

УДК 523.42

## ВЕНЕРА КАК ЕСТЕСТВЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ПОИСКА ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР: О СОБЫТИЯХ НА ПЛАНЕТЕ 1 МАРТА 1982 г.<sup>1</sup>

© 2012 г. Л. В. Ксанфомалити

Институт космических исследований РАН, Москва

Поступила в редакцию 28.07.2011 г.

Новые классы экзопланет сравнительно малой массы (“суперЗемли”), расположенные на низких орбитах у звезд невысокой светимости, обладают умеренно высокими температурами и давлением их атмосфер у поверхности. Подобные физические условия и состав атмосфер несовместимы с земной, аминокислотно-нуклеиновой формой жизни. Но следует ли их рассматривать как условия, несовместимые с любой формой жизни вообще? Рассматривая условия на Венере, как возможный аналог физических условий на низкоорбитальных экзопланетах типа “суперЗемля”, проведен новый анализ деталей панорам поверхности Венеры, полученных аппаратами ВЕНЕРА в 1975 и 1982 гг., в том числе изображений, не включенных ранее в обработку. Найдено несколько сравнительно крупных объектов, с размерами от дециметра до полуметра и необычной морфологией. Объекты наблюдались на одних, но отсутствовали на других изображениях, или изменяли свою форму. В статье излагаются полученные результаты и анализируются признаки, указывающие на реальность регистрации указанных объектов.

### ВВЕДЕНИЕ

Поиск “зон обитаемости” во внесолнечных планетных системах основан на постулате о “нормальных” физических условиях в “зоне обитаемости”, т.е. давлении, температуре, возможно, составе атмосферы, подобных земным. Разумеется, известные нам земные формы жизни нуждаются именно в “нормальных” физических условиях. Рисунок 1 представляет такую концепцию нормальных физических условий. Но не следует ли рассматривать такой подход как “земной шовинизм”? Иными словами, полностью ли исключается возможность того, что формы жизни могут существовать при совершенно других условиях, присущих многим экзопланетам?

За 16 лет, прошедших с 1995 г., было обнаружено более 500 экзопланет у других звезд. Положение гипотетической зоны обитаемости во внесолнечных планетных системах сравнивается, как правило, с ее положением в Солнечной системе (интервал орбит от Венеры до Марса).

Примерно 1/3 экзопланет обращается вокруг своих звезд на очень низких орбитах, что приводит к высокой температуре их поверхности (если таковая существует), до 1000 К. В тех случаях, когда удастся исследовать атмосферы таких “горячих юпитеров”, они действительно оказываются весьма горячими, а их состав безкислородным (Ксанфомалити, 2004; Barman, 2007; Richardson и др., 2007). Для тел меньших масс предполагают-

ся более низкие температуры (Klahr, Brandner, 2006; Udry и др., 2007; Charbonneau и др., 2009; Leger, 2009; Marcy, 2009; Mayor, 2009; Seager и др., 2009). По причинам методического характера

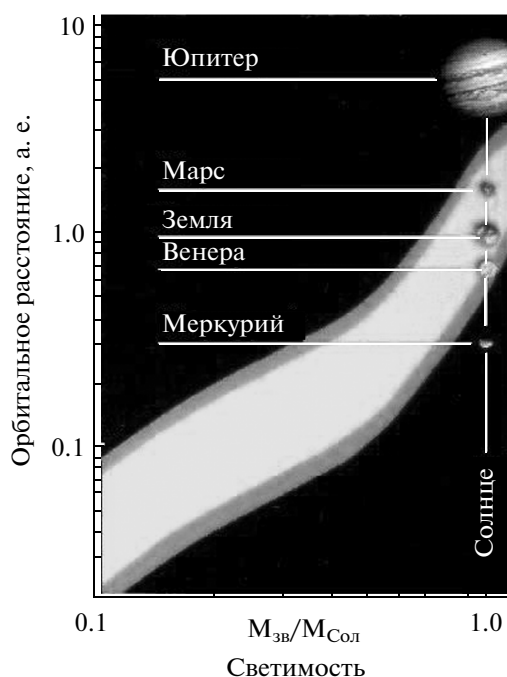


Рис. 1. Положение “комфортной зоны” (зоны обитаемости для аминокислотно-нуклеиновой формы жизни) в планетной системе, аналогичной Солнечной системе.

<sup>1</sup> Публикуется в порядке дискуссии.



Рис. 2. Панорама поверхности Венеры в точке посадки аппарата ВЕНЕРА-13.

прямых аналогов Земли пока не найдено. По оценкам, температура на поверхности экзопланеты типа “суперЗемля”, расположенной близко к звезде сравнительно невысокой светимости, может лежать в пределах 650–900 К. Можно высказать предположение, что при рассмотрении вопроса о зоне обитаемости многочисленной группы тел с умеренно горячими атмосферами не следует полностью исключать возможность существования жизни при относительно высоких температурах, несмотря на то, что экспериментальных данных такого рода пока нет, и, более того, на первый взгляд это кажется невозможным. Подробные исследования объектов, удаленных на десятки парсеков, при современном уровне исследовательских средств невозможны. Тем не менее, природной лабораторией для исследований такого рода могла бы быть планета Венера с ее плотной горячей (735 К) безокислительной  $\text{CO}_2$ -атмосферой и высоким, 92 бар, давлением на поверхности (Кузьмин, Маров, 1974; Ксанфомалити, 1985; Флоренский и др., 1983; Colin, 1983; Hunten и др., 1983).

Следует напомнить, что единственными существующими данными фактических наблюдений поверхности Венеры остаются результаты миссий советской серии ВЕНЕРА, выполнявшейся в 1970-х и 1980-х годах спускаемыми аппаратами в атмосфере и на поверхности Венеры (Кузьмин, Маров, 1974; Келдыш, 1979; Авдеевский и др., 1983; Селиванов и др., 1983а, 1983б; Бокштейн и др., 1983; Маров и др., 1983; Florenskiy и др., 1983; Ксанфомалити, 1985 и другие). Пример изображения, переданного одним из аппаратов ВЕНЕРА, показан на рис. 2. Никаких других аналогичных экспериментов с тех пор проведено не было, в первую очередь, из-за их крайней технической сложности.

После получения первых панорам поверхности планеты, переданных в 1975 г. аппаратами ВЕНЕРА-9, -10 вопрос о существовании живых форм на Венере вряд ли возникал. В качестве курьеза можно напомнить, что на первой панораме, переданной аппаратом ВЕНЕРА-9, выделялся неподвижный объект, странной симметричной

формы, напоминающей сидящую птицу, размера около 20 см. Объект привлекал внимание и комментировался как обманчивая форма камней (Ксанфомалити, 1978; Селиванов и др., 1979).

В течение 36 и 29 лет, прошедших с выполнения миссий ВЕНЕРА-9, -10 и ВЕНЕРА-13, -14 соответственно, автор неоднократно возвращался к полученным изображениям поверхности Венеры с целью выявления на них любых необычных элементов, наблюдающихся в реальных условиях Венеры. Толчком к ревизии и новым попыткам анализа прежних результатов миссий к Венере стал обширный поток новых результатов исследований экзопланет умеренной массы, среди которых должны встречаться и тела с физическими условиями, близкими к венерианским.

В основу нового анализа панорам Венеры был положен поиск необычных элементов по двум признакам. Поскольку работоспособность аппаратов сохранялась достаточно долго, было передано значительное число первичных телевизионных панорам. Опубликованные затем в печати изображения были созданы путем комбинирования наиболее удачных панорам, полученных в черно-белом и цветных вариантах. При имевшемся низком уровне помех, для получения черно-белого изображения было достаточно двух изображений, что позволяло исключить так называемые “телеметрические врезки” – информацию от других приборов спускаемого аппарата. Но кроме них существуют и другие первичные изображения, которые, в целом, охватывают значительное время работы аппарата. Таким образом, можно попытаться обнаружить: (а) какие-либо различия на последовательных изображениях (возникновение или исчезновение деталей изображения или изменение их вида) и понять, с чем такие изменения связаны (например, с ветром), и не имеют ли они отношения к гипотетической обитаемости планеты. Другой признак (б) искомым объектам – особенности их морфологии, отличающей их форму от обыкновенных деталей поверхности. Предлагаемая работа посвящена, в основном, результатам исследований изображений, переданных аппаратами ВЕНЕРА-13, -14.



