководством Глеба Уднинева, на борт было поднято из рифтовой долины Индийского океана... вещество мантии Земли. Как только эта новость стала известна в Москве, там, научным журналистам, захотелось получить разъяснения в Институте имени Вернадского.

Анна Ильинична встречает обычно посетителей доброй, слегка насмешливой улыбкой, которая, казалось, говорит: «Знаю я вас, журналистов, подавай вам Александра Павловича, иначе для вас жизнь не в жизнь». Через несколько минут мы уже сидели в директорском кабинете, в который раз рассматривали большой стол светлого дерева, со множеством книг и бумаг, с двумя-тремя искристыми образцами минералов. Часто звонил телефон.

— Я знаю, к чему вы клоните, — улыбнулся Александр Павлович. — Уже разведали? Ну, тогда слушайте. К верхней зоне мантии, более доступной, чем глубокие зоны, привлечено пристальное внимание исследователей многих стран. Возник так называемый международный «Проект верхней мантии», объединивший силы ученых мира и предусматривающий разные методы извлечения вещества мантии. Задача, конечно, не из легких. При этом главную трудность представляет техническое обеспечение прорыва в глубокие недра, создание системы машин и механизмов, подобных которым еще никогда не было.

Вообще, вопросы наилучшего места глубинного бурения еще дискутируются (океан или суша?). Еще идет сражение всевозможных инженерных проектов и решений, а река научного поиска делает свои шаги, разведывает возможные кратчайшие пути.

Тем временем в океане обнаруживается нечто, существенно влияющее на расстановку сил в дискуссии. Находка наводит на мысль, что океан как бы «наступил» на край драгоценной мантии нашей планеты, пытаясь удержаться в своей власти несметные богатства, таящиеся в ней.

То самое вещество мантии, которое столько лет человек тщетно пытается добыть, мечтая о нем, как о зо-

лотом рунне, оказалось под рукой в рифтовой долине до-ча (сокращенно Мохо), отделяющий земную кору от водного Средне-Индийского кряжа, исследованного уч-мантн.

Все неотступнее становится мысль: на дне океанов больше полезных ископаемых, чем на всех континентах, вместе взятых, не говоря о том, что океаны скрывают огромное количество продуктов питания. Кстати, Соединенные Штаты уже ежегодно извлекают из моря 100 000 тонн брома, а также некоторое количество магния, натрия и калия. В Японии за несколько лет со дна одной бухты удалось поднять 7 миллионов тонн железной руды. У южного побережья Африки из-под воды достают горную породу, содержащую алмазы; на тонну этой породы приходится в среднем 5 каратов алмазов, что в пять раз больше, чем получают на суше...

Значение океана и прилегающих к нему морей в жизни человечества огромно. Сейчас наши ученые имеют целый флот экспедиционных судов: «Витязь», «Академик Курчатов», «Михаил Ломоносов», «Сергей Королев», «Петр Лебедев», «Сергей Вавилов». К ним прибавился недавно такой морской гигант-исследователь, как «Юрий Гагарин». Помимо этого, практически на всех морях, омывающих берега нашего государства, есть морские или биологические станции. Гидрографические, физические данные обрабатываются на электронно-счетных машинах.

— Достаточно ли мы знаем «дом», в котором живем? — спрашивает Виноградов и тут же отвечает: — Далеко нет. Скучны наши сведения о собственной планете. Мы плохо пока разбираемся в сущности многих природных явлений.

Последняя фраза служила вступлением к еще одной животрепещущей теме современности, занявшей место рядом с проблемой происхождения миров и истоков жизни. Эта тема обозначилась в 1971—1972 годах под общей многообъемлющей шапкой «Человек и природа». Мы еще вернемся к этой теме позже. Здесь же скажем только, что, завершая еще одно тысячелетие своей истории, люди как будто решили окончательно уяснить свое место в природе, свою роль в биографии Земли, свою миссию в будущем — словом, оправдать «автографность» по Вернадскому. И начав разбираться в соотношении сил между природой и обществом, остановившись в изумлении. Если до сих пор речь шла главным образом о познании природы, о ее укрощении и использовании в экономических целях, то теперь очень остро обозначилась совсем другая

проблема: какие преграды поставить на пути неумолимого процесса уничтожения и быстрого убывания природных богатств и лесов, замутнения водоемов.

Все цивилизации находились в зависимости от умения людей своего времени находить и использовать природные богатства. Человечество пережило бронзовый век, железный век. Процесс освоения богатств природы шел прерывисто и в наше время достиг максимума. Возникли урановая, титановая, бериллиевая, циркониевая, германиевая и многие другие виды промышленности, во многом определившие ход современного технического прогресса. Сегодня практически все химические элементы люди используют в больших масштабах для промышленных целей.

Больше того, человек нашего века осуществил древнюю мечту алхимиков и начал превращать одни химические элементы в другие. Он извлекает минеральное сырье из литосферы, из океана и атмосферы. Чтобы удовлетворить потребности современного общества, из недр Земли ежегодно извлекается до нескольких десятков тонн вещества на душу населения. Иными словами, человек становится действительно огромной геологической силой...

Космические химики

КАК только обнаружилось сходство химического состава небесных тел, геохимия приобрела космическую «окраску». И хотя до 1957 года еще не могло быть и речи о конкретных экспериментах в околоземном пространстве, а тем более на Луне и ближайших к Земле планетах, геохимия как бы предчувствовала свое будущее предназначение.

Во второй половине XX века образовалось несколько научных дисциплин со знаменательной приставкой «космо». Назову их по алфавиту, не принимая во внимание последовательность их появления на свет. Итак: космобиология, космомедицина, космофизика, космохимия.

Когда же космохимия, образно говоря, покинула «кокп» геохимии? Чтобы прийти к наиболее приемлемому выводу на сей счет, посмотрим нехитрую логическую модель. По одну ее сторону расположим отрасли «космонаук», появившихся после первого запуска аппарата в околоземное пространство, а по другую — те, что предшествовали этому событию. Видимо, биологи и медики, работающие над проблемами медико-биологического обеспечения космического полета, не будут особенно возражать, если я скажу, что их вторая специальность определалась после 4 октября 1957 года.

Еще точнее, космобиологический эксперимент имел место 3 ноября того же года, когда в космос был запущен первый пассажир — Лайка. Это не исключает, конечно, что и до этого рубежа научная мысль работала над возможностью обитания за пределами Земли. Но то были еще единичные разработки и перспективные проекты, чаще фантастические. А мы намерены хотя бы примерно определить порядок вхождения в строй космических ответвлений науки.

Для космофизики мы бы назвали в качестве определяющей все ее дальнейшее развитие дату 16 марта 1962 года, когда была объявлена ТАСС на много лет вперед

программа работ советских спутников сериис «Космос» Обилие полученного с их помощью материала о физических особенностях околоземного пространства, вместе с данными, добытыми летающими научными лабораториями «Протон», способствовали становлению этой дисциплины.

Космохимия как понятие практически возникло много раньше своих собратьев, хотя встречалось оно до последнего времени очень редко. Своим ранним появлением на свет эта наука обязана на первых порах опять же метеоритам. По мере развития космонавтики метеоритика мучает. Она впитывает опыт и методы смежных дисциплин, и роль ее в постижении законов Вселенной возрастает.

Вспомним описанный выше эксперимент с метеоритом Кунашак, моделирование процесса дифференциации твердой, жидкой и газообразной оболочек Земли.

В космохимии метеориты уже выступают в совсем новой роли. Правда, речь тоже пойдет о моделировании. Но уже не планетарных процессов, а космохимических. Метеориты становятся незаменимым экспериментальным материалом для изучения воздействия космических условий, разнообразных и мощных излучений на любое тело, проносящееся в космическом пространстве.

Большинство сходится сейчас на том, что метеориты являются осколками астероидов — малых планет. Переходя из недр астероида в космическое пространство, метеорит начинает с этого времени облучаться первичными космическими лучами. Последние разрушают ядра тяжелых элементов, вроде железа. При этом выделяется легкий изотоп — гелий-3. Заметим, что при обычном радиоактивном распаде выделяется гелий-4. По количеству легких изотопов, выделяющихся при тех же условиях, можно определять, в течение какого времени вещество метеоритов подвергалось космическому облучению, то есть когда произошел распад астероида от столкновения его с другими небесными телами. Тем самым космохимия подошла к определению космического возраста метеоритов.

Так, оказалось, что Сихотэ-Алиньский метеорит образовался около 170 миллионов лет назад. Некоторые «оторвались» гораздо раньше, а другие, наоборот, позднее. Самый молодой из известных в настоящее время метеоритов Рамсдорф образовался при дроблении астероида 2,4 миллиона лет назад.

Кратеры — следы метеоритных бомбардировок — могут сохраняться на земле в течение многих тысяч лет. В условиях Луны, добавим мы, и в течение миллионов лет. На земной поверхности известны десятки кратеров метеоритного происхождения, относящихся к сравнительно недавнему геологическому прошлому. Наиболее изучен среди них кратер в Аризонской пустыне с диаметром свыше километра. Наибольшим кратером на Земле до сих пор считался найденный в Канаде, диаметр его 3,2 километра.

Каждое падение крупного метеорита на Землю (конечно, в том случае, если удастся его обнаружить) большое событие в науке. Да и не только в науке. Оно будит воображение литераторов, художников, вызывает к жизни множество гипотез, тем более интересных, чем более невероятных. В этом отношении особенно прославился Тунгусский метеорит, который произвел большие разрушения и лесной пожар на месте своего падения, но сам исчез бесследно. Это породило, в частности, тревожащее умы предположение, что корабль с иной планеты разбился, не успев погасить скорость при встрече с Землей. Официальная версия, к которой в конце концов примкнуло большинство, гласит, что с Землей столкнулась комета.

История падения Тунгусского метеорита настолько необычна и масштабна, что не становится достоянием одних лишь архивов, несмотря на свою давность. А случилось это 30 июня 1908 года. На Дальнем Севере в бассейне реки Тунгуски местные жители, преимущественно эвенки, вышедшие ранним утром из своих юрт, остановились, привлеченные удивительным зрелищем. По небу проносилась пламенная стрела, словно запущенная из лука где-то на другом конце Вселенной. Затем раздался оглушительный взрыв, его слышали на расстоянии свыше 1000 километров.

Во многих селениях ощущалось сотрясение почвы и построек, подобное слабому землетрясению, раскалывались оконные стекла, с полок падала домашняя утварь, качались всякие предметы. Многие люди, а также домашние животные воздушной волной были свалены с ног. Взрыв метеорита вызвал сейсмическую волну, зарегистрированную в Иркутске, а также в некоторых местах Западной Европы. Воздушная взрывная волна была зафиксирована на барограммах многих сибирских метеорологических станций, а также в Петербурге и на ряде

метеорологических станций в Англии. После падения метеорита в Европе и в Западной Сибири наблюдались чрезвычайно светлые ночи, были видны яркие серебристые облака. Посветление ночей, наблюдавшееся вплоть до августа, объясняется распылением в земной атмосфере огромного количества вещества метеорита во время его движения с космической скоростью (это вещество, в течение длительного времени державшееся в атмосфере, рассеивало солнечный свет).

Впервые я встретила в моих журналистских заметках с подробностями падения Тунгусского метеорита в 1948 году, придя в Комитет по метеоритам Академии наук СССР к Евгению Леонидовичу Крипову. Он сидел за столом с множеством бумаг и образцов небесных камней. Над ним висела картина, сделанная явно любительской рукой. На картине огненная стрела пронзает небеса, кругом струится ослепительный свет.

С именем Крипова неразрывно связаны полвека развития советской метеоритики. Долгие годы он был бесстрашным ученым секретарем Комитета по метеоритам Академии наук СССР, а затем его председателем. Подобно страстному охотнику, он пускался в самые невероятные походы в поисках метеоритов, написал оригинальные труды, отмеченные Государственной премией. Одного он никак не успевал сделать — защитить диссертацию. Так и не дождавшись, когда, наконец, Кринов выкроет время для себя, президиум Академии наук СССР присвоил Евгению Леонидовичу без защиты диссертации степень доктора геолого-минералогических наук.

Так вот, Евгений Леонидович, прибывший на место падения Тунгусского метеорита с известным исследователем Л. А. Куликом почти через 20 лет после происшествия, все еще застал следы катастрофы. Экспедиция в то время была оснащена примитивно, или, лучше сказать, совсем не оснащена. Средства для работ также отпускались весьма скудные.

Пробирался по реке Подкаменной Тунгуске на лодочке, никаких измерительных приборов не имели, разве что один компас. Чем ближе к месту падения, тем отчетливее следы катастрофы. Самое сильное впечатление произвел лес, поваленный симметрично на одну сторону, словно его пригладил рука великана-дровосека. Повал леса был обнаружен вокруг места падения в радиусе до 15—30 километров.

В центральной части заметны следы ожога, на месте падения (взрыва) образовалась заболоченная местность поперечником до 5—10 километров. В 1938—1939 годах произведена аэрофотосъемка центральной части области поваленного леса и установлено, что при взрыве метеорита выделилась энергия, равносильная взрыву 20-мегатонной водородной бомбы. В результате такого взрыва основная масса метеорита должна была превратиться в пар, а сохранившиеся небольшие осколки рассыпаться по тайге.

Следовательно, в атмосфере оказалось рассеяно огромное количество вещества метеорита. Вероятно, это вещество, постепенно оседая, стало органической частью почвы и растительности на разных концах земного шара. Загадка его состава продолжает по сей день волновать ученых. Делаются различные предположения, однако единой точки зрения так и не выявилось. Возлагались надежды на эксперимент, поставленный в середине шестидесятых годов учеными трех стран — СССР, США и Японии. Используя в качестве меченого атома углерод C^{14} , были исследованы кольца двух деревьев на территории США в интервале 1873—1933 годов. Сравнительные данные химического состава древесных колец показали, что после тунгусской катастрофы в них действительно появились необычные включения. Американские участники эксперимента сделали вывод, что последствия падения Тунгусского метеорита связаны с появлением антивещества, японские и советские ученые не разделяли этого вывода. Вопрос по-прежнему продолжает оставаться предметом дальнейшего изучения.

Наличие новейших экспериментальных методов, связанных с ядерной техникой, позволяет ожидать все новых сенсационных открытий в метеоритике.

В Институте геохимии и аналитической химии Впоградов всячески активизирует всестороннее лабораторное изучение космической функции метеорита. Конструируются приборы для всевозможных химических анализов метеоритного вещества. Изучается вся доступная иностранная литература по данному вопросу.

Впоградов слушает доклады сотрудников, следит за ходом того или другого эксперимента, согласно кивает головой (нельзя же расхолаживать людей!) и не чувствует удовлетворения. Ему кажется, что решение проблемы где-то совсем рядом, стоит протянуть руку, но его по-прежнему еще нет.

Как-то спдя за длинным столом заседавший рядом с академиком Николаем Николаевичем Боголюбовым, Виноградов машинально следил, как тот на полях газеты вабрасывал математические знаки, что-то считал. Спусти час поля газеты запестрели целой стаей квадратных корней.

«Ну, конечно,— возможно, подумал про себя Александр Павлович,— директорские обязанности не оставляют Боголюбову времени для собственного математического творчества, вот он и отводит душу всюду, где только видит свободный клочок бумаги. Директорские обязанности...» Виноградов представил себе, как по окончании заседания Боголюбов сядет в автомобиль и по зимней дороге не менее трех часов будет ехать, пока не покажется круглое, похожее на цирк «Шапито» здание синхрофазотрона, пока не выедет на улицу Курчатова в Дубне Курчатова, Дубна, синхрофазотрон... Вот оно! Виноградов тихо обращается к Боголюбову, тот поворачивает голову и смотрит в глаза своим добрым, внимательным и близоруким взглядом.

— Можем ли мы у вас поставить опыт на ускорителе?

— Конечно, конечно. Когда? Завтра?

— Да, завтра.

— Кто приедет, я запишу?

— Лаврухина. Она в Дубне уже «свой человек».

