

ПЕРВЫЕ ПАНОРАМЫ ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ)

Академик А.П.Виноградов, К.П.Флоренский, А.Т.Базилевский,

А.С.Селиванов

22.X.1975 г. со спускаемого аппарата (с.а.) станции «Венера-9» было передано на Землю телевизионное изображение участка поверхности Венеры. Три дня спустя с с.а. станции «Венера-10», опустившегося на расстоянии ~2000 км от первого, было получено изображение другого участка венерианской поверхности. Станции сели на дневную поверхность Венеры при высоком Солнце, и радиопередача с поверхности велась через трансляционный спутник (¹).

В настоящем сообщении приводятся результаты предварительного анализа изображений без устранения большинства помех, обработки видеосигнала на ЭЦВМ и фотограмметрических измерений. На станциях «Венера-9 и 10» установлены оптико-механические панорамные телекамеры с угловым разрешением ~1/3 градуса. Их оптическое устройство помещается на высоте 1 м от поверхности. Панораму, полученную станцией «Венера-9», в дальнейшем будем обозначать *I*, а панораму станции «Венера-10» — *II*. На панорамах видны вертикальные полосы, соответствующие интервалам времени, когда при непрерывном движении сканирующего устройства передача видеосигнала прекращалась и шла передача другой информации. Эти полосы разбивают поле панорамы на зоны, удобные для целеуказаний (*I*–7 на *I* и *0*–7 на *II*). Для этого же будем называть нижнюю часть панорамы зоной *A*, а верхнюю — зоной *B*. В левой части панорамы *I* видны

помехи — нерегулярная система вертикальных полос. На панорамах видна в разной степени разрушения каменистая поверхность. Характерно, что тени на деталях поверхности везде направлены в сторону посадочных аппаратов, что указывает на освещенность рассеянным светом. Видна линия горизонта, а над ней светлое небо Венеры. Четкость линий горизонта говорит о достаточно высокой прозрачности атмосферы и, как следствие, о ее малой запыленности.

В поле зрения *I* и *II* входит часть кольцевой опоры с.а. (*A3*, 4, 5) и датчик гамма-плотнмера (*A5*). На кольцевой опоре нанесены фотометрические марки, хорошо видимые на *II A3*, 4. Поскольку телевизионная система имеет автоматическую регулировку чувствительности (а.р.ч.), прямое сравнение яркости объектов на панораме без учета влияния а.р.ч. невозможно. Длина поперечной части датчика гамма-плотнмера ~40 см. На *II A3* виден отстреленный чехол иллюминатора телекамеры длиной ~40 см и шириной ~10 см.

С.а. «Венеры-9» сел на склоне значительной крутизны, возможно, вблизи подножья склона. На панораме *I* виден развал камней с преобладающим поперечником их в несколько десятков сантиметров, а в промежутках между камнями — грунт. О наличии крутого склона в месте посадки свидетельствуют показания бортового наклономера (~30°), характерное присыпание грунтом камней по склону (*IB3*, *B4*, *A6*), смещение (влево) от нормального положения линии горизонта (в правой части) панорамы (*IB6*, 7) (ср. с *II*), расстояние до которого по уменьшению угловых размеров камней оценивается здесь в несколько десятков метров.

Камни в россыпи темные, обычно имеют уплощенную форму. Эти грубые пластины, отколовшиеся по отдельности, чаще лежат на широкой стороне и лишь изредка торчат из грунта, опираясь на другой камень (*IB3*). На некоторых камнях видны ступенчатые отколы, подчеркивающие пластинчатый характер отдельности. Многие камни

имеют остроугольные очертания с четко выраженными ребрами (*I B2, B5, б*), что говорит о значительной твердости породы. Реже можно наблюдать следы некоторой округленности и смягчения остроты ребер (*I A5, б*). Интересен прямоугольный камень с зияющей трещиной (*I A2*), которая производит впечатление свежей и может быть связана с ударом аппарата при посадке.

Поверхность грунта более темная, чем обращенные кверху грани камней. Обращает на себя внимание структурированный щебенчатый или комковатый характер грунта. Это может быть связано с выносом пыли слабым ветром или процессом слипания грунта в комочки, например, при гидратации его атмосферным водяным паром. Оценочные термодинамические расчеты показывают, что содержащиеся в атмосфере малые количества водяного пара в условиях поверхности Венеры способны реагировать с рядом минералов магматических пород, давая новообразования типа тремолита, талька и других малогидратированных силикатов, типичных для метаморфических пород Земли.