Рис. 3. Аппарат ВЕНЕРА-13 при лабораторных испытаниях.

Наиболее интересны результаты ВЕНЕРЫ-13, переданные 1 марта 1982 г.

#### ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Экспресс-результаты выполнения миссий ВЕНЕРА-13, -14 были подробно представлены в тематических выпусках журнала “Космические исследования”. 1983. Т. XXI. Вып. 2–3.

Аппарат ВЕНЕРА-13 опустился в экваториальной зоне планеты в точке  $7.5^{\circ} S$ ,  $303.5^{\circ} E$ , к востоку от области Феба. Физические условия были следующими: температура 735 К, давление 92 бар. Газоанализаторы показывали, что атмосфера почти полностью состоит из  $CO_2$  (96.5%) и  $N_2$  (3.5%), плотность атмосферы  $65 \text{ кг/м}^3$ . Местное время было около 10 часов утра, солнечное зенитное расстояние  $37^{\circ}$ . В оценке освещенности сцены авторы значительно расходятся: от 135–450 лк (Селиванов и др., 1983а), до 3500 лк (Мошкин и др., 1983). Передача изображений началась сразу же после посадки.

Изображения поверхности Венеры были получены с использованием двух сканирующих фотометрических камер оптико-механического типа с одноканальным приемником, — фотоумножите-

лем ФЭУ-114 с мультищелочным фотокатодом (Селиванов и др., 1983а). Камеры были снабжены дисками стеклянных фильтров. Спектральные интервалы составляли 410–750 нм (без фильтра), 390–510 нм (синий), 490–610 нм (зеленый) и 590–720 нм (красный фильтр). Оптика камер была расположена на высоте 0.9 м над поверхностью. Камеры располагались по одной на противоположных сторонах посадочного модуля (рис. 3, 4). В отличие от обычных телевизионных систем, изображения, передававшиеся каждой из камер, были панорамными (горизонтальное поле около  $180^{\circ}$ ), с вертикальным расположением строк и с разрешением 211 точек (пикселей) на активной части строки. Угловой размер пиксела был 11 угл. мин. Изображения состояли из 1000 строк и передавались по радиолинии ненаправленной антенной радиопередатчика спускаемого аппарата (спираль вверху на снимке рис. 3) на спутник, находившийся на эллиптической орбите. Спутник ретранслировал данные с посадочного модуля на приемные станции Земли в реальном времени.

Оси сканирующих камер были расположены под углом  $50^{\circ}$  к вертикали, что позволяло разрешить миллиметровые детали поверхности в непосредственной близости к аппарату, и около 10 м у

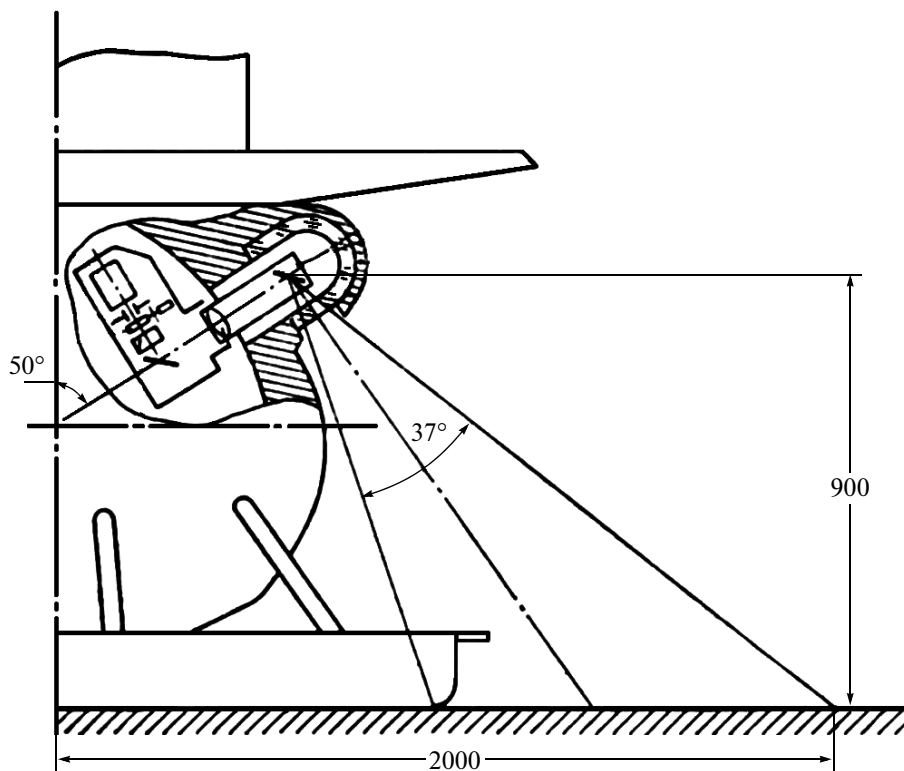


Рис. 4. Поле сканирующих камер (камеры установлены на противоположных сторонах аппарата).

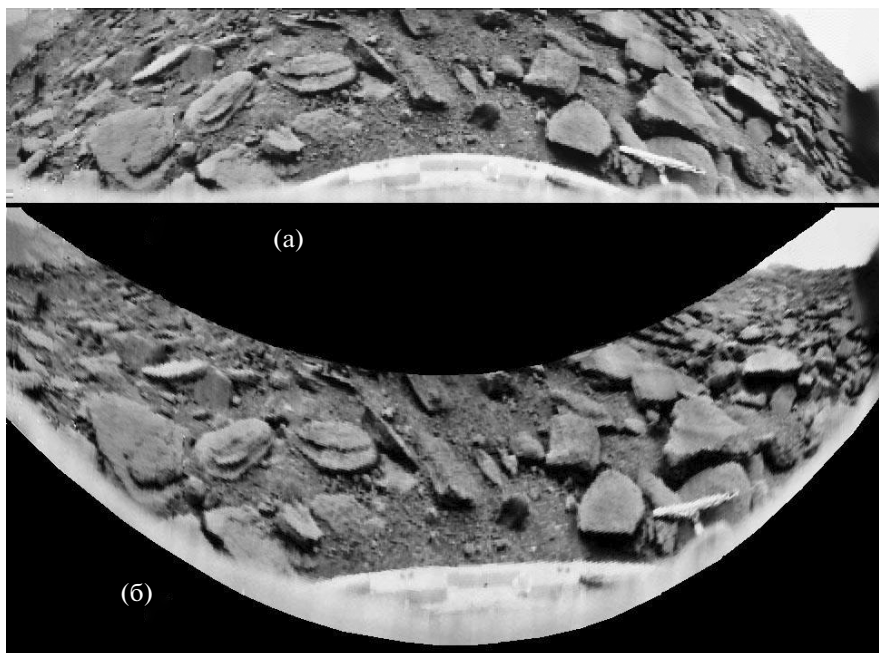


Рис. 5. Изображение, непосредственно переданное камерой ВЕНЕРЫ-9 (а), и панорама со скорректированной геометрией горизонта (б).

## Панорамы аппарата ВЕНЕРА-13

Серия V-13-1-1 Длинная	Содержание панорамы	Черно-белая	Красный фильтр	Зеленый фильтр	Синий фильтр	Черно-белая
	Время, мин	0–13	13–26	26–38	38–51	51–64
V-13-1-2 Короткая	Содержание панорамы		Красный фильтр	Зеленый фильтр		
	Время, мин		64–75	75–87		
V-13-1-6 Длинная	Содержание панорамы	Черно-белая	Красный фильтр	Зеленый фильтр	Синий фильтр?	
	Время, мин	87–100	100–113	113–126	126–139	

математического горизонта (на расстоянии 3.3 км на ровной поверхности). Наклон оси камеры вносит искажения. Если преобразовать изображение так, чтобы линия горизонта стала ровной, прямоугольное изображение превращается в площадь, ограниченную двумя дугами (рис. 5).

Процедура коррекции для панорам ВЕНЕРЫ-9 изложена в работе (Бокштейн и др., 1983), а новый расчет геометрии панорам ВЕНЕРЫ-13 выполнен Мошкиным (2011). Основная часть изображений, используемых в данной и последующих работах, геометрической коррекции не подвергалась, кроме специально оговоренных случаев.