И ранним мартовским утром следующего дня 1965 года Августа Константиновна Лаврухина отправилась на Савеловский вокзал и села в поезд, идущий в Дубну. Поезд этот не простой. Железнодорожники называют его «атомным». Конечно, атомного в нем нет ничего, но в некоторых вагонах сделаны откидные столики, чтобы научные работники могли не терять три часа даром, а с удобством разложить рукопись или книгу и заниматься себе на здоровье.

Августа Константиновна так и сделала. Она решила набросать введение к докладу, который шеф предложил ей представить Международному конгрессу по теоретической и прикладной химии. Доклад должен был ознакомить коллег с самой свежей работой, а именно с определением доатмосферных размеров метеоритов.

Ползут за окном подмосковные пейзажи, по краю дороги весенние лужицы в сероватых браслетах талого сне-

га. Деревья точно отполированы углем. Мерно стучат колеса. На чистый лист бумаги тонкой, чуть вздрагивающей цепочкой ложатся первые строчки.

...Основным источником космического вещества являются метеориты. Вещество метеоритов и их родительских тел — астероидов за время его существования (около 4,6 млрд. лет) изменилось в значительно меньшей степени, чем вещество Земли. Поэтому метеориты представляют собой важнейший источник сведений о ранних стадиях формирования тел Солнечной системы...

Августа Константиновна на минуту задумалась и затем продолжила: кроме того, они (метеориты) являются единственным источником знаний о временных и пространственных вариациях космических лучей, ибо метеоритное вещество накапливает продукты ядерных взаимодействий.

Накапливает продукты ядерных взаимодействий! Вот тебе и небесный камень, прежде служивший предметом всевозможных религиозных легенд и суеверий, скромный неяркий камушек, волею судьбы застрявший где-то в лесном русском болотце.

Оказывается, это сплав бушующих грозных сил, сгусток и продукт ядерных столкновений. А женщина, что безмятежно сидит, откинувшись на скамейке и не спеша набрасывает строчку за строчкой на листе бумаги фрагменты будущей статьи, едет в Дубну за тем, чтобы сплюснуть протонного пучка разъединить эти туго сплетенные в одном веществе метеорита продукты ядерных взаимодействий и посмотреть, что же представлял собой метеорит до своего вторжения в земную атмосферу.

Она так и написала во втором абзаце будущей статьи: «Одним из существенных пробелов в наших сведениях о метеоритах является отсутствие данных о доатмосферных размерах метеоритных тел. Известно только, что значительная часть метеоритного тела, вторгшегося в земную атмосферу, теряется, или «сдувается». Единственный способ, позволяющий определять доатмосферные размеры метеоритов, — изучение глубинного распределения скоростей образования космогенных изотопов, возникающих в ядерных взаимодействиях космических лучей с метеоритным веществом».

Мы уже ознакомлены с метеоритом Кунашак, которому суждено было неплохо «поработать» на теорию образования оболочек Земли. В опытах на Дубненском цикло-

троне мишенью для бомбардировок пучком протонов служил экземпляр тоже в своем роде знаменитого Ярдымлинского железного дождя. В результате были определены доатмосферный радиус и вес метеоритного тела, давшего начало этому дождю.

Статью А. К. Лаврухиной академик А. П. Виноградов представил 1 сентября 1965 года для публикации в «Докладах Академии наук СССР»...

Почти через десять лет после этого обстоятельства свели меня с Августой Константиновной, с ее лабораторией космохимии, которая в последние годы вплотную занимается метеоритикой.

В 1955 году Лаврухина, защитив докторскую диссертацию, возглавила группу сотрудников, которая занималась радиохимическими исследованиями ядерных реакций, возникающих под действием частиц высоких энергий. Тогда метеоритами не занималась в том плане, в каком идет здесь речь, поскольку, как объясняла сама Августа Константиновна, тогда еще не стояла проблема непосредственного изучения поверхности Луны. Когда эта проблема созрела, интерес к метеоритике начал возрастать в геометрической пропорции. Не прошло дня, чтобы не появилось одновременно двух-трех работ ученых разных стран.

Луна, как и метеориты, относится к небесным телам, лишенным атмосферы, и потому беспрепятственно служит мишенью для космических лучей. Значит, решили исследователи, раньше, чем приступить к анализу лунного грунта, полезно исследовать модель — метеорит. Снова метеорит в роли модели, но уже не Земли, а Луны.

Между тем еще Вернадский отметил, что под действием космических лучей происходит изменение изотопного состава вещества. Это надо было проверить на метеоритах, используя метод облучения их образцов на ядерных реакторах.

Интерес представляли каменистые метеориты, включающие важнейшие элементы таблицы Менделеева. И вот тут-то в самом начале 1965 года произошел тот эпизод, о котором мы говорили выше: начинается серия экспериментов в Дубне по изучению ядерных реакций в каменистых метеоритах. От их успеха зависело многое. Е. Поградов прямо намекнул: добьетесь результатов — будешь в лаборатории космохимии, нет — так нет.

Результаты превзошли ожидания. И не только в определении таких величин, как первоначальная масса и р

друс метеорита до его вхождения в земную атмосферу. «Колдовство» космохимиков продвинулось и дальше. Оно касается предложенного метода определения орбит метеоритов, или, что одно и то же, высоты, с которой они падали на Землю.

Первыми данной проблемой стали заниматься ученые в Чехословакии. В 1959 году они вычисляли протяженность полета метеорита Шибрам. И тут исследователи натолкнулись на странное препятствие. Определив, что скорость полета метеорита Шибрам превышает 20 километров в секунду, а протяженность его полета составляет 4 астрономические единицы (астрономической единицей принято считать расстояние от Земли до Солнца), ученые вычисляли его массу. Она оказалась значительно выше фактической. В чем здесь секрет?

Не имея в то время специальной аппаратуры для радиохимических исследований, чешские ученые послали образцы Шибрама коллегам в лаборатории США и СССР.

«Диагноз» совпал и тут и там. Выяснилось, что в образцах данного метеорита содержится гораздо меньше инертных газов, чем в других. Отсюда путем сравнительных вычислений можно было определить, что первоначальная масса Шибрама была намного больше, чем выпавший образец.

Найдена закономерность, оказавшаяся полезной не только радиохимии, но и космонавтике. При прохождении метеорита через атмосферу миллиметровый слой его вещества расплавляется и сдувается, затем наступает очередь плавления следующего слоя. Учетывать этот процесс, естественно, стали не только космохимики, но и создатели космических спутников и кораблей.

«На основе данных о химическом составе метеоритного вещества,— пишет А. К. Лаврухина в своей монографии «Ядерные реакции в космических телах»,— начинается интенсивно развиваться новая наука — космохимия. Один из ее разделов включает исследование закономерностей возникновения и распределения продуктов ядерных превращений в космических телах и выявление их роли в познании процессов образования и эволюции этих тел».

Августа Копстаптиновна считает, что исследования метеоритов позволяют ответить и на некоторые вопросы происхождения жизни на Земле. Она высказывает пред-

положение, что органические соединения в углистых метеоритах могли образоваться в результате облучения космическими лучами смеси воды с углекислотой, метаном и другими газами. Ведь в далеком прошлом, 3—4 миллиарда лет назад, поверхность Земли, еще не защищенная плотной атмосферой, облучалась космическими лучами. На ней протекали интенсивные ядерные и радиационно-химические процессы, в результате которых могло появиться множество разнообразных сложных органических соединений, подобных тем, что обнаружены в углистых метеоритах. Это был субстрат, в котором, возможно, позже возникла жизнь.

Не исключено, что существенную роль в эволюции Земли и даже в судьбах ее древних «обитателей» могла сыграть вспышка какой-либо Сверхновой звезды сравнительно близко от Солнца. Высказывается даже такая интересная, хотя и трудно проверяемая гипотеза, будто при одной из таких вспышек уровень ионизирующей радиации на Земле возрос столь сильно, что привел к быстрому вымиранию наиболее крупных животных того времени — динозавров. Палеонтолог К. Б. Корда полагает, что в промежуток времени, отмеченный значительным снижением интенсивности галактических космических лучей в Солнечной системе, произошли резкие изменения в развитии водорослей при переходе от эпохи докембрия к кембрию. Синезеленые водоросли стали переселяться в более мелкие водные, ярче освещенные участки бассейнов, заметно уменьшаться в количестве, терять свое «господство». Их заменили красные водоросли, физиология которых лучше соответствовала новым космическим условиям.

Накопление космохимией все новых фактов, свидетельствующих о космическом происхождении исходных для эволюции органических веществ, определило новый этап в развитии общепарабиологической теории о происхождении жизни, основоположником которой признан во всем мире советский ученый А. И. Опарин.

В разработке этой проблемы, так же как и в определении приспособительных реакций человека на воздействие необычной среды, биология вышла за рамки «земных» представлений и обратилась к космосу. В связи с этим возникла и новая научная дисциплина — экзобиология, задача которой состоит в обнаружении и изучении внеземных форм жизни... Опираясь на взгляды А. И. Опарина о химическом превращении простых газов, входящих

ших в первичную атмосферу Земли — метана, аммиака, паров воды, во все более сложные органические соединения, экзобиологи уже накопили данные, которые говорят о том, что химическая эволюция, а именно постепенное усложнение соединений углерода, происходила не только на древней Земле. Следы такого процесса, считают они, можно наблюдать и на других объектах Вселенной, например на метеоритах и даже в межзвездном пространстве.

Идя своими путями, представители разных областей естествознания сошлись в признании важнейшего значения космической радиации в формировании первичных углеродистых, органических соединений. В то же время, естественно, повысился интерес к самому механизму превращений углерода, к изучению большого разнообразия форм, в которых проявляет себя этот самый распространенный на Земле элемент. И если биологов он интересует как непременная составная часть тканей всех живых организмов, то геологи имеют дело с углеродом, обязательно входящим в состав нефти, каменного угля, многих минералов. Углерод вездесущ. Он находится в воздухе и растворен в океане.

Углерод как таковой, вне соединений с другими веществами, или «свободный», как именуют его химики, встречается в виде двух простых веществ — алмаза и графита. Поиск их вне Земли — одна из интересных задач космохимии. Как указывает Г. П. Вдовыкин, руководитель работ по данной проблеме, «в космохимии углерода особый интерес представляют алмазы в метеоритах». Ученый не только провозгласил этот тезис, но и стал автором открытия, установив присутствие алмазов в метеорите Норс Хейг.

История открытия такова: в городе Пёрт, административном центре штата Западная Австралия, расположенном на левом берегу реки Суон, в 20 километрах от впадения ее в Индийский океан, есть музей, по-нашему его назвали бы краеведческим. Сюда в 1961 году на исходе лета пришли охотники и выложили перед стареньким хранителем музея свои трофеи — несколько камней разной величины и формы. Три из четырех камней были признаны метеоритами, причем один из этих трех оказался редкой «породы» и назван Норс Хейг.

Однако прежде чем рассказать, что было дальше, вернемся к одной публикации журнала «Геохимия», относящейся к 1966 году (№ 9). Она называлась «Изучение

органических соединений и алмаза метеорита Новый Урей методом инфракрасной спектроскопии». В написании участвовал вместе с А. П. Виноградовым тот же Г. П. Вдовыкин.

Новый Урей, упавший 4 сентября 1886 года на территории Горьковской области, был первым небесным камнем, в котором исследователи нашли алмазы. Затем алмазы установили в железном метеорите Каньон Дьявола. В 1956 году известный американский геохимик Г. Ю. вновь привлек внимание к метеоритным алмазам, предложив, что они могли образоваться в условиях высоких давлений и температур на большой глубине внутри планетного тела, родоначального для метеоритов. В статье 1966 года делается предположение, что алмазы в определенном классе метеоритов — уреплитов — образовались при соударении относительно небольших астероидных тел в космическом пространстве. Словом, когда в спецальном издании стали указывать данные о составе метеорита Норс Хейг, Вдовыкин пришел к Виноградову. Диалога, состоявшегося между ними, никто, естественно, не слышал, но можно себе представить его в таком виде:

— Что вы думаете, Александр Павлович, об австралийском метеорите Норс Хейг?

— Кажется, интересно.

— Хорошо бы заполучить кусочек и проверить алмазы.

— Напишите письмо и, думаю, пришлют...

Через месяц после этого разговора на пригорке в тихой части и без того тихого Пёрта появился почтальон, остановился у небольшого особняка, занятого музеем. Он принес письмо из Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского. Конверт с этим обремененным адресом был вскрыт и из него добыта письменная просьба от директора института Виноградова прислать, если возможно, хоть крошечный образец метеорита для исследования...

Нельзя сказать, чтобы камушек прибыл скоро. Но темп ил иначе один грамм метеорита содержался в посылке, полученной в Москве. Камушек в институте заприходовали, привесли к нему бирку, и он начал ждать своей очереди для приобщения к чудесам космохимии.

День пришел, и метеорит Норс Хейг попал на... операционный стол. Его изрядно попотрошили, подвергли большим давлениям, жгли до полного плавления, охл

ждали и снова непомерно подогревали. А затем поскоблили, помыли и, как и в чем не бывало, снова прицепили бирку. На ней, правда, дописали к его имени собственному еще помещенную в скобки красивую «кличку» — Алмаз. А в статье (1969 года) авторы записали: «По рентгенометрической характеристике алмаз метеорита Норс Хейг сходен с алмазом метеорита Новый Урей и не отличается от земного алмаза». Норс Хейг — это пятая находка алмазов в метеоритах. Значит, такие находки уже не случайность.

Снова и снова мы встречаемся с замечательным по оригинальности и вместе с тем простоте методом моделирования, обращения процесса вспять. Кто знает, что сулит он науке в дальнейшем? Возможно, позже при глубоком его совершенствовании он «раскрутит» в обратном порядке историю развития не только неживой материи, но и органического мира, и тогда мы получим в эксперименте неопровержимо стройную цепь событий, предшествовавших и приведших к образованию первичного живого вещества.

Трудно переоценить, сколь велика будет роль такого эксперимента не только для отгадки извечной тайны — первоосновы возникновения жизни, но и для более направленного поиска каких-либо индикаторов жизни на иных небесных телах. Даже располагая космическими средствами сообщения и межпланетными лабораториями, космохимики продолжают с еще большим, чем прежде, надеждами обращаться к природе и свойствам метеоритов как незаменимого экспериментального материала при построении моделей Вселенной. Положив на ладонь метеорит в роли компаса, мы отправимся в наш трудный путь космохимических поисков и находок на Луну и наиболее знакомые теперь планеты...

Начнем с Луны как с ближайшего к Земле небесного тела. И попытаемся устами А. П. Виноградова показать, как быстро обогатились и неизмеримо разрослись наши познания о свойствах и происхождении Луны за какой-нибудь десяток лет ее непосредственного изучения с помощью аппаратов, посланных с Земли.

Мне приходилось присутствовать на всех пресс-конференциях, на которых А. П. Виноградов говорил о результатах того или иного эксперимента. Так было и 10 февраля 1966 года, когда корреспонденты всех стран «палели» на Дом ученых, привлеченные сенсационным экспе-

приемом советской автоматической станции «Луна-9», впервые совершившей мягкую посадку на поверхность нашего естественного спутника. Первая посадка аппарата, стартовавшего с Земли и совершившего посадку на иное небесное тело! На подготовку к такому достижению ушло немало времени, потребовались разработки и проверка многих и многих технических решений.

Опять же, что принимать за отправной пункт на пути к такой задаче. Можно считать началом (и это будет зерно истины) 4 октября 1957 года — день запуска первого спутника. Если держаться ближе к космохимическому направлению программы исследования космоса, то это будет 2 января 1959 года — дата старта первой советской ракеты в сторону Луны. Еще точнее — непосредственную отработку мягкой посадки лунника ученые Советского Союза потратили в общей сложности весь 1965 год. А в целом, мы не ошибемся, если приплюсуем к этому году всю историю цивилизации и зчтем ее посадку аппарата на Луну в качестве одного из самых ярких свершений человеческого гения.

Сначала надо было научиться метко попадать в Луну, затем получить максимум ее фотографий, сделанных возможно близкого расстояния, в том числе изображений обратной, невидимой с Земли стороны. Космические фотографии сами по себе уже содержали большую сумму информации о рельефе поверхности, что важно было для выбора места посадки.

