

ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЛАСТИ ГРЯД ТОМЭМ И ГЕРЫ (ФОТОКАРТА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ, ЛИСТ В-22)

*А. Л. Суханов, Г. А. Бурба, В. П. Шашкина, Ю. С. Тюфлин, М. В. Островский,
В. А. Котельников, О. Н. Ржига, Г. М. Петров, А. И. Сидоренко,
Ю. Н. Александров, А. А. Крымов, А. И. Захаров*

Астрономический вестник, 1987, т. XXI, № 1, с. 5–15

Район между равниной Седны и поднятием Белл покрыт обширными полями магматических даек, образующих невысокие гряды на поверхности. Они образовались в зонах трещиноватости вдоль крупных разрывов и, вероятно, над участками погребенного паркета. Вулканические формы представлены экструзивно-эффузивными куполами, образующими крупные скопления в центре территории, и вулcano-тектоническими комплексами центрального типа.

Лист фотокарты В-22 построен по материалам АМС «Венера-15» и «Венера-16» в нормальной равноугольной конической проекции Ламберта–Гаусса [1]. В его пределы входит площадь от 0 до 30° в. д. и от 40° с. ш. до границ заснятой территории на юге — максимально до 23° с. ш. (рис. 1). Геолого-морфологическое картирование этого листа выполнено в масштабе 1:10 000 000, по фотоизображениям масштаба 1:4 000 000, а здесь приведен генерализованный вариант этой карты (рис. 2). На рис. 3 даны основные наименования, положение участков, приводимых ниже в увеличенном виде, схема деления листа на районы, согласно которой ведется дальнейшее его описание. Высотные отметки в пределах листа колеблются около 1–2 км на востоке и –0,5 – +0,5 км на западе; вся область может быть названа равниной, полого опускающейся к западу.

А. Гряды Геры

Эта область относится к холмистым равнинам, но кроме пологих холмов, валов и западин она покрыта многочисленными структурами, в основном двух типов: 1) узкими длинными частыми грядами, смыкающимися, пересекающимися и местами образующими сплошные сети; 2) «пауками» — концентрическими структурами, от которых иногда отходят пучки субрадиальных даек.