Благодаря высокой эффективности тепловой защиты, повышение температуры аппаратов происходило достаточно медленно, несмотря на высокую температуру окружающей среды (Баклунов и др., 1983). 1 марта 1982 г. спускаемый аппарат ВЕНЕРА-13 проработал рекордно долго, 1 час

40 мин, как сообщалось официально. Если же рассматривать все полученные данные, в том числе с повышенными шумами, сигналы спускаемого аппарата принимались орбитальным аппаратом более 2 часов (в течение 126 мин, а по данным Гектина, одного из авторов эксперимента, 139 мин). Потеря радиосвязи между спускаемым и орбитальным аппаратами была, в конечном итоге, вызвана уходом орбитера за горизонт, хотя нарушения в работе опасно перегретого радиопередатчика спорадически отмечались задолго до того, как связь была потеряна окончательно. Не исключено, что ухудшение связи происходило также из-за физического эффекта неизвестной природы в атмосфере Венеры, наблюдавшегося несколько раз при работе более ранних советских и американских аппаратов (Ксанфомалити, 1985, гл. VI).

Сканирование одной панорамы ВЕНЕРА-13, с одновременной ее передачей, занимало 13 мин. В АЦП использовалось 9-разрядное кодирование. Обозначения камер, как V-13-1 и V-13-2, и панорам (как 1, 2, 6 и 3, 4, 5 соответственно) использовались в материале, переданном авторами эксперимента некоторым исследовательским группам США и опубликованном ими. Эти обозначения сохранены в настоящей работе. В первой серии (V-13-1-1), практически без шумов, после первого черно-белого изображения последовательно передавали красное, зеленое и синее изображения, после чего снова передавалось черно-белое изображение. (В тексте они обозначаются соответственно как V-13-1-1 BW1, R, G, B и BW2.) Таким образом, каждый пиксел изображений ВЕНЕРЫ-13 повторялся при сканировании несколько раз, как показано в таблице. Во второй серии с хорошим уровнем, почти без шумов, были переданы частично укороченные версии красной и зеленой панорам (V-13-1-2, R и G), но некоторые их части все же были потеряны из-за шума (рис. 6). После завершения серии 2 камера и радиопередача, конечно, не выключались и продолжали работать. В третьей серии (V-13-1-6) передавались черно-белое, красное, зеленое и синее изображения, все с разными типами шумов.

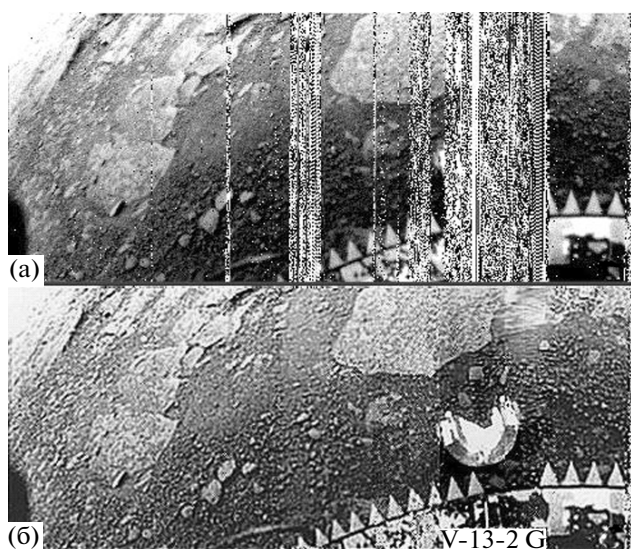


Рис. 6. Исходное изображение V-13-1-2 G с помехами (вверху) и его обработанная версия (внизу), где пораженные участки заменены фрагментами изображения V-13-1-1 G.

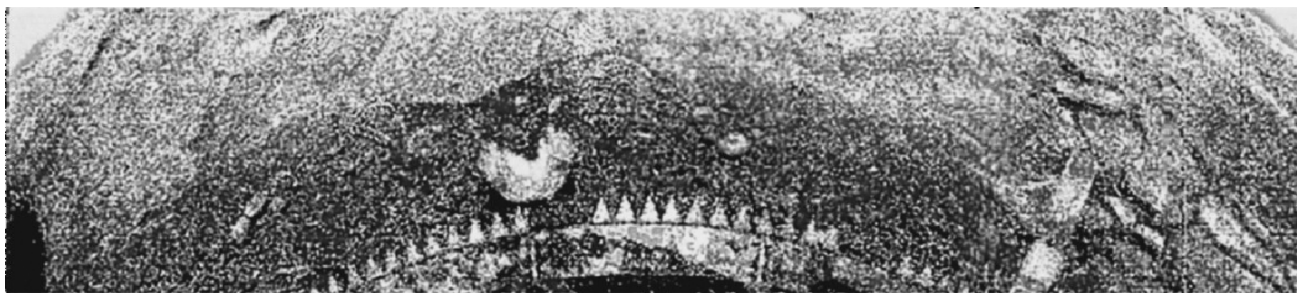


Рис. 7. Последнее оригинальное черно-белое изображение ВЕНЕРЫ-13 (V-13-1-6 BW).

Аналогичная последовательность с небольшими отличиями (сокращенными секторами цветных изображений) была передана второй камерой V-13-2. К ней относятся серии 3, 4, 5. Изображения, полученные в синей области спектра, были практически бесполезными, так как синие лучи атмосфера Венеры блокирует почти полностью. Наряду с видео информацией, по радиолинии передавались данные других приборов, для чего периодически, каждые 192 и 384 с, 8 строк изображения заполнялись другой телеметрической информацией (узкая вертикальная полоса в левой части рис. 6а). Впоследствии они заменялись теми же деталями, взятыми из других изображений.

Опубликованные цветные панорамы камеры 1 (Селиванов и др., 1983а) созданы на основе обработки данных первой и частично второй серии (V-13-1-1, V-13-1-2). Для синтеза цветных изображений этого было достаточно.

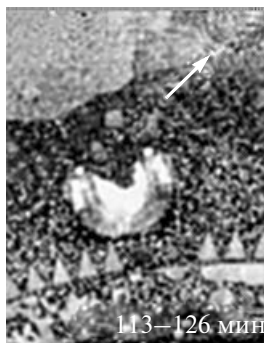
Серия 3, с повышенным уровнем шума, в опубликованных изображениях использована не была. Анализ характера шумов в изображениях серий 2, 3 авторами эксперимента не приводился. Исходя из анализа изображений и частных обсуждений с авторами эксперимента, можно предположить, что имелись по крайней мере три различных вида шумов. В серии V-13-1-2 (красное и зеленое изображения) появились помехи, создаваемые другими устройствами аппарата и как-то проникающими сквозь коммутатор на модулятор передатчика (рис. 6а). В третьей серии, в красной и зеленой панорамах V-13-1-6, над темными деталями присутствует шум, но светлые элементы остаются чистыми. Это может означать, например, смещение нулевого уровня АЦП (возможно, в большей степени для красного, в меньшей для зеленого) из-за разогрева аппарата в конце миссии. В черно-белом изображении V-13-1-6 есть также помехи, по-видимому, другого происхождения — белые точки (рис. 7). Изображение передавалось в негативе, поэтому мгновенное ослабление сигнала (возникавшее по неизвестным причинам) на входе приемника орбитального аппарата эквивалентно ярким точкам. Разумеется, это всего лишь возможное объяснение.

Во избежание недоразумений необходимо отметить два обстоятельства. В работе (Селиванов и др., 1983а) результаты, полученные камерой V-13-1, 1, 2 и 6 обозначены как “полученные камерой II”. В настоящей работе это камера V-13-1. При ретрансляции через орбитальный аппарат ВЕНЕРА-13 данные заносились в его память, а в последующем повторно сбрасывались на Землю. При этом для них использовались различные обозначения, в том числе V-13-1-1. Избежать путаницы можно как по различиям содержания изображения (например, по изменению расположения пыли на посадочном буфере аппарата), так и по телеметрическим вставкам. Хотя положение и хедеры вставок идентичны, их содержание различается.