Но я углубилась в историю, в то время как уже наступило 10 февраля 1966 года и Центральное телевидение с 13 часов ведет свои передачи из Московского Дома ученых, с упомянутой выше пресс-конференции, которая считается по-своему этапной. Не только в истории исследования Луны, но и с интересующей нас точки зрения становления и развития космохимии в целом, селенохимии в частности.

Все, что человечество пыталось узнать и узнало о Луне в 60-х и начале 70-х годов двадцатого столетия, отнесется к космохимии. Например, на пресс-конференции 10 февраля формально о проблемах космохимии «в лоб» говорил Александр Павлович. Но практически к ним свелись и все остальные выступления ученых. Характерно об этом отголоски, как развивал свою мысль академик М. В. Келдыш. Начав с обзора исследований, уже известных советским и американским автоматическим

станциями — «лунниками» и «рейнджерами», Келдыш показал, что они, несмотря на их бесспорное значение для науки, явились прелюдией к главному. «Продолжали оставаться в стадии гипотез такие характеристики Луны, как химический и минералогический состав поверхности, структура лунных недр, сейсмичность Луны»...

Если бы мы искали подобные сведения для Земли, то обратились бы к геологам, геофизикам и геохимикам. Лунной пока занимаются космохимики или селенохимики. Такие специалисты еще полностью не «отпочковались» от своего основного профиля, как это уже произошло в космической медицине и биологии. То есть геохимики занимаются «по совместительству» космохимией. Очевидно, вдалеке то время, когда специальные кафедры вузов займутся подготовкой именно космохимиков. Ибо в них появится особая пажда по мере все более длительно существующих исследовательских баз на орбите вокруг Земли.

Позволим себе привести еще несколько слов Келдыша, произнесенных тоже 10 февраля 1966 года. Когда воспроизводишь их сейчас, то особенно ясно ощущаешь, как много уже преодолено «неизвестного», всегда стоящего в начале пути. «На основании данных наземных наблюдений высказывались различные предположения: о пылевом покрове, пемзовой или шлаковой структурах, образовавшихся за счет слипания малых частиц лунного грунта. Теперь, благодаря изображениям лунного ландшафта, полученным «Лунной-9», мы впервые смогли увидеть в непосредственной близости кусочек поверхности Луны. Мы заметили, что она состоит из достаточно прочных пород типа пемзы или шлака. Она оказалась достаточно прочной, чтобы станция не погрузилась...»

Так произошло открытие Луны человеком. Так обозначились первые экспериментальные шаги космохимии на ее поверхности. И вот что поведал об этом А. П. Виноградов.

Начал он с законов жизни малых планет вообще. Они повируются, оказывается, своим «правилам игры». Из-за того, что Луна сравнительно невелика, она лишена океана и атмосферы или, если пользоваться терминологией учебного, — «водной и газовой оболочек из-за потери воды и газов в поле слабого тяготения». Структура ее поверхности, находясь в поле слабого тяготения, как бы расплывлась. Так, если поперечные кратеры на Земле

простираются максимально на 30 километров в длину, то на Луне — до 300 километров.

Излияние базальтовой лавы на Луне происходит в вакууме. Поэтому и освобождение лавы от газовой фазы, паров воды происходит иначе, чем на Земле. Например, пузыри газов в лаве и газовые полости могли быть здесь более значительных размеров, чем при аналогичном процессе на Земле. Газы, вода в силу тех же обстоятельств отлетали с Луны и переносились в космическое пространство.

На лунной поверхности, по которой скользит указка Виноградова, видны пагромаждения камней, а также ямки-следы «работы» метеоритов.

В конце концов в распоряжении ученых в начале 1960-х годов были всего лишь фотографии Луны. Правда, крупного масштаба, снятые «автоматическим космонавтом» (такое прозвище недаром заслужила «Луна-9») в непосредственной близости к объекту исследования. Но все же пока только фотографии. Чтобы их расшифровать, надо было знать, какие космохимические процессы определили давнюю, а не другую микроструктуру поверхности; такую а не другой лунный грунт — плотный и пористый в одних и тех же местах. Этакая «сборная соляпка», в которой всего повсюду и уже трудно отделить, что составляет основную «отвар», а что примешивалось потом, вбивалось при чем не защищенную поверхность солнечным ветром, замораживалось в грунт при температуре минус 150°С, затем расплавлялось при температуре плюс 100°, приобретая новые свойства.

Виноградов уже в тот период сумел разработать схему состава лунного грунта, правда, еще в самом грубом, приблизительном виде. Через 4—5 лет он только слегка подправит ее, уточнит. В основном же картина не изменится. Это — к вопросу о сходстве менделеевской таблицы элементов и виноградовской таблицы выплавления оболочек. В основе их — познание фундаментального закона естествознания. Как только такой волшебный рычаг (палочка уже устарела!) обретет, человек узнает заранее (благодаря Менделееву), какие химические элементы ему предстоит открыть в ближайшем столетии, благодаря Виноградову — как «выплавляются» планеты.

Пока еще науке неизвестно, происходит ли и ныне процесс образования планет. Академик В. А. Амбарцумян считает, что звезды продолжают рождаться, умирать

возникать вновь. Так или иначе, но мы узнали о характере лунного грунта задолго до того, как он попал для исследования в земные лаборатории, до полетов кораблей «Аполло» и советских автоматических станций «Луна-16» и «Луна-20». Пальма первенства здесь принадлежит теории, научному предвидению.

Чтобы расстаться здесь с той пресс-конференцией 10 февраля 1966 года, с которой мы ведем всю эту цепь рассуждений и умозаключений, отметим, что подобные встречи, сопровождаемые беседами на вольные темы между учеными и журналистами, представляющими разные страны, в значительной мере отражали господствовавшие в данный момент идеи, гипотезы, спорные проблемы, которые, что называется, «витают в воздухе».

Тогда, в 1966 году (и несколько позднее), горячие споры шли на тему: каково происхождение лунной поверхности, какие силы повинны в формировании именно такого рельефа — извержение вулканов или бомбардировка метеоритами. Запомнился мне в связи с этим вопрос, который был задан (не без юмора) одним из корреспондентов на пресс-конференции по «Луне-9».

— В чей огород брошен камушек, видимый на лунной фотографии, — в лагерь ученых-метеоритчиков или вулканологов?

И ответ академика Келдыша:

— Я думаю, что они еще имеют возможность перебрасывать этот камушек друг другу!

И действительно, «камушком» перебрасывались приблизительно до наступления семидесятых годов, когда вдруг стало ясно, что предмета-то спора никакого нет. А есть поверхность, которая формировалась и тем и другим путем. Изливалась лава, еще не успев остыть, подвергалась воздействию извне — жесткому облучению, порывам солнечного ветра, метеоритной бомбардировке. Но все это проявилось потом, а журналисты, естественно, всегда там, где «пахнет жареным», и готовы подкинуть еще одну-две головешки поярче.

И уж раз мы решились совершить экскурсию по пресс-конференциям, то смело перешагнем всего через два месяца того же 1966 года и зайдем в тот же зал московского Дома ученых для встречи, посвященной на этот раз уже следующей «Луне», а именно десятой. Ею открывается совершенно особый разряд аппаратов, тех, которым поручается исследовать Луну с лунной орбиты. Как

подчеркнул тогда М. В. Келдыш, «мягкая посадка и полеты по окололунным орбитам открывают возможность для всестороннего исследования «Луны». А значит, добывим мы, для дальнейших шагов космохимии.

За короткий срок, прошедший между двумя пресс-конференциями, полностью сменилась декорация. В февраль еще все были заняты спорами по поводу вулканической и метеоритного происхождения лунной поверхности, и есть того слоя, который мы в наших условиях имеем земной корой. А в апреле внимание уже переключилось на радиоактивность лунных пород. Эту задачу взяла на себя космохимия. И оружием она воспользовалась отчасти тем, что приготовила ей геохимия: методами определения абсолютного возраста, радиоактивностью, теорией выплавления оболочек планеты.

Виноградов так и сказал в тот день: «Определение радиоактивности пород, слагающих поверхность Луны представляет исключительный интерес со многих сторон. Во-первых, это важно для решения ряда проблем, связанных с происхождением и эволюцией Луны. А решение их невозможно без знания химического состава лунных пород и их радиоактивности». Какова эта радиоактивность? Та ли, с которой мы уже знакомы на примере Земли, а именно определяемая находившемся в горных породах радиоактивных элементов — урана, тория и калия? Ведь они и создают тот «горн», в котором происходит сопровождаемый выделением радиогенного тепла процесс полураспада одних элементов и образования других.

Определению характера радиоактивности лунных пород был в основном посвящен эксперимент на «Луна-10» ставшей первым искусственным спутником Луны. В этой космической лаборатории, а затем и на станции «Луна-12» была установлена аппаратура, созданная при непосредственном участии Виноградова... Акцент на этих строках окажется не лишним. Аппарат на Земле в лаборатории Виноградова воспроизводит «зонную» плавку, подобную той, с чего начиналась Земля. Это — геохимия. А в космический вакуум академик посылает — на борту спутника Луны — другой свой аппарат: для измерения радиоактивности лунных пород. Это уже — космохимия.

В отличие от господствующей в земных недрах радиоактивности, о которой мы уже говорили, наведенная радиоактивность Луны питается, по-видимому, не столько из внутреннего, сколько внешнего источника энергии.

Космические лучи, будучи этим источником, как бы высекают из поверхности радиацию, возбуждают ее, служат «наводчиком» энергии. Эксперимент на «Луна-10» показал, что наибольшая часть радиоактивности Луны возникает именно таким путем. Естественная радиоактивность зарегистрирована лишь в трех районах лунной поверхности, где порода более всего сходна нашим базальтам.

Теперь о другом — о «метеорной обстановке». В окололунном пространстве с 3 по 12 апреля 1966 года аппаратура для регистрации метеорных частиц на прилунной орбите работала в течение нескольких сеансов с общим временем 5 часов 16 минут. За это время было зарегистрировано 53 удара метеоритных частиц. Если вывести отсюда среднее число ударов на квадратный метр в секунду, то оно будет превышать среднее число ударов в межпланетном пространстве примерно в сто раз. Вот как «полюбилась» Луна метеоритам. Возникло даже предположение, нет ли близ Луны ее собственного автономного сгущения метеоритов. Вопрос остался открытым...

В восьмой книжке журнала «Геохимия» за 1966 год появилась статья авторов (А. П. Виноградов, Ю. А. Сурков, Г. М. Чернов, Ф. Ф. Кирнозов, Г. Б. Назаркин) на тему «Измерения гамма-излучения лунной поверхности на космической станции «Луна-10». Поступила она в редакцию 24 июня, то есть через два месяца и 8 дней после упоминавшейся пресс-конференции.

В статье отмечалось: наведенная радиоактивность Луны аналогична той, которую мы находим в выпавших на Землю метеоритах. Это — раз. Затем: исследование этой радиоактивности позволяет сделать ряд выводов об интенсивности и энергетическом составе космических лучей вблизи Луны, об эффектах, вызываемых излучением при вспышках на Солнце.

Обращает на себя внимание и следующая не вполне обычная для научного трактата строка: «Исследования, описываемые в данной работе, являются первой попыткой обнаружить гамма-излучение Луны и определить его спектральный состав. Никаких измерений подобного типа до настоящего времени не проводилось».

Несомненно, это заявка на новую главу в космохимии. Наверное, глава будет называться «Наведенная радиоактивность» и прямо начинаться с приведенной выше цитаты. А потом студенты вузов усвоят из данного раздела учебника по космохимии следующее: отсутствие у Луны

достаточно плотной атмосферы, поглощающей гамма-излучение, позволяет проводить его регистрацию непосредственно с орбиты спутника. За первый месяц работы станции «Луна-10» было получено 6 спектров гамма-излучения в диапазоне энергий от 0,3 до 3,1 МэВ. Кроме того примерно в 15 точках была измерена интегральная интенсивность гамма-излучения в том же диапазоне энергий. Измерения охватили довольно широкие площади поверхности, включающие районы «материков» и «морей», как с видимой, так и с обратной стороны Луны. Авторы вышеупомянутой статьи утверждают и поддерживают свою мысль рисунками и диаграммами, а мысль такая: лунный гамма-спектр существенно отличается от спектра гамма-излучения на поверхности Земли, «форма которого» в основном определяется содержанием естественных радиоактивных элементов в исследуемой породе.

16 апреля А. П. Виноградов в речи в Доме ученых выдвигает тезис о преобладающей на Луне «наведенной» радиоактивности. В статье, которая, как уже было сказано, поступила в редакцию журнала «Геохимия» 24 июня содержатся данные, переводящие гипотезу в разряд научных истин. В ней можно прочесть следующее: если гамма-спектре на поверхности Земли гамма-квантов энергией более 1,5 МэВ примерно 5 процентов (при измерении 32-канальным сцинтилляционным гамма-спектрометром.— Л. М.), то в лунном гамма-спектре 20 процентов. Из этих данных можно сделать вывод, что природная основная часть гамма-излучения, идущего от поверхности Луны, связана не с естественной радиоактивностью урана, тория и калия, а есть следствие непрерывно протекающих процессов взаимодействия космических лучей с лунным веществом и распада космогенных изотопов.

Вот откуда взялся избыток жестких гамма-квантов лунной поверхности. Их принесли с собой космические лучи с их жесткой компонентой. Но, может быть, приведенные соотношения характерны только для отдельных участков лунного мира?

Анализ результатов измерений, продолжали авторы статьи, свидетельствует о том, что интенсивность гамма-излучения над различными участками лунной поверхности, с поправкой на высоту измерения, оказалась практически постоянной. Этот результат также, по-видимому, объясняется тем, что основным источником гамма-лучей является облучение космическими частицами — фактор

практически одинаково действующий на всей поверхности. И вывод: в общей интенсивности гамма-излучения лунных пород около 90 процентов составляет радиоактивность, наведенная космическими лучами, и не более 10 процентов обусловлено распадом калия, тория и урана.

Итак, работы Виноградова 1956—1962 годов развили основы учения о распределении химических элементов в земной коре; середина шестидесятых годов ознаменовалась появлением данных, характеризующих распределение химических элементов на Луне. Эти данные сведены в таблицу, имеющую одну особенность: она позволяет сравнивать результаты, полученные в СССР и США.

Вот эта таблица.

Химический состав лунных пород
(по А. Виноградову)

Химические элементы (онислы)	Базальтовая порода («Луна-16»)	Тонкая фракция («Луна-16»)	Базальтовая порода (Аполлон-12*)	Тонкая фракция (Аполлон-12*)
Кремний	43,8	41,7	40	42
Титан	4,9	3,39	3,7	3,1
Алюминий	13,65	15,33	11,2	14
Железо	19,35	16,64	21,3	17
Магний	7,05	8,78	11,7	12
Кальций	10,4	12,49	10,7	10
Натрий	0,38	0,34	0,45	0,40
Калий	0,15	0,10	0,065	0,18
Марганец	0,20	0,21	0,26	0,25
Хром	0,28	0,28	0,55	0,41
Цирконий	0,04	0,013	0,023	0,09

О чем свидетельствуют эти данные? Да прежде всего о механизме дифференциации вещества Луны, по-видимому, сходного в общих чертах с земным. И еще — о взаимопроникновении экспериментальной и теоретической космохимии.

Занятия метеоритикой на современной основе, с применением новейшей исследовательской техники, подсказывают много истин, приложимых к Луне. Эти истины созревают, выношены, «обкатаны». Они только ждут экспериментального подтверждения, чтобы обрести более отточенную, безусловную форму.

После полета «Луны-10» (1966 год) Виноградов отождествлял химический состав метеоритов и Луны. После первых пилотируемых экспедиций (1969 год) он говорит

определенно — лунные породы занимают промежуточное положение между каменными метеоритами и земными гальками.

И вот, наконец, на лабораторном столе Института химии и аналитической химии имени Вернадского выскочила колонка лунного грунта, доставленного «Луной-16». Сколько ступеней должно было пройти познание, чтобы приблизиться к такому моменту. Ему предшествует вся история геохимического изучения Земли. К исследованию лунного грунта наука пришла во всеоружии знаний, из которых выделилась новая, ставшая необходимой в наш век отрасль — космохимия.

