

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА В ЗЕРКАЛЕ КОСМОНАВТИКИ

НАУКА: ТОЧКИ РОСТА

Около четверти века назад запуском в СССР первого в мире искусственного спутника Земли было начато систематическое исследование средств космонавтики безграничных пространств за пределами нашей планеты. Оно оказало глубочайшее воздействие на многие стороны научно-технического прогресса и развитие фундаментальных знаний. Роль связующего звена здесь сыграло прямое изучение небесных тел Солнечной системы, постепенное сближающее планетную астрономию с геофизикой, геохимией, геологией, метеорологией.

Изучение Солнечной системы дало нам удивительные примеры сложившихся природных комплексов, отличных от нашей планеты. Их совместное изучение позволило понять основные взаимосвязи и специфику формирования этих комплексов и привело к становлению сравнительной планетологии. От успехов ее развития будет, в частности, зависеть лучшее понимание основ природы Земли.

Большую и важную информацию принесли прежде всего фотоснимки планет и их спутников, полученные с близкого расстояния с высоким разрешением. Они позволили увидеть, что представляют собой поверхности этих небесных тел, запечатлевшие многие черты их геологической истории, не стертые последующими напластованиями и процессами, как это произошло у нас на Земле под влиянием гидросферы и биосферы. В результате анализа поверхностных структур ближайших соседей Земли — Луны, Венеры, Марса, Меркурия — и лабораторного изучения вещества лунных пород оказалось возможным заглянуть и в ранний, докембрийский период истории нашей планеты.

На всех планетах земной группы обнаружены четкие следы раннего и более позднего вулканизма, формировавшегося вместе с активными тектоническими процессами, метеоритной бомбардировкой и различными эрозивными факторами основные черты поверхности. Выявлены, например, громадные щитовые вулканы высотой от 10 до 25 километров, глубокие долины, крупные уступы — эскарпы.

При помощи космических аппаратов, совершивших посадку на Венеру и Марс, проведены первые исследования характера пород, слагающих их поверхности, найдены свидетельства дифференциации вещества недр планет, приведшей к формированию коры, мантии, ядра. Все это создает предпосылки для датировки важнейших процессов и характера тепловой эволюции небесных тел, для решения таких кардинальных проблем, как химический состав глубин планет и общие законы концентрации в них полезных ископаемых, природа магнитного поля, законы формирования атмосферы и гидросферы.

Представления о многообразии природных процессов на небесных телах расширились благодаря исследованиям крупных спутников систем Юпитера и Сатурна, где активных геологических процессов не ожидалось. Действительно, большинство этих спутников, а некоторые из них по размерам превосходят Луну и даже Меркурий, более

чем наполовину состоят из водяного льда. На их поверхности — обилие кратеров ударного происхождения. В то же время, например, у спутника Юпитера — Европы кратеров нет, зато наблюдается большое количество трещин. Причина этого пока до конца не ясна. Возможно, что они образуются при смещении ледяной коры в результате тектонических процессов. Необычайно гладкая поверхность сохранилась и у спутника Сатурна — Энцеллада.

Еще более удивительным феноменом оказался ближайший к Юпитеру из числа его крупных спутников — Ио, на котором обнаружена мощная вулканическая деятельность. По-видимому, недра Ио почти полностью расплавлены, что можно объяснить действием приливных сил. В результате столь активного современного вулканизма сформировались уникальные структуры на поверхности этого тела, предположительно покрытой слоем серы толщиной в несколько километров. Этим же объясняется наличие у него атмосферы, ионосферы и образования вдоль орбиты Ио торового кольца, состоящего из заряженных частиц. Его взаимодействие с магнитосферой Юпитера приводит к ряду интереснейших физических эффектов, в том числе к гравитационным полярным сияниям.

Для выяснения путей эволюции климатической эволюции первостепенное значение имеет изучение газовых оболочек планет. Надежно установлено, что Меркурий, как и Луна, практически лишен атмосферы, а на Венере и Марсе они преимущественно углекислые по химическому составу. Давление у поверхности Венеры примерно в 100 раз больше земного, на Марсе же в 100—200 раз меньше. Атмосфера Венеры очень горячая, с поверхностной температурой около 470 градусов Цельсия, в то время как на Марсе температура опускается до значений, при которых на поверхности конденсируется из атмосферы углекислота, что создает заметные сезонные изменения давления. В свою очередь в атмосфере Венеры на высотах 50—60 километров конденсируются соединения серы и хлор соединения — вулканические «кислые» дымы (в условиях земной атмосферы они вымываются дождями и растворены в океанах), в связи с чем образовался протяженный слой облаков, по-видимому, состоящих из серной кислоты и хлоридов.

Выяснение этих и других особенностей во многом способствовало лучшему пониманию метеорологических процессов, а также общих проблем взаимодействия между атмосферой и литосферой, высвобождения летучих элементов на планетах, которые по своим климатическим характеристикам можно рассматривать как две предельные модели развития нашей планеты. Такое сопоставление важно, в частности, для изучения влияния на земную атмосферу хозяйственной деятельности людей, а также возможных климатических изменений, свя-

занных с ее загрязнением.