**Необходимо подчеркнуть, что в настоящей работе при обработке исходных изображений какие-либо ретуширование, дорисовывания, дополнения, или корректировка изображений полностью исключались.** Также категорически исключалось применение любой версии программы Photoshop. Где необходимо, фрагменты первичного изображения представлены вместе с обработанными версиями для сравнения. При необходимости контрастность и яркость изображения корректировались. Если структура шума позволяла, можно было применить операцию “размытие” вместе с низким уровнем “повышения резкости” стандартной программы Microsoft Office системы Windows.

Изображения, которые в предлагаемой работе используются для поиска каких-либо объектов или явлений, связанных с их появлением, изменением или исчезновением, получены, в основном, камерой V-13-1 аппарата ВЕНЕРА-13, в сериях 1, 2 и 6. Представленный анализ деталей изображений поверхности Венеры опирается, главным образом, на последовательность из 9 панорам камеры V-13-1, полученных последовательно, в течение 2 ч 06 мин. (Последнее изображение, в синем фильтре, не рассматривается.) Свойства панорам перечислены в таблице.

Кроме того, использовались серии 3, 4, 5 камеры V-13-2. Длительность работы камеры V-13-2 составляла 60 мин.



**Рис. 8.** Крупный объект “диск”, 0,34 м в диаметре, виден справа на верхней границе изображения (нижняя часть круглого образования).

### ОБНАРУЖЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ХАРАКТЕРА

Анализ деталей изображений поверхности позволил выделить несколько объектов, удовлетворяющих критериям, сформулированным выше. Для удобства изложения им присвоены условные названия, которые, однако, остаются только условными названиями и ни к чему не обязывают.

1. **“Диск”, изменяющий свою форму.** Ниже фрагменты последовательных изображений представлены как кадры временной последовательности. Среди сравнительно крупных исчезающих или изменяющихся объектов, в первую очередь, это “Диск” (рис. 8, стрелка). Объект имеет правильную форму и относится к поверхности планеты, так как подобные по форме части с посадочного аппарата не сбрасывались. “Диск” срезан верхней границей изображения, видна его нижняя половина (0,34 м в диаметре).

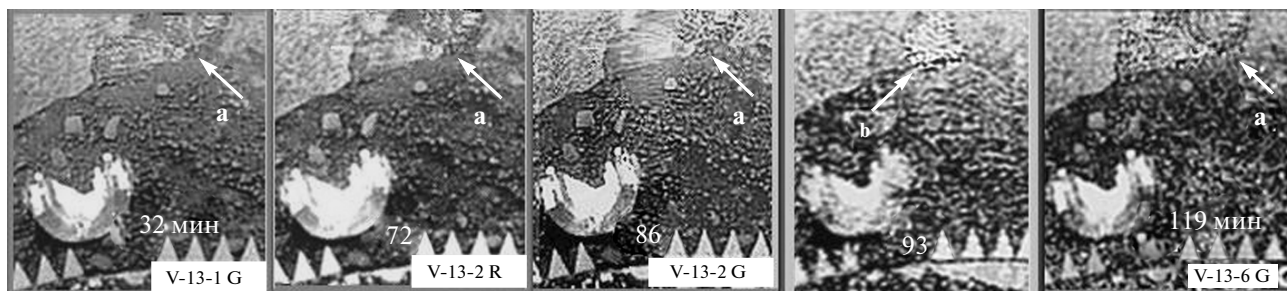
Положение “диска” относительно верхней границы немного изменяется на последующих панорамах из-за прогрева аппарата и незначительного изменения положения оптической оси сканирующей камеры. Если подбирать морфологический аналог, условным названием могла бы быть “гигантская раковина”. На рис. 8 к “диску”

примыкает вытянутая структура, напоминающая метелку. На рис. 9 показана последовательность изображений “диска” (стрелки а) и его окружения. В нижней части кадров указан примерный момент прохождения сканером изображения “диска”.

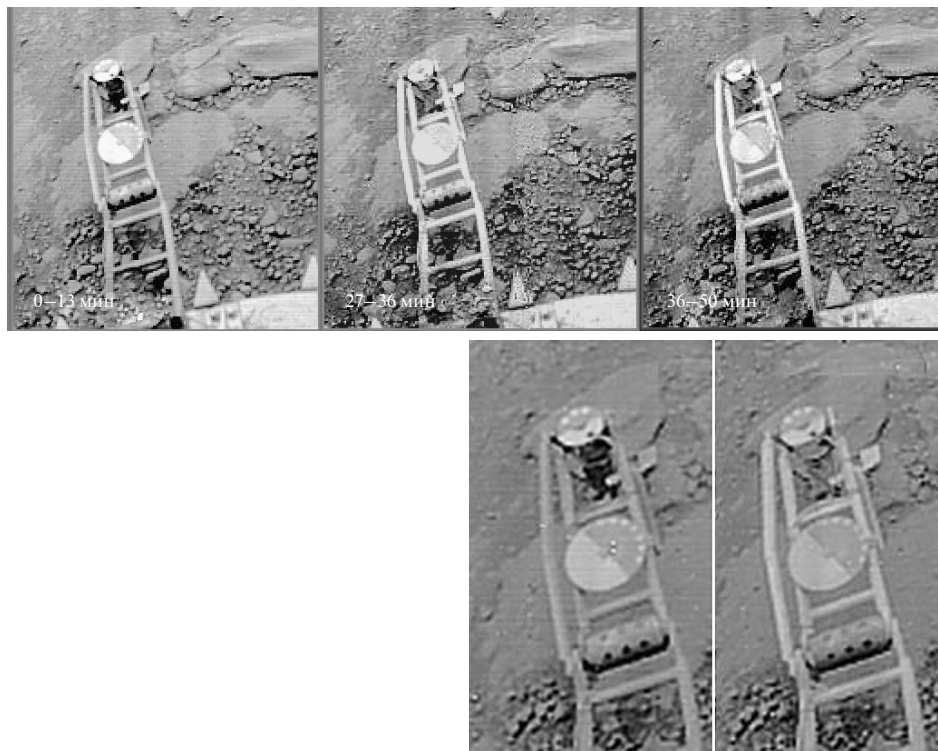
На первых двух кадрах рис. 9 (32 и 72 мин) вид “диска” и “метелки” почти не меняется, но на 72 мин в нижней части “диска” появилась короткая дуга. На кадре (86 мин) дуга удлинилась в несколько раз, а “диск” стал делиться на фрагменты. На следующем кадре (93 мин), вместо “диска” появился примерно тех же размеров симметричный светлый объект (стрелка б) правильной формы, образованный многочисленными угловыми складками типа шевронов. Ориентация полос “шевронов” другая, чем у “метелки”. От нижней части “шевронов” отделились многочисленные дуги, подобные одиночной дуге на кадре 86 мин, которые закрыли собой всю поверхность, прилегающую к крышке телефотометра. “Диск” на кадре 93 мин не виден. В отличие от “метелки”, под “шевронами” видна тень, что указывает на рельефность “шевронов”. Через 26 мин, на последнем кадре рис. 9 (119 мин), “диск” и “метелка” полностью восстановились, а “шевроны” и дуги исчезли бесследно. Возможно, объект переместился за верхнюю границу изображения. “Диск” на последнем кадре виден наиболее четко. Таким образом, рис. 9 охватывает полный цикл изменений формы диска. По-видимому, “шевроны” как-то связаны и с дугами, и с “диском”.

2. **“Черный лоскут”** у конуса для измерения механических свойств грунта.

На стороне камеры V-13-2 аппарата ВЕНЕРА-13 (рис. 3) имелся прибор для измерения механических свойств грунта (Кемурджиан и др., 1983). После посадки освобождалась защелка, ферма маятникового типа распрямлялась под действием пружины и измерительный конус (штамп), кинетическая энергия которого была известна, углублялся в грунт (рис. 10). Длина фермы составляла 600 мм. Так как в общие цели миссии был включен анализ малых составляющих атмосферы и



**Рис. 9.** Изменения положения и формы объектов “диск” (стрелка а) и “шевроны” (стрелка б). Примерный момент прохождения сканером изображения “диска” указан в нижней части кадров.



**Рис. 10.** Неизвестный объект “Черный лоскут” возник где-то в течение первых 13 мин после посадки, вокруг конического измерительного молотка, который частично углубился в грунт. Последующие изображения (полученные от 27 до 50 мин после посадки) показывают чистую поверхность конического молотка, объект “Черный лоскут” отсутствует. Справа, на изображениях с повышенной четкостью, детали механизма видны на фоне черного объекта, что указывает на его положение и полупрозрачность.