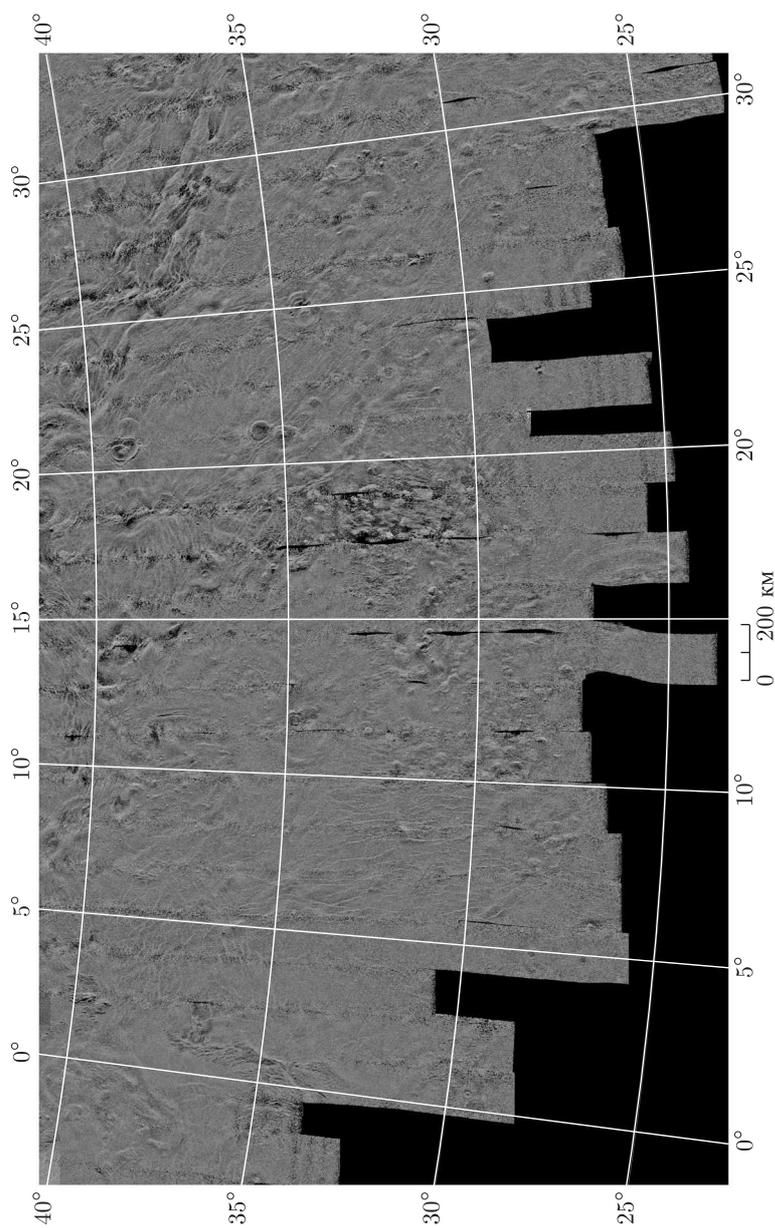


Рис. 1. Фотокарта Венеры, лист В-22

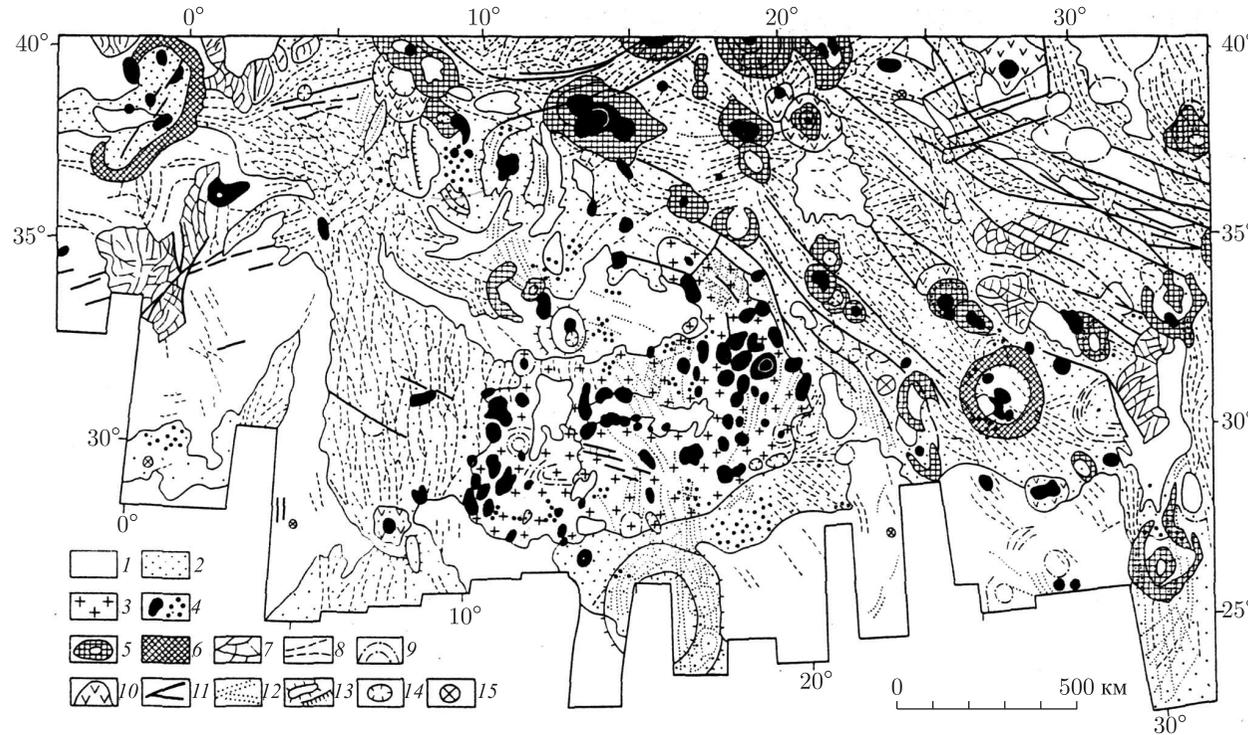


Рис. 2. Геолого-морфологическая карта поверхности Венеры, лист В-22. Условные обозначения: 1 — гладкие равнины, 2 — сетчатые равнины, 3 — холмистая равнина, 4 — вулканы, 5 — «пауки», 6 — овоиды, 7 — структурные линии паркета, 8 — дайки, 9 — неясные кольца, 10 — отдельные потоки, 11 — разрывы, 12 — трещины, 13 — валы и гряды, 14 — депрессии, 15 — ударные кратеры

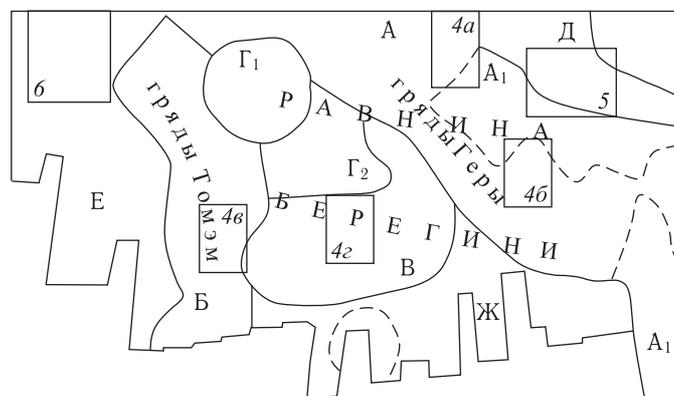


Рис. 3. Схема структурного районирования описываемой территории. Прямоугольниками показаны границы кадров, приведенных в увеличенном виде