Основной особенностью участка посадки с.а. «Венеры-10» является общая сглаженность рельефа. На панораме *II* видны несколько темных каменных глыб, слабо возвышающихся над еще более темной поверхностью относительно мелкозернистого грунта, в общем похожего на грунт вблизи с.а. «Венеры-9». Эти глыбы производят впечатление выходов коренных скальных пород. Отсутствие различных деталей рельефа на горизонте говорит о его достаточно большой удаленности. По-видимому, с.а. «Венеры-10» совершил посадку на местность типа равнины или плоскогорья.

Поверхность каменных глыб на участке посадки с.а. «Венеры-10» несет на себе разнообразные следы разрушения. Это, во-первых, глубокие, прямые почти вертикальные трещины (*II B4, A2*), пересекающие монолит породы и, вероятно, связанные с разрядкой

тектонических или кристаллизационных напряжений. Во-вторых, это сглаживание ребер раскола (*II A5, б*), напоминающее песчаную корразию в пустынях Земли. В-третьих, это изъязвление, коррозия поверхности породы с образованием отдельных темных пятен (ямок?) (*II A2, 5, B4* и т. д.), которые, вероятно, в дальнейшем развитии способны сливаться в линейные образования (*II A5, B5*) или крупные пятна, заполненные продуктами разрушения (*II B4*). Этот процесс более всего напоминает химический тип земного выветривания, выявляющего неоднородности минерального состава породы. На Венере причиной его может быть химическое взаимодействие пород с малыми компонентами атмосферы, особенно с водяным паром. Очевидно, процессы разрушения на поверхности (венерианское выветривание) довольно медленны, и поэтому они почти не успели проявиться на камнях, покрывающих активно развивающийся склон в месте посадки с.а. «Венеры-9», где следы корразии можно подозревать лишь в округленности камней около датчика гамма-плотногомера (*I A5, б*), а следы коррозии — в нечетко выраженной пятнистости некоторых камней (*I A3, A5*).

Таким образом, посадка в двух участках поверхности Венеры привела к открытию разных ландшафтов. Наличие крутого склона, покрытого россыпью остроугольных камней, свидетельствует о геологической молодости ландшафта на участке посадки с.а. «Венеры-9». Причиной формирования такого ландшафта, по-видимому, могли быть процессы вулcano-тектонической природы. Равнинный характер местности и проявления процессов выветривания каменных глыб свидетельствуют о зрелости ландшафта на участке посадки с.а. «Венеры-10». Следует отметить, что понятие молодости и зрелости ландшафта употребляется здесь только в относительном смысле и прямо не говорит об абсолютном возрасте или скорости процессов. Обоим ландшафтам присуща довольно высокая каменистость поверхности, что

согласуется с радиолокационными оценками средней плотности пород поверхности Венеры ($2,3 \pm 0,4 \text{ г/см}^3$) по ⁽²⁾ и позволяет считать эти ландшафты достаточно типичными для этой планеты.

Панорамы «Венеры-9» и «Венеры-10» показывают, что ландшафты Венеры похожи на некоторые пустынные ландшафты Земли. Возможно, что это сходство имеет глубокий смысл и связано с определенной близостью в строении коры этих планет. Определения концентраций K, U и Th в поверхностном слое Венеры, указывающие на наличие базальтоидных («Венера-9» и «Венера-10») и кислых («Венера-8») пород косвенным образом подтверждают это предположение. Известная сглаженность поверхности Венеры в глобальном масштабе ⁽²⁾ не противоречит выводу о возможной вулканотектонической активности на этой планете и может быть связана с повышенной пластичностью разогретой коры Венеры. Общая высокая каменистость поверхности Венеры (если она действительно имеет место) может служить указанием на слабую интенсивность процессов разрушения и переноса материала поверхности и на малую вероятность формирования мощных толщ осадочных пород.

Поступило
7.I.1976

Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И.Вернадского
Академии наук СССР Москва

ЛИТЕРАТУРА

¹ Сообщения ТАСС, «Правда», 23.X.1975; 26.X.1975.