Казалось, что-то действительно потустороннее было в этой «земле», которая образовывала некую плотную пирамиду, когда ее высыпали через воронку высотой в 2 сантиметра около вертикально поставленной стеклянной стенки. Когда стенку убрали, грунт сохранил ее отпечаток, не рассыпаясь и не образуя угол естественного откоса (около 45°). Такие необычные свойства реголита с большой наглядностью объяснили здесь, в земной лаборатории, почему в Море Спокойствия и в Океане Бурь, и в Море Изобилия на Луне навсегда остались следы людей или роботов.

Но это еще не все. Выяснилось, что этот лунный грунт реголит, с одной стороны, обладает способностью, подобной пластилину, сплаться, а с другой — может легко просеиваться сквозь сито. Почему? Пока не вполне ясно. Очевидно, физики, заинтересовавшиеся реголитом, его высокой способностью к электризации, найдут объяснение этому. Кстати, последнее было обнаружено чисто случайно: пластинка стекла, оказавшаяся на лабораторном столе, привлекла к себе частички реголита. Они усеяли ее, как мухи, словно она была смазана вареньем или клеем.

Добытая буром «Луны-16» колонка лунного грунта разделяется на зоны А, Б, В, Г, Д. Виноградов отнес ее к зоне А — поверхностный, наиболее рыхлый слой. Его свойства определяют основные оптические характеристики лунной поверхности и соответствуют высокой пористости поверхностной структуры. По мере углубления в колонку частицы реголита укрупняются — от 70 микрон в поверхностной части до 120 — в глубинной. Средний объемный вес грунта при глубине погружения бура на 35 см определен в 1,2 грамма на кубический сантиметр.

Теперь о цвете. Художникам особенно интересно знать, то на Луне господствуют полутона. Там нет ни совершенно черного цвета, ни совершенно серого или желтого, красного или синего. Есть цвета «темно-серый» и «чернотатый». Загадка цвета состоит не только в этой особенности. В земной обстановке, в ее чужеродной для лунного камня среде, он «хитрит», прячет свою истинную окраску, видоизменяется на глазах.

Виноградов с сотрудниками провел немало часов, передвигая источники света и так и этак, располагая лунный грунт по-разному и расставляя наблюдателей в различные позиции к равнодушно покоящейся на столе стопке лунита. И все же определить истинный цвет лунного грунта никто не решился: в зависимости от расположения источника света и наблюдателя он казался то светлее, то темнее.

Виноградов описал это так: «Характерная особенность лунного грунта проявляется в своеобразном виде подкатрис рассеяния для разных длин волн и углов падающего на него света. Определяющими здесь являются структура поверхности и зеркалящие свойства слагающих его остеклованных зерен». Вот оно что! Зерна реголита включают микродиски микроскопических зеркал. В них отражается свет, они вспыхивают подобно болотным огонькам, создают оптический обман и могут вестить куда «замануть» путника.

Говоря о лунной поверхности, космохимики часто употребляют слово «альbedo». Оно обозначает степень отражения падающего на Луну солнечного света. Она различна для разных участков поверхности и создает цветовые мракши, которые еще не полностью объяснены. Хотя кое-что уже прояснилось при исследовании лунного грунта.

При первом знакомстве цвет лунного камня воспринимался разными людьми по-разному. Одни утверждали, что он «зеленоватый», другие что «буроватый». Дальнейшие наблюдения выявили любопытные причины таких оптических загадок. Оказалось, что разное восприятие цвета зависит в данном случае от угла зрения, от того или иного освещения изучаемого образца и, наконец, от наличия в группе как зеленоватых, так и коричневатых зерен минералов.

Три года (1966—1969) потребовалось на то, чтобы от общих характеристик поверхностного слоя Луны перейти к детальной его классификации. Виноградовская таблица

содержит восемь типов лунной породы. Для сравнения на Земле известны 30 типов почв. Правда, для такого сравнения оснований мало — лунный грунт трудно считать привычным для нас словом «почва», с которым и обычно связываем и другое слово — «плодородие». Плодородия в лунном грунте не замечено. Да и откуда оно там быть, если плодородие земных почв находится в прямой связи с наличием на Земле жизни.

Итак, восемь типов лунной породы:

Базальтовые породы.

Полевшпатные породы (апортозиты).

Зерна отдельных минералов.

Застывшие капли-шарики и сходные образования.

Брекчии.

Спекн.

Стекла, остеклованные и оплакованные частицы.

Частицы металлического железа.

Некоторые из этих восьми типов грунта наиболее ярко отражали черты типично лунного образа жизни. Начиная прямо с четвертой разновидности — «застывшие капли-шарики»... Примечание Виноградова к этому пункту таблицы гласит, что среди них встречаются стеклянные шарикоподобные, грушевидные и гантелевидные, прозрачные и полупрозрачные, мутновато-белые, зеленоватые, желто-буроватые, часто пустотелые. Блеск их заменяется от стеклянного металлическим.

В лаборатории Виноградова был поставлен опыт, аналогичный эксперименту с плавлением метеорита Кунашир. «Каплю-шарик» нагревали методом зонной плавки, а с другой стороны все не плавилась, пока не наступил тот «пик», который совпал с лунным.

Слова «капля» и «шарик» вполне привычны для любого восприятия, «брекчия» и «спекн» доступны лишь на слуху геологов. Брекчия это некий гибридный тип лунной породы, содержащий в различных пропорциях все ее компоненты, легко распадающийся при механических воздействиях на составные части. Спекн представляют собой мелкие, действительно спекшиеся частицы, образующие по определению Виноградова, «агрегаты очень сложной неправильной ветвистой формы». Брекчия и спекн интересны как показатель того, что на лунной поверхности одновременно с процессами добавления и измельчения идет процесс консолидации частиц — та самая агрегация, о которой мы уже говорили. Это то, что мож

сделать словами «лунный образ жизни», полный бурных событий, разыгрывающихся на естественном сценнике или, ничем не защищенном от превратностей космической погоды.

Теперь мы подходим к седьмому и восьмому — последним пунктам таблицы реголита. Пункт седьмой гласит — «стекла, остекловывающие... и т. д. И вот к нему впоградовой комментарий: среди всех типов частиц лунных пород две половины в разной степени оплавлено или оплаковано с одной или нескольких сторон. Преобладают стекла темно-бурых до черных тонов. Встречается как «пузыстое плакообразное оплавление, так и гладкое глазурное остекловывающее». Это типично лунное оплавление может происходить лишь при мгновенном нагреве холодной истицы, что резко отличает такое остекловывающее от, например, вулканических стекол.

Типично лунное оплавление... Наглядно нам представил эту картину луноход, его работа, его показания. Узнав от космохимиков, при какой же температуре плавятся различные лунные частицы, в том числе металлические, конструкторы сделали луноход неуязвимым.

Делая выводы, Александр Павлович обращается к той самой таблице, что мы поместили на этих страницах ранее. Она иллюстрирует немаловажный факт: по общему составу образцы грунта, взятого «Луной-16» в районе Моря Изобилия, близки к образцам пород, доставленным «Аполлоном-12» из Океана Бурь. Значит, уже можно говорить о неких закономерностях, определяющих состав лунных морей вообще: кристаллические породы поверхности лунных морей принадлежат к одному базальтовому типу, близкому к «примитивным» базальтам Земли. Лунные моря — это равнины, затопленные когда-то вулканической лавой.

Так вот он главный вывод и вместе с тем отправной пункт развития космохимии как науки о появлении, эволюции и возможной гибели небесных тел, обладающих атмосферой или лишённых ее. На данном этапе наших знаний о Луне этот вывод звучит так: горные породы типа базальтов образуются как наиболее легкоплавкая часть при зонном плавлении внутреннего вещества планеты. Можно полагать, что общий ход дифференциации вещества Земли и Луны и, вероятно, других планет земного типа шел сходными путями, хотя и достиг разных этапов развития.

Был обычный ход дифференциации вещества, а потом Луна «вспомнила», что она малая планета и повела себя в соответствии со своим рангом. Вещество ее лавовых морей подвергалось, по определению Виноградова, «лучному размельчению». Это не то выветривание, разрушение горных пород, которое мы знаем на Земле. На нашей планете выветривание, разрушение идет под влиянием, главным образом, углекислоты, воды, организов. Ничего этого нет на Луне. На Луне действуют совершенно другие факторы разрушения горных пород — солнечный ветер, корпускулярное космическое излучение, удары метеоритов, значительные колебания температуры на поверхности, космический вакуум. Какие из них главнейшие? Это еще предстоит решить.

Метеориты и микрометеориты, с огромной скоростью врезаются в Луну, разрушают поверхностные породы, серьезно меняют свойства грунта, намагничивают его. Получается неожиданный картина. Луна обладает определенными магнитными свойствами, не имея собственного магнетизма. Напрашивается аналогия с наведенной радиоактивностью.

Итак, приобретенный магнетизм, наведенная радиоактивность, смешанный состав грунта. Не есть ли все это признаки «несамостоятельности» Луны, своеобразия ее положения как спутника планеты в космическом пространстве? Трудно представить, что на этом сверкающем отраженным светом шаре когда-либо было подобие жизни.

И все-таки жизнь пришла на Луну в шестидесятых годах двадцатого века, когда она стала для землян исследовательской площадкой, позволяющей экспериментально проверять, анализировать, обобщать наиболее принципиальные космохимические гипотезы.

Земля и Луна, по-видимому, возникли одновременно. Цифра 4,6 миллиарда лет для определения возраста обоих небесных тел употребляется все чаще. Но Луна как будто удобилась патологически недоразвитому существу, карлику. Открытая всем космическим ветрам и бурям, она не смогла в свое время дойти до того состояния зрелости в котором Земля обрела свое главное и неоспоримое богатство — биосферу. Отсюда ясна справедливость такой виноградской фразы: «Изучение пород Луны особенно важно для понимания процессов на Земле в период ее раннего существования».

По мнению сотрудника Александра Павловича, профессора Юрия Александровича Суркова, важная информация была получена в результате исследования изотопного состава лунного грунта и некоторых других его элементов. Собственно, интерес здесь вызывали изменения изотопного состава. Они явно отражали различные физические процессы, происходившие на Луне в прошлом, химическое разделение вещества, естественный радиоактивный распад и, наконец, постоянную «физиотерапию» с применением космического и солнечного излучения. Динамика изменений изотопного состава такого популярного элемента, как кислород, поведала о температуре, при которой некогда кристаллизовалась лунная порода. Она оказалась равной 1200—1300° Цельсия. По признакам, понятным одним ученым, было заключено, что крупнозернистые лунные породы остывали в условиях очень низкого содержания воды.

С водой вообще на Луне дело обстоит прескверно. Лунные образцы, категорически заявляет в одной из своих заметок Ю. А. Сурков, показали исключительную сухость. Но с ним можно поспорить: ведь мы знаем состав грунта лишь на глубину нескольких десятков сантиметров. А что если глубже обнаружится нечто похожее на H_2O ? Тогда перед космохимией возникнут новые загадки.

...Приближался День космонавтики 1973 года. И в пакете приглашений билетов на различные связанные с ним события мне попался скромный бланк Дома авиации и космонавтики с программой традиционных гагаринских чтений. И в ней значилось: «Академик А. П. Виноградов: «Наши знания о Луне». На самом деле доклад, как выяснилось потом, назывался несколько иначе — «Кратко о Луне».

...Мне хотелось бы сегодня, так начал он свое сообщение, несколько отойти от принятых форм перечисления достигнутых результатов в области изучения Луны и планет и показать обширность сведений, полученных к настоящему времени, а затем изложить последовательно события, связанные с историей Луны.

Я буду излагать, продолжал Виноградов, несколько односторонне историю Луны, поскольку мои научные интересы лежат в области геохимии и космохимии.

Дальше он заговорил о Солнце и метеоритах, об идентичности их состава. Высказал мысль об идентичности

состава вещества планет нашей Солнечной системы, о его «метеоритном характере».

Конечно, это утверждение отнеслось в основном к планетам так называемой земной группы и не могло охватить своеобразия специфических свойств таких планет-гигантов, как, например, Юпитер, Сатурн, Уран. В частности, Юпитер всегда привлекал особо пристальное внимание астрономов, ставя перед ними сложные для окончательных выводов проблемы. Назовем их вкратце, так как они заслуживают того, чтобы включиться в последовательный ход нашего рассказа. Собственно научная дискуссия о природе Юпитера возникла давно и сводится главным образом к вопросу — является ли это небесное тело планетой-гигантом или же звездой-карликом? Интересная дилемма: гигант среди планет или карлик среди звезд. Первое определение традиционно, и мы не будем тратить на него слов. Второе — получило некоторую поддержку после того, как выяснилось, что Юпитер излучает энергии в два с половиной раза больше, чем получает ее от Солнца. А к звездам как раз и относят объекты, излучающие энергию, вырабатываемую в их недрах, словно в термоядерном реакторе. При этом массивные звезды быстро расходуют запасы ядерного горючего. А такие по размеру, как Солнце, расходуют его более бережно. Миллиарды лет Солнце живет на этом типе горючего и продолжает оставаться активно действующим «реактором». Иное состояние характерно для звезд, которые по своей массе значительно меньше Солнца. Температура в их недрах мала для «зажигания» термоядерных реакций. К таким карликовым звездам и причисляют некоторые ученые Юпитер, масса которого меньше Солнца в 950 раз.

Однако Юпитер не «исключен» пока астрономами из класса планет. «Свита» его состоит из 12 спутников. Четыре из них по размерам и массам не меньше Луны, а самый крупный больше планеты Меркурий.

Дискуссию о природе Юпитера никак нельзя считать завершённой и после того, как в середине сентября 1974 года Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства (НАСА) опубликовало в Вашингтоне доклад о результатах полета автоматической космической станции «Пионер-10» в направлении Юпитера. Исследуя полученные данные, специалисты пришли к выводу, что они подкрепляют теорию, согласно которой Юпитер представляет собой обращающийся-

ся вокруг собственной оси сгусток жидкого водорода, не имеющий никакой твердой поверхности. Как указывается в докладе, Юпитер — единственный в Солнечной системе, помимо Солнца, источник излучения частиц высокой энергии.

Хотя данные, полученные в результате полета станции «Пионер-10», не дают окончательного объяснения тайны огромного красного пятна, издавна обнаруженного на Юпитере, они позволяют предположить, что это пятно представляет собой вихрь гигантской бури, которая бушует сотни лет на протяжении 40 000 километров. Этот вихрь вздымается примерно на 8 километров над основным слоем — облаком, окружающим планету.

И все-таки... ученые в своих поисках каких-либо форм жизни вне земли «не сдаются» перед грозной юпитерианской обстановкой. Моделирование ее экспериментально выяснило возможность существования микроорганизмов в атмосфере планеты.

Теперь, после экскурса в загадочный мир Юпитера, вернемся к нашему рассказу.

О чем говорил Випоградов далее? О том, что сначала было Солнце и только Солнце. От огневого его дыхания образовалось горячее плазменное облако в виде диска, с температурой несколько миллионов градусов. Тем не менее при такой невероятной температуре плотность диска была велика, не более плотности земных облаков... А потом плазма, окружающая Солнце, стала охлаждаться, терять свои избыточные газы в пространство и приобретать твердые частицы. С этого момента солнечное облако превращается газопылевым. Процесс потерь газов и возникновения твердых частиц все усиливался, облако теряло свою «ротационную устойчивость», что в конце концов привело к разрыву солнечного диска и образованию «холодных кучностей», роев твердых частиц.

Эти частицы взаимодействовали, смешивались, соударялись, сращивались, подвергались космическому облучению. Среди них происходило образование отдельных фаз вещества, главным образом силикатов, частиц металлического сплава, сульфидов, хромитов. И вот тут-то началось не что иное, как метеориты, планеты, Луна и астероиды. Они рождались в процессе «стягивания — аккреции холодного вещества протопланетного облака».

По мнению Випоградова, процесс образования планет шел в одну стадию непосредственно из холодного веще-

ства. Не менее интригующе прозвучало и следующее за этой фразой утверждение: «Отношения между отдельными химическими элементами в первичном солнечном веществе, на Земле и в метеоритах имеют одно и то же значение...»