Лучшему пониманию глобальных метеорологических процессов на Земле служит и исследование особенностей циркуляции в атмосферах планет, выявление сходных черт и различий в зависимости прежде всего от количества приходящей солнечной энергии, массы и оптической плотности атмосферы, периода вращения планеты. С этой точки зрения несомненный интерес представляют результаты изучения четырехсуточной циркуляции на Венере (устойчивого зонального течения газов, скорость которого на уровне облаков в 60 раз опережает скорость осевого вращения самой планеты), механизма возникновения пылевых бурь на Марсе, феноменальных систем циркуляции на Юпитере и Сатурне, природы Большого красного пятна и ряда пятен меньших размеров, оказавшихся свободными долгоживущими атмосферными вихрями.

Недавно обнаруженные масс-спектрометрическими измерениями в атмосферах Венеры и Марса значительные аномалии отношений первичных изотопов аргона к изотопу, образующемуся в результате радиоактивного распада калия, а также изотопных отношений ряда других элементов по сравнению с Землей указывают на определенные различия в формировании их газовых оболочек. Наряду с этим полученные данные не противоречат ранее высказывавшимся предположениям о том, что количество воды, потерянной Венерой из-за ее близости к Солнцу, может быть сопоставимо с ее содержанием в земных океанах. А вот Марс, вероятно, пережил более благоприятные климатические периоды в своей истории, когда его атмосфера была в десятки раз плотнее и по поверхности текли реки, многочисленные русла которых видны на фотоснимках.

Изучение тепловой эволюции планет и палеоклимата теснейшим образом смыкается с общими проблемами космогонии. Важнейшую роль играют при этом данные о физических свойствах и химическом составе всего многообразия тел Солнечной системы — больших и малых планет (астероидов), комет, а также метеорной пыли. С этой точки зрения большой интерес вызывают исследования колец планет, представляющих собой, по-видимому, реликт ранней стадии их формирования. Крупное значение имеет открытие колец у Юпитера и Урана, обнаружение тонкой структуры и неоднородностей в системе колец Сатурна, которые, вероятно, вызваны гравитационным воздействием ближайших спутников в эффектах электростатического взаимодействия между частицами колец, хотя высказываются и другие гипотезы.

Упомянутые сведения лишь в малой степени отражают тот совершенно ошеломляющий поток открытий фундаментального значения, который столь характерен для современного этапа изучения Солнечной системы. Эти результаты обогатили геофизику, от-

крыли перед ней принципиально новые возможности. Многочисленные, зачастую совершенно необычные, экспериментальные факты и рождаемые ими идеи позволяют выйти за пределы привычного круга представлений, взглянуть на проблемы с иных, более широких позиций.

Все это помогает выявлять важные закономерности сравнительно ограниченного по космическим масштабам мира, в котором мы живем, приблизиться к пониманию того, что происходило здесь в прошлом и чего можно ожидать в будущем. Подтверждено, например, единство элементного и минералогического состава вещества планет и метеоритов, выявилась общность характера тепловой эволюции, вулканической и тектонической активности и наблюдаемых геологических структур на планетах земной группы. В результате стало действительно возможным говорить о сравнительной геологии, сравнительной метеорологии и климатологии и, конечно, поставить на научную основу изучение происхождения небесных тел в непосредственной связи с проблемой ядерной и химической эволюции вещества Солнечной системы. Одновременно с этим намечается подход к пониманию причин, обусловивших уникальность природы Земли, приведших к возникновению и бурному развитию жизни лишь на одной из семейства планет.

Выход человека в космос положил начало периоду расширения сферы обитания за пределы Земли. Что же дальше? Космические экспедиции, высадки людей на планеты, их обживание, создание лунных, марсианских и других постоянно действующих баз? Нет сомнений, что человечество придет к этому новому этапу, но, конечно, в следующем тысячелетии. Прежде всего потому, что далеко не исчерпаны возможности автоматических станций. С другой стороны, имеющиеся технические средства пока еще мало пригодны для пилотируемых полетов в дальний космос. Наконец, не следует забывать о том, как много средств требует организация таких экспедиций. Их снаряжение и посылка должны быть результатом коллективных усилий ряда стран, актом международного сотрудничества в интересах всех людей на Земле.

Это может показаться фантастическим, но рождаются проекты изменения в более благоприятном направлении климатических условий на Венере и Марсе, будут созданы поселения на Луне и в космосе, начнется разработка вещества астероидов. Ученые все больше убеждаются в том, что человечество в третьем тысячелетии столкнется с необходимостью освоения новых территорий в ближайших окрестностях нашей звезды, максимального использования ее энергии, освоения богатств других планет и астероидов.

Перспектива перехода человечества к новому этапу своей истории, когда оно станет полноправным хозяином всей Солнечной системы, безусловно, научна. Она достойна того, чтобы люди планеты Земля объединили усилия в столь благородном начинании.

М. МАРОВ.

Доктор физико-математических наук, профессор.