грунта, любое присутствие органических, обугливающих материалов на инструменте и на внешних частях самого спускаемого аппарата исключалось, как и любое отделение от аппарата каких-либо пленок. В наземных испытаниях этим условиям уделялось большое внимание. После посадки крышки телевизионных камер (белые полуцилиндры на изображениях рис. 6 и далее) отбрасывались с помощью пиропатронов. Одновременно открывалось несколько других инструментов. На первом изображении рис. 10 (полученном в интервале 0–13 мин после посадки) можно видеть, что вокруг измерительного конуса для измерения механических свойств грунта по всей его высоте возник окутывающий его вертикально вытянутый черный предмет неизвестного происхождения, “черный лоскут”, размерами около 60 мм (рис. 10). На двух последующих изображениях, полученных через 27 и 36 мин соответственно, объект исчез бесследно. Из сравнения с другими, рассмотренными ниже объектами, одним из возможных объяснений может быть то, что появление черного объекта как-то связано с разрушением грунта измерительным конусом.

Объект не может быть дефектом панорамы: на более подробных изображениях на рис. 10, справа, видно, что детали механизма проецируются на

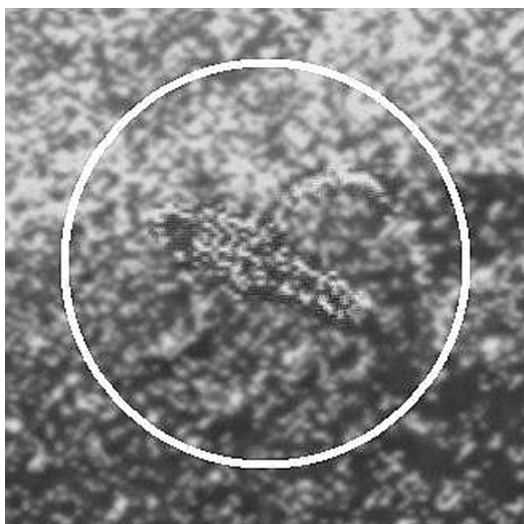
объект, а некоторые детали механизма частично видны сквозь “лоскут”.

Другой объект типа “черный лоскут” был обнаружен с другой стороны аппарата, под сброшенной крышкой телефотометра. Сведения о нем будут представлены в другой статье.

Наиболее интересны объекты, наблюдавшиеся со стороны камеры V-13-1. Изображения почти всех из них были получены в течение последних 40 мин работы аппарата (изображения V-13-1-6 BW и G). В последнем разделе приводятся предположительные сведения о том, почему они появились в конце работы аппарата.

3. “Скорпион”. Наиболее интересный объект, условное название “Скорпион” (рис. 11), появился около 90-й минуты на изображении V-13-1-6 BW, вместе с примыкающим справа “полукольцом”. Перед появлением изображения “скорпиона” спускаемый аппарат проработал уже более 1 ч 27 мин (начало сканирования изображения V-13-1-6 BW), поэтому наше первое предположение состояло в том, что эта регулярная структура представляет продукт разрушения какой-то части самого аппарата. Но в дальнейшем спускаемый аппарат ВЕНЕРА-13 продолжал работать еще целый час. Работоспособность систем свидетельствава-





**Рис. 11.** Объект “Скорпион” появился на изображении V-13-1-6 BW примерно на 90-й минуте после посадки аппарата. На последующих изображениях “Скорпион” отсутствует.

ла, что разрушения еще не произошло, иначе все устройства отказали бы из-за катастрофического перегрева.

Анализ имеющейся технической документации показал также, что все внешние операции (например, сброс крышек, работа буровой установки) был завершен за минимальный промежуток времени, не более 30 мин, и что больше ничего от аппарата не отделялось. Предположение об отделившейся детали противоречит также тому обстоятельству, что на последующих изображени-

ях объект отсутствует. Как показано ниже, появление и последующее исчезновение “скорпиона” связано, по-видимому, с разрушением и боковым выбросом грунта при посадке аппарата, а не с прямым воздействием ветра. В работе (Ксанфомалити и др., 1983) приводятся сведения о том, что скорость ветра в этот период только снижалась.

Последовательность выделения и обработки изображения объекта “Скорпион” показана на рис. 12, 1–4. На рис. 11 объект находится слева от центра. Длина объекта около 170 мм.

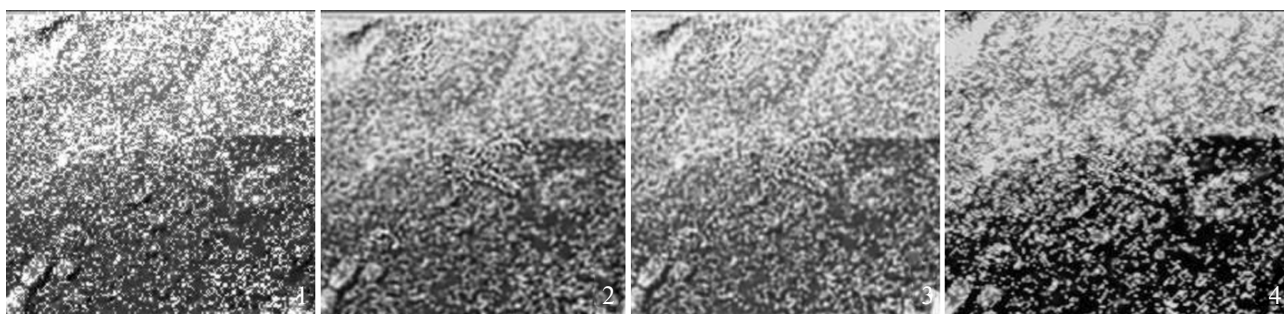
По-видимому, сложная и регулярная форма “скорпиона” не может быть результатом случайного сочетания светлых, полутонных и темных точек. Изображение “скорпиона” состоит из  $m = 940$  точек, а число точек в панораме, охватывающей  $177^\circ$ , составляет  $n = 2.08 \times 10^5$ . Вероятность  $p$  образования такого изображения, если учитывать хотя бы число сочетаний  $C_n^m$ , есть  $1/C_n^m$ , где

$$C_n^m = n!/[m!(n-m)!],$$

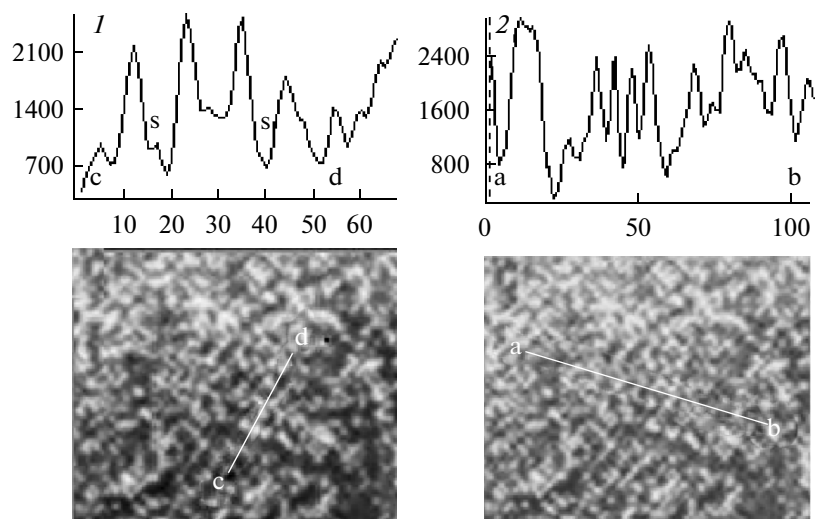
что составляет чудовищную величину, а вероятность  $p \ll 10^{-100}$ . Иными словами, вероятность случайного появления изображения объекта исключается. Кроме того, есть физическое указание на его реальность. На рисунках можно видеть тень под объектом, что иллюстрируют также глубокие минимумы  $s-s$  фотометрического сечения  $s-d$  на рис. 13, 1. Образование теней, конечно, невозможно от случайного сочетания точек. Тени показывают, что объект является рельефным образованием и находится над поверхностью.

Объект “Скорпион” имеет сложную структуру, напоминающую некоторых крупных земных паукообразных или насекомых (сечение  $a-b$  на рис. 13, 2). В непосредственной близости от него находится образование в форме полукольца. (Сведения о нем также будут представлены в другой статье.)