О. Ю. Шмидт говорил: холод, а не жара стояла у истоков образования Земли как планеты. Виноградов во всеоружии фактов прилагает эту теорию к другим телам Солнечной системы.

За четырнадцать лет до доклада «Кратко о Луне» Виноградов издает «Химическую эволюцию Земли». Это первая монографическая работа, в которой рассматриваются общие проблемы, связанные с образованием оболочек Земли. А теперь он, опираясь на современные космогонические представления, предлагает применить ту же теорию ко всем планетам, «лунам», астероидам.

Виноградов стремится по горячим следам изложить в последовательном порядке сумму выводов, вытекающих из очередных экспериментов. Он торопится. И не потому, что это входит в его привычки. Отнюдь нет. Но время сейчас такое, что толстые монографии не успевают выйти, как многие данные безнадежно устаревают. Необходимо сейчас, сегодня поставить самую главную точку над «i». А для монографии по космохимии еще время не подошло. А может быть, ее, эту монографию, будут верстать когда-нибудь потом из таких вот фрагментов, как этот самый доклад.

Я уже было поддалась соблазну дальше излагать его в логической последовательности, но остановило меня не впервые встреченное во множественном числе слово: «лұны». При этом Виноградов не считал нужным оговориться, объяснить появление множественности у Луны, считавшейся уникальным космическим телом. Но ведь у других планет тоже бывают искусственные спутники, так почему бы не сделать из имени собственного собирательное название этого разряда небесных тел: луна — лұны? Быть может, настанет время, когда все небесные тела, которые окажутся населенными разумными существами, станут именовать землями?

Луна не может быть землей, так как у нее, кроме всего прочего, нет атмосферы. Не станет ею, наверное, и Венера, так как не располагает водой. А разделение первичного солнечного состава вещества у всех у них происходит, возможно, одинаково, в процессе того же самого зонного плавления под влиянием радиогеяного тепла.

Виноградов представляет соответствующие расчеты: «Первичное вещество планет — метеоритное или солнечное — может выплавить около 15 процентов вещества базальта. Кора Земли составляет около одного процента от мощности мантии Земли. Вместе с тем образование коры совершенно изменило первичную поверхность планеты, ту, что существовала до дифференциации вещества на оболочки». Это основа для одной из тех гипотез, с которых и начинается порой новая страница в науке. Вот она: «На Луне мы видим подобный ландшафт», то есть Луна сегодня представляет собой как бы слепок с Земли давно прошедших эпох. Тогда, миллиарды лет назад, они очень походили друг на друга — Луна и Земля. А потом вода и атмосфера «надели» на древний рельеф Земли плотный чехол осадочных пород.

Мы застаем ландшафт лунной поверхности, говорит Александр Павлович, таким, каким он, по-видимому, возник 3—5 миллиардов лет назад. Тому имеются и некоторые доказательства. В нем (лунном ландшафте), считает Виноградов, сохранились признаки «конца процесса аккреции вещества Луны». Аккреция в переводе на обычный язык означает образование какого-то тела путем слипания холодных твердых частиц. Значит, что-то в лунном ландшафте говорит опытному глазу, что скульптурная неподвижность рельефа отчасти кажущаяся. Процесс аккреции только завершается. Что-то зыбкое чудится в очертаниях морей и возвышенностей Луны, нечто напоминающее едва застывшую вулканическую лаву. Она холодна, но еще вздрагивает слегка от бурлящих в глубине процессов, цузырится, рябит.

Мысли вслух, логическое течение их порой доставляют слушателю наслаждение, подобное звукам музыки. Как вы хорошо знаете, доверительно говорит аудитории Виноградов, Луна имеет асимметричное строение. Видимая ее сторона, несколько выпяченная в сторону Земли, занята на одну треть так называемыми лунными морями. Это области понижения, залитые лавой. Некоторые из этих морей — Дождей, Ясности, Влажности, Нектар, Кризисов — имеют положительную аномалию силы тяжести. Такое возможно, если предположить, что на глубине 100 километров находятся более плотные тела, так называемые маскины. По идее ряда ученых, они имеют внелунное происхождение, упали на Луну в последнюю стадию аккреции.

Кос-что известное ранее о ней стало безусловным. Это, например, огромное количество кратеров разных размеров. Они, собственно, и составляют главную особенность рельефа, местами напоминающего гигантскую детскую игрушку — вложенных друг в друга и постепенно уменьшающихся к центру колец. Происхождение кратеров, как уже говорилось, разное. Одни обязаны своим появлением вулканам, их извержениям. Может быть, это действительно кратеры, в прежнем, привычном значении этого слова, а сами вулканы скрыты на глубине, как это наблюдается в океанах на Земле. Другие кратеры возникли в результате ударов падающих на Луну метеоритов или камней при «взрывном вулканизме». Строго говоря, происхождение каждого крупного кратера еще не выяснено. Можно полагать лишь, что небольшие кратеры правильной круглой формы, нередко окруженные выпавшим «фрагментом пород» (до 1 километра в диаметре), имеют ударное происхождение.

Однако трудно заметить, что не удается устояться какое-то представление, как новые факты буквально «падают с Луны»... Как будто обо всем уже условились, установили паведенную радиактивность, солнечный ветер, удары метеоритов. Но вот в апреле 1973 года, разезжая по своим «владениям» вдоль огромной трещины в районе кратера Лемонье, «Луноход-2» представил доказательства тектонического происхождения этого разлома. Не вулканического, не ударного, а тектонического, то есть идущего от глубоких передвижек подстилающих (материнских) пород. Еще недавно, в январе 1971 года, мы с гордостью говорили о сравнимости пород из трех районов Луны. В апреле 1973 года с поверхности Луны доставлены и изучены породы уже из восьми районов Луны. Добавим, что «Луноход-2» обследовал девятый район близ кратера Лемонье.

Пять из этих «провинций» заняты по преимуществу породами, характерными для морских районов Луны. Несколько станций привезли, главным образом, материал из высокогорных областей: лунных Апеннинских гор, Фра Мауро и др. Исследован и пограничный район между морем и горами. Здесь как раз и оставил павсегда глубокие колеи от своих колес «Луноход-2». И не удивительно, что такие глубокие. Местная толщина реголита — верхнего слоя Луны, которому мы уделили выше немало внимания, достигает 5—6 метров, почти высоты двухэтажного кот-

теджа. Кое-где колеса лунохода не вязли, восстанавливалась упругость сцепления с грунтом. Это происходило тогда, когда вдруг обнажались кристаллические базальты, подобно щиту прикрывающие в таких местах тело Луны.

Оказалось: породы, слагающие лунные моря, — базальты, а породы, слагающие высокогорную часть Луны, содержат (запомним это слово, похожее на название доисторического животного) апортозит, которого нет на территории морей. Образцы этого апортозита были доставлены «Луной-20». А потом... потом Виноградов сделал предположение, которое непременно надо экспериментально проверить, — будто горы или их вершины и почему-то именно на обратной стороне Луны сложены, главным образом, из апортозитов. «Вот отчего, — говорит Александр Павлович, — нужно нам с помощью автоматической космической станции забрать реголит с обратной стороны Луны». Очередная задача, которую космонавты ставят перед космонавтикой. Задача — «забрать грунт с обратной стороны Луны» — формулируется так же просто, как, например, «забрать гальку на восточном побережье Крыма».

В истории с апортозитами заложен свой драматизм. Сначала мы узнаем, что это тоже, как и базальты, породы основного типа. Потом, что апортозиты богаты так называемым полевым шпатом или алюмосиликатами. Дальше выясняется: лунные апортозиты сходны по составу земным. Однако происхождение земных пока было покрыто туманом. Апортозиты встречались на Балтийском, Украинском, Алданском щитах, имели возраст свыше двух миллиардов лет.

Когда была установлена близость лунных и земных апортозитовых пород, Виноградов стал рассматривать происхождение и тех и других в совокупности. Он придает и в этом вопросе первостепенное значение сравнению возраста пород. Для Земли ее возрастная шкала именуется геохронологией, для Луны, видимо, — селенохронологией, для Марса — марсохронологией и т. д.

Ученый спрашивает: «Что старше по геологическому возрасту — высокогорные апортозитовые породы или базальты лунных морей?» Спрашивает, казалось бы, из одной любознательности, но на поверку выходит, что вопрос этот тянет за собой целую цепочку интересных космохимических умозаключений. По соотношению содержания в породах «родительских» радиоактивных элементов, все тех же знакомых нам урана, тория и калия,

определяются временные границы затвердевания пород, следовательно, их геологический возраст. При этом для Луны учитываются «пздержки», вызываемые активным космическим излучением ивне п ударами метеоритов.

Внешние воздействия проникают неглубоко, поэтому по образовавшимся в результате ядерных реакций пуклп-дам можно определить то, что называется продолжительностью «экспозиции вещества», то есть периода нахождения его на поверхности Луны. Что же оказалось в итоге? А то, что лунному реголиту столько же лет, сколько Земле.

В описовке картины образования Луны не последняя роль принадлежит ее тепловому балансу. Доказательства? Они начинаются издалека, а именно с превращений, передвижек, эволюции одного элемента, которому досталась весьма заметная роль в судьбах планет. Это — уран. Расчеты показали, что главного элемента, продуцирующего радиогенное тепло, — урана-235 в базальтовой коре Луны в 17—20 раз больше, чем в веществе метеоритов, а значит, и в мантии Луны. В процессе выплавления и дегазации мантии значительная часть содержащегося в ней урана переходит в легкоплавкую фазу и достигает поверхности. Таким образом, главная масса урана оказывается поднята к лунной коре. Напрашивается очень интересный вывод: в отличие от Земли на Луне протекает не столько разогревание недра, сколько потеря тепла вовне. При этом кора Луны остается «тощей» — не более 20—25 километров.

Еще много загадок осталось в понимании внутреннего строения Луны. Одно только как будто перестает быть спорным. Это впечатление о продолжающейся в ее недрах активной вулканической деятельности. Без сомнения, «не успокоились» и вечные странники-метеориты, по-своему творящие Луну. Они бытуют ее безжалостно со всего своего молниеподобного разбега, погибают сами, а на смелую им мчатся новые, и кажется, что они все время только то и делают, что пскалп Луну в мировых прострапствах.

В мае 1972 года вызвало сенсацию падение крупного метеорита на Луну, зафиксированное сейсмическими приборами, оставленными здесь одной из экспедиций «Аполлон». Расчеты, связанные с этим, надежно подтвердили предполагавшуюся мощность лунной коры — 25 километров. Александр Павлович был весьма заинтересован событием. Его растущая и вполне обоснованная «страсть» к метеоритам здесь нашла себе значительную поддержку.

Еще несколько слов о происхождении Луны. Существуют разные мнения. Наиболее старые гипотезы: об отделении Луны от Земли или приращивании Луны к Земле откуда-то, например, из астероидного пояса. Такое запрещается законами небесной механики. Отделение от Земли или приращивание к ней связано с торможением, а отсюда необходимость выхода Луны на эллиптическую орбиту. Между тем Луна движется по круговой орбите. В ряде гипотез, конечно, делаются попытки обойти эти законы. Одновременное образование Луны с Землей вблизи Земли паталкивается, в свою очередь, на различные плотности этих тел, на очень разные размеры Земли и Луны.

Виноградов высказывает и такое предположение: Земля и Луна в далеком прошлом имели много спутников-спутников, которые в системе Земля — Луна успели большей частью упасть на Землю либо на Луну. Эти естественные спутники погибли. И только почему-то Луна избежала этой участи. Почему? Это особенно интересно выяснить, так как по составу, по способу дифференциации вещества Земля и Луна, по всей видимости, схожи...

6 марта 1974 года на годовичном собрании Академии наук СССР Виноградов, получая в награду за свои труды Золотую медаль Ломоносова, произносит речь «О космохимических проблемах». В год 250-летия Академии и своего собственного наступающего 80-летия (в 1975 году) ученый как бы резюмировал десятилетний итог космохимического поиска:

— Глубоко проникающее галактическое и солнечное излучение различного состава и интенсивности вызывает в веществе космических тел ядерные превращения. Это открывает удивительную возможность проникнуть в историю образования такого вещества. В лунных породах, метеоритах записана их история, и потому их можно назвать «машинной временем». Космические факторы оказывают огромное влияние не только на состав коры и газовых оболочек планет. Оно идет гораздо глубже. Благодаря экстремальным условиям в космосе происходят превращения вещества, не наблюдаемые на Земле: образование звездной плазмы, конденсация легких газов в атмосфере больших планет при очень низких температурах, появление реголита на Луне в результате тепловых взрывов от ударов метеоритов и, наконец, синтез необычных и сложных органических соединений.

Одно это сжатое перечисление градиентных процессов создавая, которыми наполнено космическое пространство, показывает, в какую необозримую природную лабораторию простираются интересы космохимии.

Мартовский доклад 1974 года подытожил путь, пройденный этой наукой почти за десять лет, прошедших после опытов на синхротронотроне в Дубне, о которых было рассказано выше. Если тогда исследователи имели в своем распоряжении в качестве экспериментального материала только метеориты, то за это время к ним прибавились фрагменты лунных пород. Облучению на ускорителе уже подверглась лунная «почва» — реголит, а значит, появилась очень важная возможность сравнить результаты экспериментов с двумя разными видами твердого космического вещества — того, из которого «сотканы» метеориты, и другого, представляющего тело Луны. Десятки экспериментов дали удивительную картину. Не было обнаружено ни одного даже самого маленького фрагмента лунных пород или метеоритов, которые не содержали бы в разных концентрациях те или другие продукты воздействия космического облучения, именуемые радионуклидами.

Для «машин времени», естественно, наибольшую ценность представляют такие продукты облучения, которые сохраняются дольше других в космическом веществе. Таким «долгожителями» признаны первичные нейтральные газы. Захваченные в момент образования вещества, они как бы застыли в нем. По составу и происхождению они разные. Выделены, например, газы солнечного ветра — гелий, аргон и др., проникшие в вещество Луны или метеоритов. Иной характер имеют космогенные газы — производные галактического излучения. Стали известны также газы радиогенного происхождения, которые появились в результате радиоактивного распада в глубине космического тела. Высокая степень изученности нейтральных газов, отражающих особенности химической эволюции вещества под воздействием химических факторов, означает глубокий прорыв космохимии в историю мироздания. Но далеко еще не все, конечно, объяснено. Например, интересно будет узнать, почему в реголите Луны доминируют захваченные ею газы солнечного происхождения, а железные метеориты содержат, главным образом, космогенные изотопы. Придет время, станет известно и это.

Сами космохимики называют иногда область своих изысканий «космической археологией». Сравнение допол-

пается припятым при термином «пскопаемые треки». Так названы навеки запечатленные в теле метеоритов и Луны следы пронизавших их частиц галактического излучения. Теперь получены микрофотографии этих фантастических следов. Они похожи на перекрещивающиеся железнодо-рожные пути. И «проложены» такие пути, по заключению космохимиков, преимущественно ядрами элементов, относящихся к группе железа. Как раз по их числу и размерам, угловому распределению удается определить интенсивность облучения, его состав, время. «Картиная галерея», запечатлевшая треки, пополняется.

«Благодаря этой обширной информации,— говорит Виноградов,— было решено немало космохимических задач. Выяснилось космическое происхождение нейтральных «тяжелых» газов на Земле, в ее атмосфере. Наблюдения за скоростью распада радионуклидов и их накопления дают возможность установить временные и пространственные вариации галактических космических лучей в нашей Солнечной системе. Стало известно, например, что характер излучения за последние несколько миллиардов лет оставался стабильным, не подвергался каким-либо существенным перепадам. По трекам можно определить даже, сколько времени пребывал тот или иной слой вещества на поверхности лунных гор или метеоритов».