² *А.Д.Кузьмин, М.Я.Маров*, Физика планеты Венера, М., «Наука», 1974.

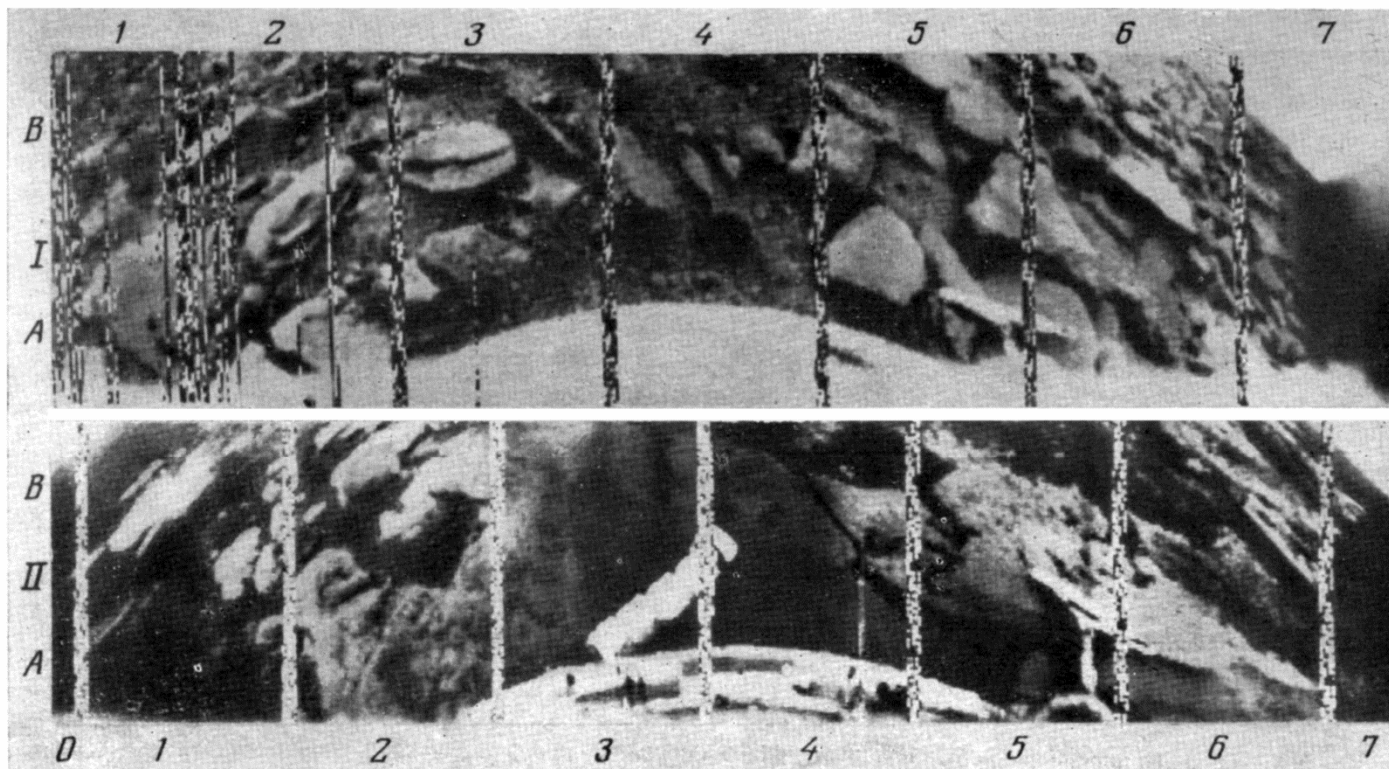


Рис. 1. Панорамы поверхности Венеры, полученные с с.а. «Венеры-9» (I) и «Венеры-10» (II). Номинальное поле зрения телекамер $40^\circ \times 180^\circ$. Ось панорамирования отклонена на $\sim 40^\circ$ от вертикальной оси аппарата, что позволяет на одной панораме получать изображение поверхности вблизи аппарата (центр панорамы) и при удалении от него (краевые части). Горизонт в такой проекции виден только на краях панорамы в виде наклонных линий. Для правильного представления о местности панораму надо рассматривать по частям, придавая горизонту привычное (горизонтальное) положение