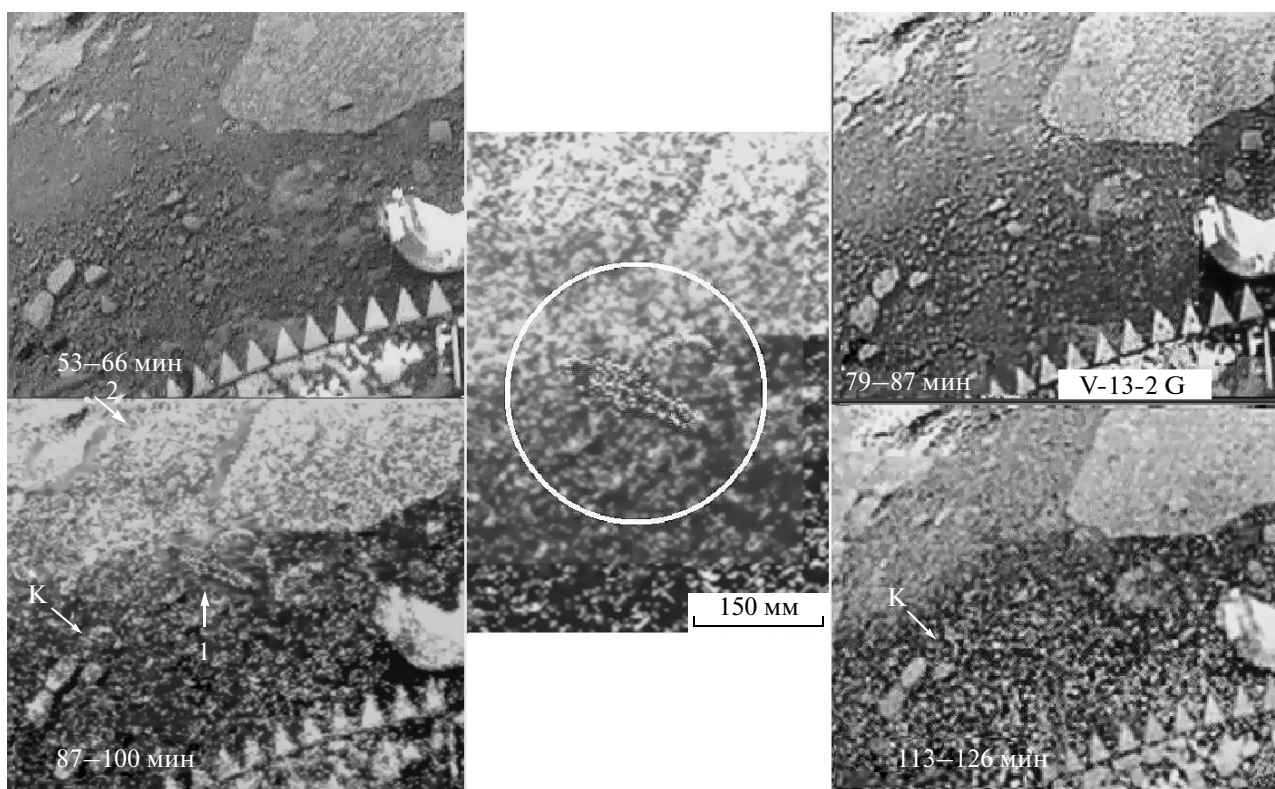
На предыдущих изображениях, полученных до 87 мин, объект отсутствовал (рис. 14). К сожалению, предшествующее изображение V-13-1-2 R,



**Рис. 12.** 1 – исходное изображение с минимальным уровнем размытия (2-я градация), 2 – изменены яркость и контрастность изображения, усилено размытие и повышена резкость, 3 – изменены яркость, контрастность и в оригинале добавлены настройки цвета, характерные для поверхности Венеры, 4 – выполнена гамма-коррекция.



**Рис. 13.** Объект “Скорпион” отбрасывает тень (s–s, на фотометрическом сечении с–d, 1). Его сложную регулярную структуру иллюстрирует сечение а–b, кривая 2.

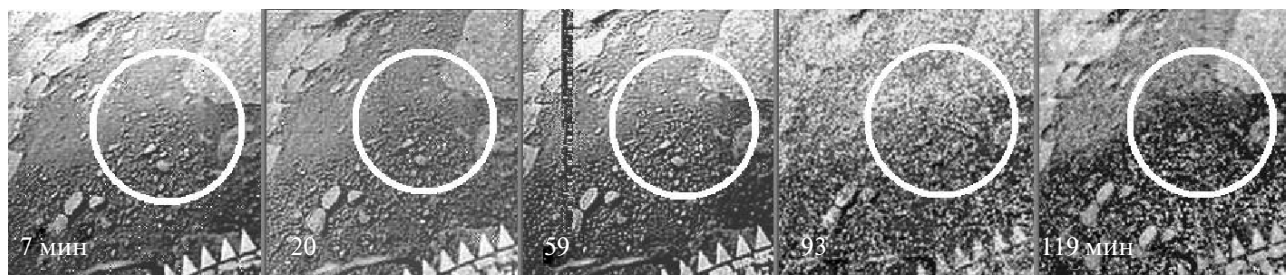


**Рис. 14.** Объект “Скорпион” (1) появился на панораме, снимавшейся с 87 по 100 мин. На изображениях, полученных до 87 и после 113 мин, объект отсутствует. Малоконтрастный объект 2, вместе с клочковатой светлой средой, также присутствует только на панораме 87–100 мин. На кадрах 87–100 и 113–126 мин, слева, в группе камней появился новый объект К, с изменяющейся формой. Его нет на кадрах 53–66 и 79–87 мин. В центральной части рисунка показан результат обработки изображения и размеры “Скорпиона”. Для оценки размеров можно указать, что зубцы на посадочном буфере разделены расстоянием 50 мм, а размеры крышки 200 × 160 мм.

относящиеся к 66–79 мин, в этой части полностью испорчено шумом и здесь не приводится.

Объект отсутствует и на последующих изображениях V-13-1-2 R, G (начало 100 и 113 минут).

Вероятная причина может быть в том, что если объект перемещался, то по мере удаления от сканирующей камеры разрешение изображений ухудшалось. На расстоянии 3–4 м объект становится



**Рис. 15.** Последовательные изображения участка грунта, выброшенного при посадке в сторону бокового движения аппарата. Указаны примерные минуты сканирования соответствующего участка. На кадре 119 мин на месте объекта “Скорпион” осталась небольшая канавка.

неотличимым от камней. Как минимум, на такое расстояние объект должен был отдалиться за 26 минут – время следующего возвращения сканера к тем же строкам на незашумленной панораме.

Как отмечалось выше, из-за наклона оси камеры возникают искажения изображения (см. рис. 5). Но вблизи камеры искажения невелики и исправления не требуются. Возможна другая причина искажений – перемещение объекта во время сканирования. На съемку панорамы V-13-1-6 BW было затрачено 780 с, а на участок изображения со “Скорпионом” 32 с. Смещение объекта могло вызвать, например, его кажущееся удлинение или сокращение на изображении.

Отметим еще раз, что при обработке изображений никакая ретушь или дорисовывание не применялись. Обработка панорамы V-13-1-6 BW заключалась в снижении точечных шумов путем последовательного применения минимальных уровней “размытия” и “резкости” с помощью стандартной программы Microsoft Office системы Windows и выбором необходимых контраста и яркости изображения. Вид объекта “Скорпион” на рис. 14 полностью соответствует его виду на панораме V-13-1-6 BW.

В левой части рис. 14, где видна группа из трех камней размерами по 40–50 мм, на кадрах 87–100 и 113–126 мин появился еще один, четвертый объект, округлой формы (стрелка К), размером около 50 мм. На предыдущих кадрах (53–66 и 79–87 мин) его нет. На кадре 113–126 мин объект заметно переместился, а форма его изменилась. Небольшие его размеры не позволяют различить подробности, но существенным может оказаться то обстоятельство, что объект **К перемещался против ветра** (о направлении ветра см. ниже).

#### ЧТО МОГЛО ПРОИСХОДИТЬ ВОКРУГ ВЕНЕРЫ-13 НА 90-й МИНУТЕ?

В попытках найти объяснение появлению “Скорпиона” на поздней панораме были сопоставлены следующие факты.