Какие же проблемы решает сейчас космохимия, получившая ключ к истории космического вещества? Всякая история должна прежде всего иметь временные границы, и начинают ее изучение с древности. Так и здесь. На первое место среди космохимических проблем Виноградов поставил необходимость уточнения знаний о скорости образования планет в протопланетном облаке. По его словам, совсем недавно царило представление, что это был стремительный процесс. Изучение ядерных реакций в метеоритах опровергло это мнение. В данном случае соотношение определенных изотопов пода и его «дочернего» продукта — ксенона показало, что время аккреции вещества в протопланетном облаке отнюдь нельзя назвать коротким. Напротив, оно определяется в десятки и даже сотни миллионов лет. За столь длительное время огромные массы газов (если они не входили в соединения с твердым космическим веществом) улечались в открытый космос. А потом, когда температура протопланетного облака приблизилась к точке конденсации наиболее тугоплавких веществ (вольфрама, молибдена, титана), и достигла

5—10 тысяч градусов Цельсия, наступила последняя стадия аккреции. Естественно, что как раз эта заключительная, решающая стадия — великий момент рождения планеты больше всего интересует космохимию. Но... «пока знание этого процесса базируется лишь на классических теориях. А требуется поставить его на базу точного эксперимента».

Почти эпически прозвучал в докладе раздел, который можно было бы озаглавить так: «Почему ядро Земли — железное и как оно возникло». Тема хоть и любопытная, но на первый взгляд вполне невинная. Однако мы увидим позже, что «неосторожное» с ней обращение грозит... гибелью миров. Вот что об этом мы услышали.

Поскольку по современным представлениям Земля некогда не была целиком расплавленной и образовалась из первичного облака в результате слипания и нарастания холодных твердых частиц, то появление этого феномена — железного ядра объяснялось последующим расплавлением железа и «стеканием» его к центру. Но принять такое объяснение трудно: оказывается, в этом случае выделилось бы столь огромное количество энергии, что стал бы неясным принцип ее отвода, а ведь этой энергии достаточно, чтобы превратить всю Землю в расплав. Принимая во внимание, что наличие железного ядра подозревают и у других больших планет, придется допустить возможность превращения и их в расплав, или, другими словами, — гибели миров. Неприемлемый вариант, считают космохимики.

Загадку железного ядра, думают они, можно разрешить опять же изучая метеориты. Подступы к разрешению этой космохимической проблемы излагались академиком следующим образом.

Любой железный метеорит состоит из двух компонентов: камаситового железа с малым содержанием никеля (6—8 процентов) и тентитового, в котором никеля содержится уже 40 процентов. Если отшлифовать и протравить кусок метеорита, то в нем появится то, что на языке специалистов именуется «фигурами травления». Однако в этом случае эти «фигуры» совершенно особые, и все попытки металлургов создать подобные эффекты к результатам не приводили. А это означает, что железные фазы метеорита возникали каким-то необычным образом.

Ученые пытались объяснить дело так: камасит и тентит получались в результате распространения никеля в одну

сторону, а железа — в другую, поэтому и возникли, по-видимому, две фазы. Но как только стали подсчитывать время, которое потребовалось бы для такого процесса, то оказалось, что он возможен при условии, что остывание вещества происходило чудовищно долго и медленно: со скоростью один градус в 100—200 миллионов лет! Это если принять за исходную температуру 800 градусов Цельсия.

Стали искать выход из этого противоречия. Построили следующую гипотезу: железо в метеоритах свидетельствует о том, что сами метеориты — остатки погибших планет, расколовшихся когда-то на куски. Но и тут исследователей постигло разочарование. Ведь в каменных метеоритах также встречаются фазы, состоящие, как и в железных метеоритах, из камасита и тентита. Но если утверждать, что каменные метеориты — остатки сплкатных оболочек небесных тел, при разрушении которых высвободились железные метеориты, то где же в таком случае должен был находиться тот гигантский «холодильник», в котором сами эти сплкатные оболочки образовали бы загадочные фазы?

Виноградов не назвал бы свой доклад «Космохимические проблемы», если бы все шло гладко на пути развития новой науки. Но этот путь ничем не отличается от обычного процесса познания неизведанного. «Нужны новые и новые эксперименты, — говорит он, — чтобы лучше представить себе сложные процессы образования планет». И начинать надо с главного, а именно с выяснения природы их железного ядра, причин его наличия и отсутствия у тех или иных космических тел. Поиск ведется с разных сторон. Для доказательств и здесь, кроме метеоритов, все чаще привлекается Луна. Зная ее плотность, которая ниже, чем у любого каменного метеорита, нетрудно было сделать вывод, что у нее отсутствует металлическое ядро. Тем более вероятно, следует вывод, что подобные космические тела еще меньших размеров не могли иметь металлических ядер. «Поэтому следует признать, — подводит итог сказанному Виноградов, — что железо-никелевый сплав мог возникнуть непосредственно из протопланетного облака». Этот сплав, по-видимому, выделился из паровой фазы протопланетного облака, конденсировался при температуре 1500 градусов Цельсия и кристаллизовался в двух модификациях. Делается и такое допущение: при глобальной сепарации вещества в протопланетном

облаке магнитное поле оказывает влияние на отделение ферромагнитных частиц от диэлектриков. Далее частицы железа легко сплавляются и сплавляются вследствие его хорошей теплопроводности.

Многие факты говорят ныне о том, что вещества группы железа имеют более широкое распространение в космосе, чем сплавы.

Ядро Земли, по мнению Виноградова, не могло быть обеспечено только веществом хондритов (каменных метеоритов), которые содержат в среднем 10—12 процентов металлического сплава. В Земле железо-никелевое металлическое ядро составляет 32 процента ее массы (при общем содержании железа 41 процент). Иными словами, ядро не могло образоваться без железных метеоритов или аналогичного материала. Характерно в этой связи и то, считает он, что железные метеориты выпадают на Землю кусками в много сотен тонн (вспомним падение Сихота-Альпского метеорита), а хрупкие каменные метеориты — фрагментами максимум в десятки килограммов.

Перейдя к следующей космохимической проблеме, касающейся остальных и непосредственно связанной с поиском внеземных форм живого, Виноградов сказал: «Сильное впечатление производит разнообразный мир органических соединений: углеводов, спиртов, альдегидов, аминокислот, нуклеотидов и многочисленных других сложных ароматических соединений с содержанием до 18 атомов углерода в молекуле, обнаруживаемых в свободном космосе, в метеоритах, на Луне, на планетах. Есть указания на присутствие органических веществ в голове комет. Сейчас в космосе, на космических телах обнаружено несколько сотен разнообразных органических соединений и среди них — содержащие (помимо С, Н и O₂) атомы серы и азота».

Особенно широко изучены органические соединения из углистых метеоритов, из реголита Луны. Все эти соединения без исключения имеют общие черты химического строения. Они обладают симметричным строением, их молекулы оптически не активны, тогда как биогенные (то есть возникшие биологическим путем) органические соединения того же состава имеют несимметричное строение и оптически активны. Тут-то и возникла идея, что все эти биогенные органические соединения образовались под влиянием облучения ультрафиолетом, протонами, нейтронами и другими частицами. Идея была проверена, как

и предыдущие космохимические теории, в опытах на ускорителе. Таким способом были получены за последние годы многочисленные аммоноциты, углеводороды и различные ароматические соединения, аналогичные встречаемым в космосе. Убедившись, что такое моделирование возможно, космохимики стали ставить выборочные опыты, чтобы определить, какие именно частицы дают наибольший эффект для получения органических веществ, или, например, что важнее для образования жизни — азот или аммиак? Синтез пошел и при элементарном азоте, сообщил Виноградов, но при аммиаке скорее и лучше. Оказалось, что аммиак «выгоднее». Выходит, он играл огромную роль в синтезе живого.

Справедливости ради скажем, что многие крупнейшие ученые мира, представляющие оба «фланга» естествознания — геохимический и биохимический — к семидесятым годам в основных чертах сомкнули свои позиции. Так, в фундаментальном труде «Биохимия», вышедшем в 1974 году в Москве в переводе на русский язык, один из видных американских биохимиков Альберт Ленинджер излагает свою концепцию происхождения жизни и дает, по его собственным словам, «ориентировочную схему геологической и биологической истории Земли». Схема Ленинджера исходит из того, что 4,6 миллиарда лет назад атмосфера, окружающая Землю, содержала воду, аммиак, метан, сероводород, водород, азот и двуокись углерода. С течением времени водород, аммиак и метан ушли из атмосферы, и она в заметной мере потеряла свои восстановительные свойства.

Любопытно, что свою систему взглядов Ленинджер называет «молекулярной логикой живого», а современную биологию образно и метко именуется «суперхимией». Он присоединяется к взглядам тех, кто считает, что в ранний период истории Земли органические соединения возникли из неорганических компонентов атмосферы за счет энергии ультрафиолетовых лучей и других видов энергии, поступающей с неба. Образовавшиеся органические соединения растворялись в морях, покрывавших в те времена большую часть земной поверхности. Этот ранний период, названный ученым «периодом химической эволюции», вероятно, длился, помет Ленинджер, около 1 миллиарда лет, что составляет почти одну пятую всей истории Земли...

Всего 2 миллиона лет назад появился человек, «что по отношению ко всей истории Земли соответствует последним 30 секундам земных суток».

Мы привели эти коротенькие цитаты из 956 страниц книги Лейпиджера и отнюдь не специально посвященной интересующей нас проблеме, чтобы показать, что никто из современных крупных естествоиспытателей не обходит стороной тему происхождения жизни. Она действительно волнует сейчас умы. В этом мы видим в значительной степени влияние космической эры, расширившей все прежние естествонаучные представления человечества. В плане нашего повествования интересно было проследить, что и Лейпиджер придерживается наиболее распространенной ныне точки зрения. Ее можно выразить в двух моментах:

а) индивидуальное изучение молекул показывает, что они подчиняются всем физическим и химическим законам, определяющим поведение неживого вещества. Тем не менее живые организмы обладают необычными свойствами, отсутствующими в скоплениях неживого вещества;

б) образовались органические соединения в раннюю пору истории Земли под воздействием космической радиации.

Через месяц после виноградовского доклада в Академии наук СССР, который можно считать в некотором роде академическим «крещением» космохимии, праздновался уже тринадцатый День космонавтики. Как всегда, к этому Дню приурочивались новые итоги изучения разными средствами космонавтики пространства, окружающего Землю, дальнего космоса, природы других планет, результаты лабораторных и внеземных космических экспериментов. Расскажем лишь о той части этого многообразного материала, который имеет прямое отношение к нашей теме. И для этого откроем один секрет. За день-два до праздника тогдашний президент Академии наук Мстислав Всеволодович Келдыш спустился на первый этаж здания, где с давних пор помещается президиум Академии. Своим быстрым шагом он вошел в дверь с табличкой вице-президента А. П. Виноградова, пожал руку сидящей в первой комнате референту Надежде Гавриловне и прошел в кабинет к Александру Павловичу. Начался разговор без предисловий, одна из тех, которые они привыкли вести почти каждый день. Для предисловий обычно времени не хватает вовсе.

Говорили они о Венере и Марсе, очень деловито, почти буднично, как рассуждают о квартальных итогах выполнения производственного плана на предприятии. Беседовали не более получаса. Смотрели какие-то бумаги, выписки, графики. И порешили довести до всеобщего сведения следующие данные, причисляемые нами к фундаменту космохимии.

Собственно, то был детальный анализ результатов работы приборов спускаемых аппаратов станций типа «Венера» на поверхности планеты. А случилось это через 200 лет после того, как Венерой заинтересовался и построил мудрую гипотезу Михаил Васильевич Ломоносов. Аппараты, подобно луноходу, не побоялись жары. Они даже превзошли в этом луноход. Если на Луне становилось жарко при 100° Цельсия, то на Венере обычной температурой поверхности признаны все 500° . Прибавьте к этому еще давление 100 атмосфер.

Тем не менее приборы, как ни в чем не бывало, проводили необходимые измерения скорости ветра, освещенности поверхности, определяли характер пород в месте посадки.

На чем же здесь в конце концов был сделан акцент? Представьте себе, на освещенности. Сюрприз заключался в том, что температура и давление атмосферы на освещенной стороне практически не отличаются от зарегистрированных на почвой стороне.

Вторую сенсацию преподнес ветер. У поверхности планеты он ведет себя еще спосно. Но потом скорость его нарастает со страшной силой. На высоте 40—50 километров он достигает 40—70 метров в секунду, что вдвое превышает скорость земных ураганов. Однако не будем ужасаться раньше времени и подготовимся к любопытному фишалу. Сделан простой расчет, итогом которого оказался знак равенства. Мы уже знаем, что у поверхности Венеры ветры очень слабые. На Марсе они, наоборот, могут достигать 100 м/сек. Если же принять во внимание, что плотность атмосферы у поверхности Венеры почти в 100 раз выше, а у Марса почти в 100 раз ниже по сравнению с земной, то давление, создаваемое ветром, — скоростной напор оказывается примерно одинаковым для всех трех планет!

Оговорили и некоторые гипотезы. Виноградов считает атмосферу зеркалом планет, а кислород в атмосфере — показателем жизни. Атмосфера Венеры, как оказалось, состоит почти целиком из углекислоты. Чтобы наглядно

представить себе механизм образования этого покрова, говорит Виноградов, поставьте мысленно на место Венеры Землю, то есть подвиньте ее ближе к горячему Солнцу. Тогда вода и углекислота, которые в обычных земных условиях находятся, как говорится, у нас под пологом, в виде пара и газа поднимутся в атмосферу, небо скроется в облаках. Этот облачный покров начнет поглощать не только тепло, идущее от Солнца, но и собственное тепло Земли. Возникнет так называемый тепличный эффект, начнется саморазогревание атмосферы. Усилятся выход газов (дегазация) из земных недр. Под влиянием высоких температур пойдет процесс разложения карбонатов кальция, магния и непрерывного окисления железа, марганца, серы. Состав атмосферы неизбежно изменится: она станет такой же непропускаемой, как на Венере. Нетрудно представить себе и обратный ход: что было бы, если поставить Венеру на место Земли? Логично предположить, что на «утренней звезде» затеплилась бы жизнь.

Американский ученый Саган идет еще дальше. Он допускает возможность переделки атмосферы Венеры, с чего, по его мнению, и начнется венерианская история жизни. Саган предлагает «забросить» в атмосферу Венеры один из видов водоросли — хлореллы. Бурно размножаясь, хлорелла довольно быстро разложит имеющиеся там в большом объеме молекулы CO_2 . В результате жизнедеятельности этих водорослей атмосфера Венеры начнет обогащаться кислородом. Изменение химического состава атмосферы повлечет за собой значительное уменьшение тепличного эффекта, отчего температура поверхности Венеры понизится. В конце концов «огненная» планета станет (по Сагану) пригодной для обитания...

Другой ученый — доктор Либби из Калифорнийского университета подозревает, что на планете Марс может существовать жизнь в районах вдоль границ гигантских полярных ледяных шапок, где, по его мнению, конденсируется вода.

Проверить гипотезы такого рода может лишь прямой эксперимент с марсианским грунтом. Наблюдения извне здесь не дают однозначного ответа.

И. С. Шкловский проводит такую параллель: если бы с Марса наблюдали Землю, то вряд ли пришли бы к выводу о существовании жизни на Земле. Однако марсианских астрономов удивило бы, что Земля на метровом диапазоне волн посылает в пространство почти такой же

мощности поток радиополучения, как и Солнце в пер-
педы, когда на нем пет пятен! Земля на этом диапазоне
излучает в миллионы раз больше, чем Венера или Мер-
курий. Это эффект от работы нескольких тысяч телеви-
зионных передатчиков. Пример «космической деятельнос-
ти» живых разумных существ.

Комментируя результаты полета четырех советских
межпланетных станций серии «Марс», академик Р. З. Саг-
деев, директор Института космических исследований,
писал:

«Еще десятилетие назад астрономы, оповываясь на
данных наземных наблюдений, традиционно называли
двойником Земли планету Венеру. Рейсы космических
аппаратов, в первую очередь полеты советских станций
серии «Венера», убедительно показали разительные отли-
чия физических условий на поверхности этой планеты от
земных. Марс, напротив, оказался во многих отношениях
гораздо ближе к Земле, чем предполагалось.

Выяснилось, что еще в недавнем прошлом Марс был
весьма активен в геологическом отношении, причем не ис-
ключено, что эта активность продолжается и в настоящее
время. Внешний вид многих образований на поверхности
планеты дает веские основания предполагать существова-
ние на нем в прошлом больших водных потоков. А, как
известно, именно вода выступает одним из основных фак-
торов, определяющих характер эволюции поверхности и,
вероятно, играет решающую роль в создании условий для
возникновения жизни».

Другие специалисты еще более определенно высказы-
вались по этому поводу. Большинство исследователей до-
пускают возможность, что когда-то Марс обладал более
плотной и богатой влагой атмосферой, открытыми водо-
емами, где вполне могли развиваться органические соеди-
нения, а затем зародиться жизнь. Этот период, как дума-
ют некоторые ученые, соответствует середине третичного
периода в истории Земли, когда 20 миллионов лет назад
повсюду господствовал теплый климат, а в Гренландии
росли пальмы.

К сказанному можно добавить, что недавно радио-
астрономы открыли в нашей галактике скопления таких
сложных соединений, как вода, спирт, формальдегид. Из
таких соединений с помощью электрического разряда мож-
но синтезировать многие аминокислоты. Значит, действи-

тельно условия для возникновения «живого вещества» в глубинах космоса существуют!

По-своему выразил мечту о внеземной жизни в стихотворении «Сын Земли» поэт Валерий Брюсов:

Я — сын Земли, дитя планеты малой,
Затерянной в пространстве мировом,
Под бременем веков давно усталой,
Мечтающей бесплодно о пном...

Мы были узники на шаре скромном,
И сколько раз в бессчетной смене лет
Упорный взор Земли в просторе темном
Следил с тоской движения планет!..

Вы, властелины Марса плз Венера,
Вы, духи света плз, быть может, тьмы,—
Вы, как п я, храните символ веры:
Завет о том, что будем вместе мы!

Надо сказать, что особую значимость, «академичность» задача установления контактов с другими цивилизациями приобрела, когда в масштабе нашей страны ее возглавил Виктор Амазаспович Амбарцумян. Первоклассная величина в астрономии, огромный эрудит в философии естествознания, человек, мыслящий четко, логично и отнюдь не фапастическими категориями, Виктор Амазаспович с присущей ему серьезностью и глубиной подхода стал во главе одного из самых смелых поисков в современной науке.

В 1964 году он устроил у себя в Бюраканской астрофизической обсерватории Академии наук Армянской ССР первое всесоюзное совещание по проблемам связи с внеземными цивилизациями. Об этом стало известно и коллегам в США. Там откликнулся раньше других уже упоминавшийся здесь Карл Саган, большой любитель острых и злободневных проблем, готовый принять любую свежую гипотезу, если в ней содержится рациональное зерно.

Словом, в какую-то из встреч в Москве (Саган бывал у нас не раз), состоявшуюся в 1970 году, Амбарцумян с Саганом нашл общий язык и «уговорили» затем каждый свою академию о проведении советско-американской научной конференции по проблеме связи с внеземными цивилизациями. Оргкомитет возглавили от Советского Союза — В. А. Амбарцумян, от США — К. Саган. Конференция состоялась 6—11 сентября 1971 года. Характерно, что приняли в ней участие представители са-

мых разных научных специальностей: астрономы, физики, биологи, антропологи, историки, социологи, философы, лингвисты, специалисты в области теории информации и связи.

Конечно, может существовать и такая точка зрения, говорит В. А. Амбарцумян, что дискуссия о внеземных цивилизациях и о связи с ними преждевременна, поскольку еще нет прямых конкретных свидетельств существования внеземных цивилизаций. Но организаторы конференции считают, что необходим активный поиск таких свидетельств и всестороннее теоретическое рассмотрение вопроса, основанное на всех данных современной астрономии, планетоведения, биологии и науки об обществе.

Где же вероятнее всего искать подобных нам существ? Если «подобных нам», то и жить они должны в условиях, сходных с нашими. Значит, прежде всего, планетная система со своим солнцем и более или менее знакомой человеку небесной механикой. «Подозрение» на такое подобие пало на планетную систему, которую астрономы, несколько не заботясь о поэтической возвышенности наименования, тем не менее назвали «летающей звездой Барнара». Повышенный интерес к ней определился в конце шестидесятых годов, когда американский ученый П. Ван де Камп обнаружил, что собственное движение этой звезды имеет периодические колебания, обусловленные наличием спутника малой массы.

Первоначально предполагалось, что это планетоподобное тело с массой, равной 1,5 массы Юпитера, обращается вокруг звезды Барнара по сильно вытянутой эллиптической орбите. Дальнейшие исследования и расчеты показали, что вокруг этой звезды по почти круговым орбитам обращаются две планеты с массами, приблизительно равными массе Юпитера и Сатурна. Однако, кроме Вана де Кампа, изучением системы «летающей звезды» занимался еще другой американский астроном — Б. Олвер. К конференции в Бюракане он представил доказательства того, что близ звезды Барнара находятся не две, а три планеты, и привел убедительные свидетельства тому, что у одной из ближайших к нам звезд имеется планетная система, во многом напоминающая солнечную.

У нас нет возможности сколько-нибудь подробно войти в различные стороны проблемы, обсуждавшейся в Бюракане, ибо она интересует нас в данном случае лишь

с точки зрения современного состояния космохимии и возможных перспектив ее развития. А поскольку геохимия вся пронизана учением о «живом веществе», о роли живого в формировании и развитии того небесного тела, что называется «Землей», о месте разума, человека и его деятельности в круговороте химических элементов, мы не могли обойти вопрос о возможности внеземной жизни, не обедняя безграничное будущее космохимии.

И потому усилия астрономов, направленные на поиски внеземных цивилизаций, небезразличны для космохимиков. Нельзя не волноваться вместе с астрономами, когда узнаешь об обнаружении во Вселенной новых небесных тел, ибо каждый раз надеемся, что это будет населенная планета, планета, паделенная, как и Земля, биосферой, сферой жизни. Так было, когда американский астроном Г. Куртен заявил в конце 1972 года, что обнаружил новое небесное тело. По его данным, это тело движется на расстоянии 14,5 миллиона километров от Солнца, по орбите, более близкой к светилу, чем Меркурий. Ученый назвал и приблизительный диаметр тела — не более 800 километров. Как сообщалось в печати, астрономы Кембриджского и Балтиморского университетов подозревают существование во внешней части Солнечной системы еще одной планеты за орбитой Плутона.

Комментируя это событие, советский астроном Г. Лейкин заявил, что особенности движения Меркурия всегда были «подозрительны». Вероятно, на орбиту планеты влияет не только притяжение Солнца. Не исключено, что ближе Меркурия к Солнцу движется еще какое-то тело, но увидеть его до сих пор никому не удавалось (под словом «увидеть» ученый подразумевает возможности современной радиолокационной и другой техники).

Впрочем, «поведение» Меркурия достаточно хорошо описывается в рамках общей теории относительности, а это означает, что между Меркурием и Солнцем не может существовать планета, обладающая значительной массой. Тогда что же это? Не астероид ли? Малое тело может какое-то время «обитать» вблизи Солнца. В целом, суммирует Лейкин, работа доктора Г. Куртена интересна.

Докембрий и биосфера

КОСМИЧЕСКИЕ исследования не только расширили представления о процессах, приведших к образованию различных тел Солнечной системы. Они оказали глубокое воздействие и на трактовку некоторых явлений в геологической истории самой Земли. Сказанное относится и к докембрию — древнейшему периоду этой истории.

Докембрийские весьма мощные толщи пород подразделяются обычно на две большие группы (эры): архейскую (древнейшую), иногда называемую азойской, и протерозойскую. Для докембрийских толщ (преимущественно протерозоя) характерно преобладание кремнежелезистых пород (джеспилитов), широко распространенных на всех штах. К докембрию приурочены ценнейшие полезные ископаемые. Здесь словно накопился грандиозный осадок, «выпавший» на «дно» земной коры в результате магматических и «обменных» процессов между сушей и морем.

В этих осадках хранятся месторождения железа. В них есть марганец, слюда, золото, серебро, урановые руды, а также никель и медь.

Богатство глубочайших кладовых нашей планеты Земля ревниво прятала от человека. Но его остановить все труднее и труднее. Туда, куда не смог он проникнуть физически, он проник умственным взором, продлив сферу видения волшебством радиоактивных индикаторов. Он узнал о докембрии очень многое. И даже то, что в позднем докембрии встречаются признаки живого.

Одно из первых открытий на этом пути сделали палеоботаники, потратившие практически всю жизнь на исследование органических остатков в протерозойский период докембрия.

Два десятка лет назад они нашли споры растений в кембрийских и протерозойских толщах и тем самым отодвинули на тысячелетия назад событие, весьма и весьма значительное в истории Земли. А именно споры

свидетельствовали, что переход растепий из моря на сушу произошел не в девонском периоде, как это считали раньше, а в верхнем протерозое. Вот когда жизнь пробивала себе первые дорожки! И заметьте, разве не величественно звучат слова «переход растепий из моря на сушу»... Это похоже на то, как в истории цивилизации скотоводческие племена становились оседлыми. Будто некий сознательный акт прогресса. Мы далеки от желания надеяться на способность растений действовать целеустремленно. Но игра воображения куда только, случается, не заведет! По существу же открытие палеоботаников тесно связано с идеями о решающей роли живого, основополагающего значения биосферы во всей судьбе планеты Земля, о том, что биосфера создала индивидуальный облик нашей планеты, не похожий ни на какие известные нам пока небесные тела.

Работами школы академика А. В. Спдоренко было показано, в частности, что вода проявляла свое животворное действие уже в докембрии. И хотя она есть (по учебнику) всего лишь простейшее химическое соединение водорода с кислородом, пресловутое H_2O , судьба ее, значение и будущее являются далеко не «простейшими».

Характерно, что в сказаниях народов древнего Востока — вавилонян, египтян, индусов, персов, финикийцев — вода признавалась первоисточником всего существующего. Подобный же взгляд высказывал в VI веке до нашей эры древнегреческий философ Фалес из Милета, который утверждал, что вода есть начало всех вещей. Эмпедокл в V веке и Аристотель в IV веке до нашей эры в учении о четырех элементах или стихиях — огне, воздухе, воде и земле — считали воду началом холода и влажности.

Мы не будем останавливаться на всех многочисленных гипотезах и открытиях, на этапах длительной и трудной истории изучения свойств, функций и аномалий этого «простейшего соединения». Кроме того, что вода это океаны, моря, реки, озера, она содержится в виде водяного пара в воздухе и принадлежит к числу важнейших геологических факторов. Она входит в состав почвы, а также многих минералов и горных пород.

Вода — непременная составная часть всех живых организмов, жизнедеятельность которых без воды невозможна. Еще несколько данных: организм человека содержит около 65 процентов воды, наземных позвоноч-

ных — 60—65, рыб — около 80, водорослей — 95—99, наземных растений — 50—75 процентов. Вот какова вода! Ийдешь воду, ищп жпзнь.

Если нет воды, посмотри, что могло бы ее заменить, нет ли вещества, аналогичного по составу, но паходящегося в пном состоянии. Не встретится ли людям на пных планетах четвертое состояние воды?

Ведь п в докембрийских породах не сразу обнаружилп деятельность воды. Сначала пследователи были вознаграждены находками тпльцов. Эти лепточные глипстые породы с валунами указывали на существование в докембрии ледников. В частности, широкое распространение тпльцов было известно в протерозое, в так называемом Индийском щпте.

То ли поэтому, то ли просто в порядке «живой очереди» в 1964 году в Нью-Делл созвали XXII сессию Международного геологического конгресса. Здесь А. П. Випоградов выступил с докладом «Геология докембрия Индии» п привел 70 новых определений абсолютного возраста пород Индии. Звание «древнейшей геологической формации Индии» было присвоено провинции Дарвар. В отчете о сессии было сказано: произведенная ревизия геохронологической шкалы докембрия Индии, вопреки ранее существовавшей, дала возможность показать общность геологического развития Индии с другими докембрийскими континентами.

Среди событий, которые хотелось бы поставить в ряду тех, что определяли «научную конъюнктуру» начала семидесятых годов, назовем Всесоюзное совещание по докембрию. Здесь упоминалось, в частности, о становлении биогеологии — еще одной ветви науки, отходящей от одного п того же дерева — учения Вернадского о роли «живого вещества».

Докембрий, начальный отрезок истории Земли, А. В. Сидоренко в докладе на совещании теперь уже уверенно отнес к «ведущим проблемам современной геологии». Объясним, откуда происходит такое утверждение. Докембрийские геологические слои, возраст которых 3—3,5 миллиарда лет, содержат подавляющее количество рудных п неметаллических полезных ископаемых (за исключением горючих ископаемых). Но не только в этом дело. Как это ни парадоксально, изучение докембрия приобрело особую актуальность (как п в случае с метеоритами!) в связи с накоплением новых данных о Луне

и планетах, с развитием исследований Мирового океана и верхней мантии Земли. Требования нашей эпохи определили также насущную необходимость перехода к прогнозированию и поискам скрытых на глубине руд, что тесно связано со знанием законов их распространения и залегания в докембрийский период.

Новые экспериментальные данные свидетельствуют также, что уже первичные осадочные породы докембрия несут большее или меньшее количество прямых и косвенных признаков бывшего развития «живого вещества», а также различных его остатков (элементарный углерод, окаменелости, продукты жизнедеятельности).

Не требует доказательств, что факт обнаружения «живого вещества» в породах с абсолютным возрастом 3—3,5 миллиарда лет имеет большое принципиальное значение для теоретической и практической геологии. Напомним, что миррады простейших организмов, заполнивших поры земной коры, творили минералы и, другими словами, геологическую историю Земли не только в процессе своей жизни, но и механизмом своей смерти, разложения, преобразования одних химических веществ в другие. Именно «живому веществу» обязаны своим существованием в земной коре углеводороды. Даже в настоящее время, несмотря на метаморфизм, из докембрийского доколя идет, как говорят геологи, «углеводородное дыхание». Это, естественно, имеет определенное значение для понимания генезиса (происхождения) нефти и углеводородов.

«Живое вещество», с которого мы начали наше повествование, признано теперь наиболее подвижной и изменяющейся во времени частью земной коры, одним из ведущих факторов ее формирования, катализатором переработки минеральных богатств ее недр.

И еще один феномен. Биология многократно развила рамки геологии — с 500 миллионов лет, в пределах которых до недавнего времени рассматривалась геологическая история, до 3—3,5 миллиарда лет... На упомянутом апрельском форуме геологов 1973 года в актовом зале МГУ было сообщено имя неизвестного ранее ископаемого микроорганизма, открытого в слоях докембрия. Биофосфория. Это самый новейший вклад науки в копилку наших знаний о жизни, зародившейся в глубине веков, о первых шагах существования биосферы. И сказано это слово не биологами, а геологами. Судя по всему,

недавно опубликованную работу Св. А. Сидоренко и А. В. Сидоренко «Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия» следует рассматривать как еще одну ступеньку на многотрудном пути познания «живого вещества».

...Весна в том 1973 году наступала как бы нехотя. Постепенно становилось теплее, и листья на деревьях выросли не спеша и так же медленно густела их окраска, переходя от робкого бледно-зеленого к сочному изумруду. Когда я ехала на Никольную гору, чтобы взять интервью у академика Випоградова, я, по журналистскому обыкновению, не испытывала никаких угрызений совести, хотя знала, что ему в общем-то не до меня.

Я задавала вопросы, Александр Павлович отвечал. Все было как всегда. Вот что я услышала тогда от него.

В начале нашего века возникли идеи, потребовавшие глубоких исследований химической стороны природных геологических процессов, в частности, поведения атомов отдельных химических элементов в земной коре. Эти идеи с большой силой прозвучали в работах В. И. Вернадского, В. М. Гольдшмидта, А. Е. Ферсмана.

Появилась новая область знания о Земле — химия Земли, или геохимия, которая в своих исследованиях вещества и процессов, происходящих на Земле, опирается на химические законы и методы. Основным элементом в геохимических исследованиях стал химический элемент в форме атома или иона.