1. Объект “Черный лоскут” (камера V-13-2) исчез после первого изображения.

2. На всех последующих панорамах камеры V-13-2 перемещающиеся объекты не обнаружены. Работа камеры прекратилась на 59 мин.

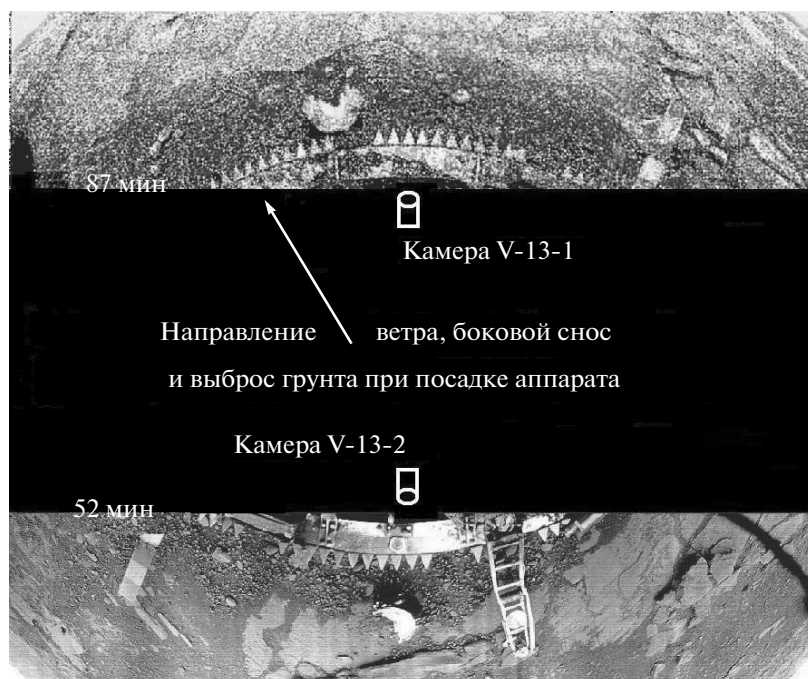
3. За это время на панорамах камеры V-13-1 перемещающиеся объекты также не обнаружены, а 2 последующие панорамы зашумлены настолько, что для работы годятся лишь их небольшие части.

4. “Скорпион” появился только около 90-й мин, а на изображении, полученном через 26 мин, он уже отсутствовал.

5. Сопоставление вида поверхности с двух сторон от аппарата показывает сравнительно консолидированный грунт со стороны камеры V-13-2 и рыхлый, раздробленный грунт со стороны камеры V-13-1 (рис. 16).

6. Грунт, выброшенный на посадочный буфер, виден только со стороны камеры V-13-1, противоположная сторона осталась сравнительно чистой. Это обстоятельство отмечалось уже в экспресс-публикациях.

Среди возможных гипотез для объяснения позднего появления “Скорпиона” ключевым фактом может быть именно односторонний выброс грунта. При посадке вертикальная скорость аппарата, найденная динамическим методом, составляла 7.6 м/с (Авдуевский и др., 1983), а боковая была в пределах ошибок метода. Естественно ожидать, что она была примерно той же, что и скорость ветра (0.3–0.5 м/с, см. ниже). Удар составлял 50g Венеры. Аппарат разрушил грунт на глубину около 5.4 см (Авдуевский и др., 1983) и выбросил его в сторону бокового движения. Именно поэтому запорошенность буфера и поверхности видны главным образом со стороны камеры V-13-1 (рис. 16). Благодаря удачному стечению обстоятельств, вся серия V-13-1 мало зашумлена, а панорама серии V-13-6 G поддается операции снижения шума, причем все они представлены в 9-разрядном формате TIFF. Места появления “Скорпиона” были изучены на всех доступных панорамах. Результаты представлены на рис. 15. На первом изображении (7 мин), на вы-



**Рис. 16.** После удара спускаемого аппарата о поверхность (с ускорением около 50g Венеры, Авдеевский и др., 1983) разрушение и выброс грунта при посадке происходили в сторону ветра, боковой скорости и смещения аппарата, примерно в сторону камеры V-13-1, а поверхность и части аппарата со стороны камеры V-13-2 оставались сравнительно чистыми.

брошенном грунте видна неглубокая продолговатая канавка, длиной около 100 мм. На втором изображении стороны канавки приподняты, а длина увеличилась примерно до 150 мм. Ориентация канавки такова же, как и у “Скорпиона”. На изображении 59 мин из канавки появилась регулярная структура “Скорпиона”.

На 93-й минуте “Скорпион”, по-видимому, полностью выбрался из засыпавшего его грунта, слой которого, вероятно, не превышал нескольких сантиметров. Таким образом, на операцию спасения объекту понадобилось около 1.5 час. Можно предположить, что это указывает на его ограниченные физические возможности. На изображении 119-й мин его уже нет.

В качестве альтернативной причины перемещения объекта рассматривалась возможная роль ветра. При высокой плотности атмосферы у поверхности Венеры ( $65 \text{ кг/м}^3$ ) динамическое воздействие ветра эквивалентно его 8-кратной скорости в атмосфере Земли. Скорость ветра на Венере измерялась во многих экспериментах, например, по остаточным разностям доплеровского сдвига частоты радиопередатчика (Кержанович и др., 1983), и для ВЕНЕРЫ-13 в указанной работе оценивалась в пределах 0.3 м/с. Скорость ветра в точках посадки ВЕНЕРЫ-13 и -14 измерялась также путем наблюдений перемещения пыли на посадочном буфере спускаемого аппарата (Селиванов и др., 1983б; Ксанфомалити и др., 1983) и

по акустическому шуму ветра в микрофоне прибора ГРОЗА (Ksanfomality и др., 1983; Ксанфомалити и др., 1983). Благодаря низкому расположению микрофона (140 мм над поверхностью), скорость ветра 0.43–0.48 м/с, найденную в эксперименте (Ксанфомалити и др., 1983), можно относить и к объекту “Скорпион”. При скорости ветра 0.48 м/с и плотности атмосферы  $65 \text{ кг/м}^3$ , скоростной напор ветра  $\rho v^2$  на площадь сечения “Скорпиона” дает давление ориентировочно около 0.08 Н, что вряд ли достаточно для перемещения объекта.

### ВОЗМОЖНЫЙ СЦЕНАРИЙ СОБЫТИЙ

Не обсуждая существующие представления о невозможности жизни в условиях Венеры, сделаем смелое предположение, что морфологические признаки все же позволяют предположить, что часть найденных объектов имеет свойства живых существ. С учетом изложенного выше, можно предложить следующий сценарий, объясняющий, почему в первый час работы никаких объектов, кроме “черного лоскута” не наблюдалось, а “Скорпион” появился только через 1.5 часа (как и 2 или 3 других объекта, которые будут описаны в другой работе).

1. При посадке из-за небольшой боковой скорости аппарата, направленной примерно в сторону камеры V-13-1, при сильном ударе о поверхность (50g Венеры) аппарат разрушил грунт на глубину около 4.5 см (Авдеевский и др., 1983) и

выбросил его в сторону бокового движения. Поэтому запорошенность буфера и поверхности видны главным образом со стороны камеры V-13-1 (рис. 16). С этой же стороны спектрофотометр на борту ВЕНЕРЫ-13 зарегистрировал 2-кратное уменьшение сигнала в течение 7–10 с, вероятно, из-за поднявшегося облака пыли (Мошкин и др., 1983).

2. Вначале аппарат издавал сильный шум, отстреливались пиропатроны (Баклунов и др., 1983) и работала буровая установка, также с пиротехническими механизмами (Бармин, Шевченко, 1983). Можно предположить, что “обитатели” со стороны камеры V-13-2, если они там существовали, покинули опасный район. Но со стороны камеры V-13-1 они уйти не успели, их засыпал выброшенный грунт. По-видимому, физические возможности засыпанных объектов были невелики, так как они выбирались, медленно освобождаясь из-под засыпавшего их грунта (или крышки, другая публикация), что объясняет 1.5-часовую задержку их появления.

3. Совпадение времени сканирования панорамы V-13-1-6 ВВ с появлением объекта “Скорпион”, который, по-видимому, еще не был способен двигаться, было большой удачей эксперимента. К удачам следует отнести и само положение сцены съемки, где имеющееся разрешение позволило проследить все развитие описываемых событий, а также исчезновение объекта наблюдений на заключительной панораме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с интересом к возможной обитаемости определенного класса экзопланет, обладающих умеренно высокой температурой поверхности, со всей возможной тщательностью были заново рассмотрены результаты телевизионного исследования поверхности Венеры, выполненного в миссии ВЕНЕРА-13 в 1982 г. Планета Венера рассматривалась как природная высокотемпературная лаборатория. Наряду с ранее опубликованными изображениями, изучению подверглись маргинальные образцы панорам, не включенные в основную обработку из-за частичной зашумленности. В работе обнаружены появляющиеся, изменяющиеся или исчезающие объекты заметных размеров, от дециметра до полуметра, случайное возникновение изображений которых благодаря шуму трудно объяснить. Обнаружены возможные свидетельства того, что некоторые из найденных объектов, обладающих сложной регулярной структурой, были частично засыпаны грунтом, выброшенным при посадке аппарата, и медленно освобождались из него.

Сканирующие камеры аппаратов ВЕНЕРА-13 и -14 предназначались для составления общих

представлений о поверхности планеты и не предполагали задач поиска возможных обитателей Венеры. Специальная миссия, если она когда-либо состоится, должна быть существенно более сложной.

Чтобы не перегружать настоящую статью, в нее не включены другие аналогичные имеющиеся материалы по ВЕНЕРЕ-13 и другим миссиям серии ВЕНЕРА, которые намечено опубликовать отдельно.

На разных стадиях работы интерес к ней проявляли многочисленные коллеги, которые вникали, высказывали как позитивные, так и скептические, но всегда полезные мнения. Это Г.А. Аванесов, А.Ю. Бубнов, О.Л. Вайсберг, Ю.М. Гектин, Т. Герелс, Л.М. Зеленый, Н.С. Кардашев, Р.Р. Назиров, Л.Н. Никитин, Б.Е. Мошкин, А.Ю. Розанов, А.С. Селиванов и многие другие. Не приводя их положение, степени и академические звания, выражаю всем им свою глубокую признательность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдуевский В.С., Годнев А.Г., Захаров Ю.В. и др.* Оценка физико-механических характеристик грунта Венеры по измерениям ударных перегрузок при посадке АМС “Венера-13, 14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 3. С. 331–350.
- Бармин И.В., Шевченко А.А.* Грунтозаборное устройство АМС “Венера-13” и “Венера-14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 171–175.
- Баклунов А.М., Карягин В.П., Ковтуненко В.М. и др.* Автоматические межпланетные станции “Венера-13” и “Венера-14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 151–153.
- Бокштейн И.М., Кронрод М.А., Чочиа П.А., Гектин Ю.М.* Обработка телевизионных панорам поверхности Венеры переданных АМС “Венера-13, 14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 190–200.
- Келдыш М.В.* (ред.) Первые панорамы поверхности Венеры. М.: Наука, 1979. 132 с.
- Кемурджиан А.Л., Бродский П.Н., Громов В.В. и др.* Предварительные результаты определения физико-механических свойств грунта Венеры на АМС “Венера-13, 14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 3. С. 323–330.
- Кержанович В.В., Анцибор Н.М., Кустодиев В.Д. и др.* Вертикальные профили ветра в атмосфере Венеры по доплеровским измерениям АМС “Венера-13, 14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 3. С. 211–217.
- Ксанфомалити Л.В.* Планеты, открытые заново. М.: Наука, 1978. 152 с.
- Ксанфомалити Л.В., Горошкова Н.В., Хондырев В.К.* Скорость ветра у поверхности Венеры по акустическим измерениям // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 218–224.
- Ксанфомалити Л.В.* Планета Венера. М.: Физматлит, 1985. 376 с.
- Ксанфомалити Л.В.* О природе объекта 209458b // Астрон. вестн. 2004. Т. 38. № 4. С. 300–308.

- Кузьмин А.Д., Маров М.Я.* Физика планеты Венера. М.: Наука, 1974. 408 с.
- Маров М.Я., Бывшев Б.В., Баранов И.П. и др.* Исследование облаков Венеры при помощи нефелометров на станциях “Венера-13” и “Венера-14” // Космические исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 269–278.
- Мошкин Б.Е., Экономов А.П., Мороз В.И. и др.* Спектрофотометрический эксперимент на спускаемых аппаратах “Венера-13” и “Венера-14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 2. С. 236–245.
- Мошкин Б.Е.* Расчет реальной геометрии изображения панорам поверхности Венеры, переданных аппаратами “Венера-13, 14” в 1982 г. (ИКИ РАН, неопубликованная работа).
- Селиванов А.С., Панфилов А.С., Нараева М.К. и др.* Фотометрическая обработка панорам поверхности Венеры. В изд. Первые панорамы поверхности Венеры / Ред. Келдыш М.В. М.: Наука, 1979. С. 68–79.
- Селиванов А.С., Гектин Ю.М., Герасимов М.А. и др.* Продолжение телевизионного исследования поверхности Венеры со спускаемых аппаратов // Космич. исслед. 1983а. Т. 21. № 2. С. 176–182.
- Селиванов А.С., Гектин Ю.М., Нараева М.К. и др.* О динамических явлениях, зарегистрированных на панорамах поверхности Венеры, переданных спускаемыми аппаратами “Венера-13, 14” // Космич. исслед. 1983б. Т. 21. № 2. С. 200–204.
- Флоренский К.П., Николаева О.В., Волков В.П. и др.* Об окислительно-восстановительных условиях на поверхности Венеры по данным аппаратов “Венера-13” и “Венера-14” // Космич. исслед. 1983. Т. 21. № 3. С. 351–354.
- Barman T.* Identification of absorption features in an extrasolar planet atmosphere // *Astrophys. J.* 2007. V. 661. L191–L194.
- Charbonneau D., Berta Z.K., Irwin J., et al.* A super Earth transiting a nearby low mass star // *Nature.* 2009. V. 462. P. 891–894.
- Colin L.* Basic facts about Venus // *Venus / Eds Huntен D.M., Colin L., Donahue T.M., Moroz V.I.* Univ. Arizona Press, 1983. Ch. 2.
- Huntен D.M., Colin L., Donahue T.M., Moroz V.I.* (Eds). *Venus.* Univ. Arizona Press, 1983. 1144 p.
- Florenskiy K.P., Bazilevskiy A.T., Burba G.A., et al.* Panorama of Venera 9 and 10 landing sites / *Venus / Eds Huntен D.M., Colin L., Donahue T.M., Moroz V.I.* Univ. Arizona Press, 1983. Ch. 8.
- Klahr H., Brandner W.* (Eds) *Planet Formation: Theory, Observation, and Experiments.* Cambridge Univ. Press, 2006.
- Ksanfomality L.V., Scarf F.L., Taylor W.W.L.* The electrical activity of the atmosphere of Venus / *Venus / Eds Huntен D.M., Colin L., Donahue T.M., Moroz V.I.* Univ. Arizona Press, 1983. Ch. 17.
- Leger A.* Transiting exoplanets from the CoRoT space mission. VIII. CoRoT-7b: the first super Earth with a measured radius // *Astron. and Astrophys.* 2009. V. 506. P. 287–302.
- Marcy G.* Water world larger than Earth // *Nature.* 2009. V. 462. P. 853–854.
- Mayor M., Bonfils X., Forveille T., et al.* The HARPS search for southern extrasolar planets. XVIII. An Earth mass planet in the GJ 581 planetary system // *Astron. and Astrophys.* 2009. V. 507. P. 487–494.
- Richardson L.J., Deming D., Horning K., et al.* A spectrum of an extrasolar planet // *Nature.* 2007. V. 445 (7130). P. 892–895.
- Seager S., Kuchner M., Hier-Majunder C.A., Militzer B.* Mass-radius relationships for solid exoplanets // *Astrophys. J.* 2007. V. 669. P. 1279–1297.
- Udry S., Bonfils X., Delfosse X., et al.* The HARPS search for southern extrasolar planets. XI. Super Earths (5 and 8 M Earth) in a 3 planet system // *Astron. and Astrophys.* 2007. V. 469. P. L43–L47.