С каждым годом накапливался огромный материал по химическому составу Земли и ее оболочек, по распространению элементов, по их распределению в горных породах и рудах, по способам сочетания и перемещения химических элементов в Земле. Одним словом, на смену преимущественно морфологическому знанию о Земле в науку начали все глубже проникать физико-химические представления.

В результате стало очевидным (и это особенно подчеркнул тогда Випоградов), что наша планета изменяется во времени, и перед наукой возник вопрос об изучении ее химической эволюции. Еще далеко не все стороны этой грандиозной проблемы достаточно освещены. Много остается неизвестным или спорным, многие высказанные идеи и теории не проверены практикой или не прошли испытания временем, но живой интерес исследователей к этой проблеме с каждым годом возрастает и все-

ляет уверенность в успехе. И как итог этого возникло стремление объяснить на «химическом уровне» происхождение и историю Земли, ее оболочек, рельефа, ее гор, морей и океанов.

Значит, все дело было, как всегда, в подходе. «Химический уровень» позволил произвести равноценный, точный, единый анализ всех оболочек Земли, включая ту область, которая хоть и занимает промежуточное положение среди оболочек, но является самой главной особенностью нашей планеты, собственно, тем, что составляет для нас основную характеристику Земли.

Развивая учение Вернадского о биосфере, Виноградов выделяет два вида участия «живого вещества» в геохимических процессах — прямое и косвенное. Прямое — это образование из их тканей минералов и руд: известняков, мела, фосфоритов, углей, нефти. Косвенное участие живого вещества более значительно. Это разнообразные и многочисленные геохимические процессы в земной коре, протекающие под влиянием продуктов жизнедеятельности организмов, начиная от повсеместно идущих процессов выветривания горных пород, концентрирования отдельных химических элементов (соединений) в осадках и осадочных породах и кончая образованием руд железа, марганца, урана, ванадия, германия.

Любопытная и многозначительная деталь состоит в том, что организмы не повторяют состава среды, из которой они вышли. Они лишь активно берут из среды то, что необходимо индивидуально им самим, то есть именно те ионы и соединения, состав которых соответствует эволюционно сложившемуся обмену веществ. Полупроницаемые перегородки растительных тканей пропускают одни ионы и не пропускают другие...

Эволюция Земли неотделима от глубоких перемен в составе ее растительного и животного мира. Они столь сложно переплетены, что на какой-то стадии теряется разграничение на первопричину и следствие. Здесь многое еще неясно.

Отношение между размерами суши и моря в разные эпохи было различным: депрессия морей, особенно мелких (заливавших время от времени части континентов), увеличивала поверхность пород, богатых карбонатами кальция. Это обилие кальция решающим образом воздействовало на характер флоры и фауны...

Великие преобразования поверхности Земли сопровож-

ждаются массовым преобразованием растительного и животного мира. Еще и еще раз Виноградов подчеркивает, что эта эволюция организмов — геологическое явление. «Вспомните, — говорит он мне так, словно мы уже наблюдали с ним нечто вместе как-нибудь два-три миллиарда лет назад, — ведь в различные фазы каледонской складчатости происходили значительные изменения органического мира — вымирают трилобиты, появляются первые трахеподные (членистоногие), а затем двоякодышащие рыбы. И, наконец, в девоне возникает устойчивое воздушное дыхание — появляются позвоночные».

До того в планктоне Мирового океана господствовали организмы с гемоцианциновой кровью. Переносчиком кислорода у них была медь. Но как только эти организмы оказались в условиях недостатка кислорода, гемоцианины уже не могли обеспечить их этим элементом. «Декорация» меняется. В семействах моллюсков и раков, зарывающихся в грунт или ведущих паразитический образ жизни, вместо особей с гемоцианциновой кровью появляются особи, кровь которых содержит гемоглобин и обеспечивает лучшее снабжение тканей организмов кислородом. Переход от поглощения растворенного в воде кислорода — жаберного дыхания — к воздушному, очевидно, вызвал активное действие карбонатгидразы (циансодержащей органической молекулы), способствующей выделению углекислоты из тканей организма.

Растущий интерес к проблемам происхождения и защиты «одушевленной» оболочки Земли побудил ученых к созданию летом 1973 года весьма необычной выставки в одном из павильонов Выставки достижений народного хозяйства в Москве. Она иллюстрировала сложный путь рождения геохимии, представленный о космических связях биосферы, становления экспериментальной космохимии как следующего этапа в познании истории небесных тел.

Знакомясь с выставкой, посетители как бы совершали две взаимодополняющие экспедиции — в глубь веков и в будущее человечества. Подчеркнуто наглядные графические изображения на черно-белом фризе воссоздавали историю биосферы по Вернадскому. Почти полвека минуло с той поры, как кристаллизовалась эта теория, которая не только не стареет, но приобретает в наши дни новое значение. Недаром «красный профессор», великий труженник убеждал, доказывал, приводил аргументы

в пользу того, что есть такая наука, — геохимия. И не только это. Не просто геохимия. А всеобъемлющая наука о единой системе поведения химических элементов неживой и живой природы. При гегемонии живого.

Есть нечто замечательно гордое и прекрасное в таком утверждении власти и силы жизни и в том, что подобное поприще жизнеутверждающее учение родилось в нашей стране. Оно пробивало себе дорогу сквозь неверие в косность, не останавливалось перед трудностями и примитивной технической оснащенностью эксперимента. Вспомним строки писем Вернадского как отголоски борьбы за новые пути в науке. Они возвращают к времени, когда Вернадский привлекает Виноградова к решению первой, казалось бы, черновой задачи — «перепиши» органического вещества. Однако без нее невозможны были бы следующие ступени.

Формулы Вернадского, о которых мы упоминали выше. Они тоже пережили многие десятилетия и сегодня представлены на общедоступной выставке. Они показывают, с какой огромной скоростью проходил процесс дифференциации «живого вещества», каким мощным катализатором обмена химических элементов в земной коре оно являлось. Факты убеждают — биосфера своим происхождением действительно связана с космосом, с идущими от него поступлениями.

Художники легкими штрихами наметили «озоновый экран», которым природа заботливо оградила Землю от губительного действия избыточного ультрафиолетового излучения. Мы видим также, что биосфера неоднородна, а как бы многослойна.

Кроме «живого вещества», она еще включает биогенное вещество, то есть органические или органические продукты, созданные живым веществом. Таковы каменный уголь, горючие газы, торф. Третий компонент биосферы: биокосное вещество. Его создателями являются живые организмы вместе с неживой природой. Сюда входит вода, осадочные породы, некоторые минералы. Постепенно, шаг за шагом выставка приводит нас на высшую ступень развития биосферы, названную в свое время Вернадским «ноосферой». Это период, когда крупнейшей, поистине геологической силой становится человек. Он коренным образом перестраивает область своей жизни, оказывает решающее влияние на биосферу.

...Слева на столе — стопка писем, извлеченных из

нижнего левого ящика. Знакомые остренькие мельчайшие буквы. Уже вечер. На аллее, куда выходят окна директорского кабинета, фарфор зажегся огнем. Возле каждого золотистого шара, словно подвешенного в пустоте, — хоронит снежок... В каком же это письме Вернадский четко суммировал свои представления о «географии» живого вещества планеты? Вот оно! Штемпель стерся, но похоже — из Сорбонны.

Виноградов берет лупу. И словно издали к нему приближаются знаки, маленькие, беззащитные. И видно сквозь них лицо мыслителя — знакомое и чужое, близкое и ушедшее безвозвратно. Слышится и голос — глуховатый, иногда переходящий на высокие ноты... «Живое вещество» распределено в биосфере неравномерно, говорит этот голос. Для биосферы характерна мозаичность структуры — «асимметрия». Она состоит как бы из отдельных «молекул» — природных комплексов — биогеоценозов. Био. Гео. Они все больше переплетаются, сжимают друг друга в объятиях.

Био. Гео. Жизнь и Земля. На Земле более трех миллионов видов организмов, тысячи разновидностей. Но до сих пор еще мало известно об их связях. Какими узлами организмы связаны между собой, со средой обитания? Как протекает обмен веществ и энергии в отдельных биогеоценозах?

Наука призвана выяснить тенденцию естественного развития природы и тех изменений, которые в ней вызывает человек, — «измерить числом» необходимую гармонию человека и природы.

Проблему сохранения биосферы в научном аспекте в нашей стране возглавлял Виноградов. Подобно тому, как в первые годы Советской власти Вернадский берет на себя инициативу мобилизации научных кадров для изучения производительных сил страны, сейчас, в семидесятых годах, Виноградов становится председателем Комиссии Академии наук СССР по проблеме «Биосфера». Возвращаются интересы молодости, с которых, в сущности, и началась научная биография академика Виноградова. Собственно, он с ними и не расставался до конца дней своих. Они лишь приобретали разные формы в зависимости от того или иного периода истории.

Установить необходимую гармонию во взаимоотношениях человека и природы — одна из самых великих ду-

малых задач современности. Вот всего лишь несколько краспоречивых фактов.

Подсчитано, что за последнее десятилетие скорость передвижения человека по планете увеличилась примерно в сто раз, расходование природных ресурсов — в тысячу раз.

В древности люди знали и использовали для своих нужд 19 химических элементов, в самом начале нашего столетия — 59, а сегодня они нашли применение почти всей таблице Менделеева.

Суммарная мощность действующих источников энергии — 10^9 киловатт. Это ничтожно мало в сравнении с получаемой энергией Солнца, но вполне уже достаточно, чтобы оказать заметное влияние на планету в целом. Между тем человек продолжает эту мощность паразитовать.

Подсчитано также, что прирост нежелательных, а то и просто вредных отходов производства пропорционален приросту самого производства. Американские исследователи установили, что их страна теряет ныне 20—30 миллиардов долларов в год в результате загрязнения атмосферы. К девяностым годам этот ущерб возрастет, по-видимому, до 7 триллионов долларов. Один нью-йоркский журнал поднялся в связи с этим до такого подлинно трагического утверждения: «Если американцы не справятся с загрязнением атмосферы, они перестанут существовать как нация!»

За последнее столетие из хозяйственного оборота выпало около 20 миллиардов квадратных километров продуктивной земли, то есть земли, которая когда-то кормила людей. Люди же ее погубили.

Во многих странах не хватает воды. Паруж до конца XVIII века брал питьевую воду из Сены, без всякой обработки. Теперь это невозможно.

Неуклонно повышается содержание углекислоты в атмосфере. Ее основными «потребителями» являются леса и Мировой океан, но лесов стало меньше, Мировой океан — грязнее.

Все это — тревожные симптомы болезни, о возможности которой предупреждал еще Маркс, говоривший, что культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно, оставляет после себя пустыню.

Когда Вернадский думал и писал о новой геологической, планетарной силе — человеку, болезнь века была

еще не так заметна. Где-то далеко, правда, уже погромывал гром, но мало кто сознавал его раскаты в качестве предвестника грозы. До поры до времени существование человека на Земле не оказывало столь заметного влияния на биосферу. Веками у людей складывалось представление о природе как о враждебной силе, которую надо покорять, но отнюдь не беречь и охранять. Небывалое усиление разрушительного влияния развивающейся земной цивилизации началось со становлением капитализма, с появлением на исторической арене такого не знающего предела и не считающегося ни с чем стимула, как жажда наживы. И теперь разрушение природной среды в странах капитала приняло такие размеры, что забеспокоились даже сами капиталисты, почувствовав угрозу своим барышам. Не случайно капиталистические государства и монополии, рядясь в одежды защитников природы, финансируют научные разработки экологической проблемы, создают комиссии, комитеты и даже специальные министерства. И делается все это в обстановке демагогической шумихи, политический и социальный смысл которой заключается главным образом в том, чтобы отвести справедливые обвинения в адрес капитализма, ответственного за хищническую эксплуатацию природных ресурсов, за преступное безразличие к среде обитания людей.

Древнее мифическое представление о том, что Земля покоится на трех китах, при определенном подходе окажется не таким уж мифическим. Если не Земля, то существование на ней человека действительно поддерживается тремя «китами» — почвой, воздухом и водой. Погибнет хотя бы один из них — угроза всей цивилизации. Все большим числом людей на Земле овладевает эта тревожная мысль.

Летом 1972 года проблема обсуждается в ООН. За три года до этого, в сентябре 1968 года, в Париже состоялась научная конференция «Биосфера», созванная по инициативе ЮНЕСКО. В конференции участвовали представители 62 стран.

Усилия прогрессивной научной общественности мира направлены главным образом на поиск принципов оптимального взаимодействия общества и природы. Между тем такие принципы уже давно найдены и сформулированы. Более того, они уже действуют.

Опыт СССР и других стран социализма убедительно доказывает, что хозяйское, рачительное отношение человека к природе возможно только в условиях всенародной собственности на средства производства, на землю и ее богатства, в условиях общегосударственного планирования общественной деятельности.

Вместе с тем Коммунистическая партия и Советское правительство, исходя из гуманных соображений о будущем всего человечества, не раз подтверждали делом готовность нашей страны сотрудничать с народами и государствами, заинтересованными в разработке глобальных мер по охране природной среды.

Люди живут, разделенные государственными границами и различиями в социально-политическом устройстве стран, но Земля, их родная планета,— это общий дом, и заботиться о его сохранности — общее дело.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Глава I. У истоков новых идей	5
Глава II. Анатомия Земли	38
Глава III. Космические химии	65
Глава IV. Докембрий и биосфера	113

**ЛАРИСА
ПАВЛОВНА
МАРКЕЛОВА**

**КЛЮЧИ
К ПЛАНЕТАМ**

Редактор *И. Яснопольский*
Худож. редактор *Т. Добровольнова*
Техн. редактор *Т. Пичугина*
Корректор *Р. Колокольниковна*

А 03003. Индекс заказа 57709. Сдано в набор 4/V-1975 г. Подписано к печати 5/I-1976 г. Формат бумаги 84×108²/₁₆. Бумага типографская № 1. Бум. л. 2,0. Печ. л. 4,0. Усл.-печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 6,96. Тираж 65400 экз. Издательство «Знание» 101 875, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Заказ 6—442. Отпечатано с матриц Киевской книжной фабрики на Головном підприємстві республіканського промислового об'єднання «Поліграфкнига». Госкомдата УРСР, Київ, ул. Довженко, 3. Цена 23 коп.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Сообщаем вам, что в 1976 году в издательстве «Знание» для слушателей народных университетов культуры и всех занимающихся самообразованием выйдут следующие книги:

Анашенков Б. А. И встанут новые бойцы. (Произведения о рабочем классе в современной зарубежной литературе). 6 л.

Косолапов В. А. Летопись мужества. (Заметки о военной прозе в советской литературе). 6 л.

Люстрова З. Н., Скворцов Л. И., Дерягин В. Я. Беседы о русском слове. 8 л.

Жукова Л. Л. В мире оперетты. 6 л.

Книги можно приобрести в магазинах «Союзкнига».

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вас должна заинтересовать выпускаемая издательством «Знание» серия подписных научно-популярных брошюр «Литература».

Брошюры серии рассказывают об успехах нашей литературы, об актуальных ее проблемах, о ведущих тенденциях современного литературоведения, о выдающихся писателях прошлого и наших современниках.

Написанные популярно, основывающиеся на последних достижениях литературной науки, брошюры серии адресуются преподавателям, студентам, старшеклассникам, всем тем, кто интересуется литературой или изучает ее.

Авторы брошюр — видные литературоведы, критики, публицисты, писатели.

В 1976 году подписчики получают 12 номеров. Среди них:

Бочаров А. Г. Воспитательная сила литературы.

Хотимский Б. И. Герой и время.

Осетров Е. И. Философская лирика.

В. Малкин. М. Е. Салтыков-Щедрин [к 150-летию со дня рождения].

Обзор прозы 1975 года.

Серия «Литература» в каталоге «Союзпечати» расположена в разделе «Научно-популярные журналы» под рубрикой «Брошюры издательства «Знание». Подписка производится так же, как на газеты и журналы. Индекс 70069.

Выписывайте! Читайте серию научно-популярных брошюр «Литература»!

Подписная цена на год 1 р. 32 к.

Издательство «Знание»

23 коп