Подобные равнины можно выделить в самостоятельный тип и называть их сетчатыми, грядовыми или пауковыми равнинами. Но этот принцип, пригодный для одного листа карты или для мелкомасштабной схемы, трудно выдерживать последовательно по всей территории: местами границы грядовых равнин с обычными холмистыми равнинами пришлось бы проводить довольно условно, поскольку есть участки, где гряды постепенно становятся все мельче и реже, пока не исчезают совсем, и эта переходная зона может иметь ширину 100–300 км. Точно так же и пауки иногда образуют скопления, а иногда встречаются поодиночке. Тем более нет оснований приписывать комплексу такой сетчатой равнины какой-то определенный возраст, отличный от возраста остальных холмистых равнин: наличие гряд и пауков — это показатель скорее типа тектонического режима, а не принадлежность к временному периоду.

1. Гряды ориентированы преимущественно в северо-западных направлениях. Если двигаться дальше на северо-запад, эти направления структур прослеживаются по равнине Седны [2] и, вероятно, они могут быть продолжением траектории уступа Ут. Типичные гряды имеют «освещенный» и «затененный» склоны, ширину 5–10 км, длину от нескольких десятков до 100 и даже 200 км, высота их неизвестна, и в случае самой «тесной упаковки» их насчитывается 10–12 штук на 100 км вкрест простираения. Часто видно, что они пересекают структуры, встречающиеся на пути. Ширина их, как правило, не меняется на большом протяжении. Обычно они субпараллельны, разделены относительно большими промежутками выровненной поверхности, иногда смыкаются, реже пересекаются.

Судя по их рисунку, выдержанности и, главное, по секущим контактам, они могут быть только дайками, вышедшими на поверхность. На Земле дайки в виде «стенок» встречаются там, где их отпрепа-

рировала эрозия, удалившая окружающие породы. На Венере эрозии таких масштабов нет, и то, что мы видим, — это первичные выходы магматического материала даек на поверхность. Но то, что мы видим, — это не «стенки», это гряды шириной по несколько километров, а высотой, видимо, не более десятков метров, т. е. по сути дела пологие формы со склонами порядка 1° . Почему это вещество не растекалось дальше, неизвестно; но можно вспомнить, что похожие узкие линейные зоны выдавливания магм есть на осях лунных морских валов.

Иногда гряда выражена нерезко, и лишь вдоль ее гребня видны отдельные острые выступы; а иногда рельеф гряд почти исчезает, и видны только светлые размытые полосы с теми же простираниями: вероятно, это дайки, не вышедшие на поверхность и выраженные подъемом и изменениями пород над ними.

2. Пауки в зоне А являются частью группировки этих структур, охватывающей территорию листов 12, 22 и 23. Их особенности были описаны в предыдущем выпуске журнала [2], где говорилось, что пауки — это вулкано-тектонические кольцевые комплексы, образованные в ходе чередующихся: а) излияний с накоплением вулканических продуктов в виде невысокой постройки и б) проседаний центральных частей этой постройки с последующими новыми излияниями и т. д. Особенности пауков на описываемой территории полностью подтверждают это мнение; но надо отметить, что в ходе такого процесса каждый паук приобретает индивидуальные особенности: нет двух одинаковых одноразмерных пауков, тогда как ударные кратеры одного размера и возраста очень похожи.

Например, в патере Ярославны (рис. 4, а) видны потоки не менее четырех этапов, образующие как бы вложенные одна в другую уплощенные воронки; видны дайки, секущие на юго-западе пьедестал структуры, но перекрытые позднейшими излияниями внутренних частей; центральный купол смещен к югу.

На том же рисунке на северо-востоке различается вытянутая неправильная структура, на валах которой полностью сохранена текстура окружающей местности, и дайки не перекрыты: видимо, эти валы не аккумулятивные, а созданные при вилообразном вздутии поверхности.

На рис. 4, б только в одном секторе паука видны признаки пирамиды трех этапов излияний, а в остальных секторах они перекрыты смещенным центром и отдельными обширными потоками. Здесь также есть дайки и борозды, секущие центральный купол, но все они перекрыты последним лавовым языком, растекшимся к северо-западу. (Нужно подчеркнуть, что, как правило, «разрывы» концентрических структур пауков обусловлены именно перекрытием их лавами позднейших излияний, а не реальным физическим разрывом.)

Более примитивно построена пара на $35\text{--}36^\circ$ с. ш., 21° в. д., или структура на $32,5^\circ$ с. ш., 29° в. д.: это простые лавовые платформы в небольших депрессиях и с прогнутыми центральными частями. Возможно, самая первая фаза формирования кольцевого комплекса пред-

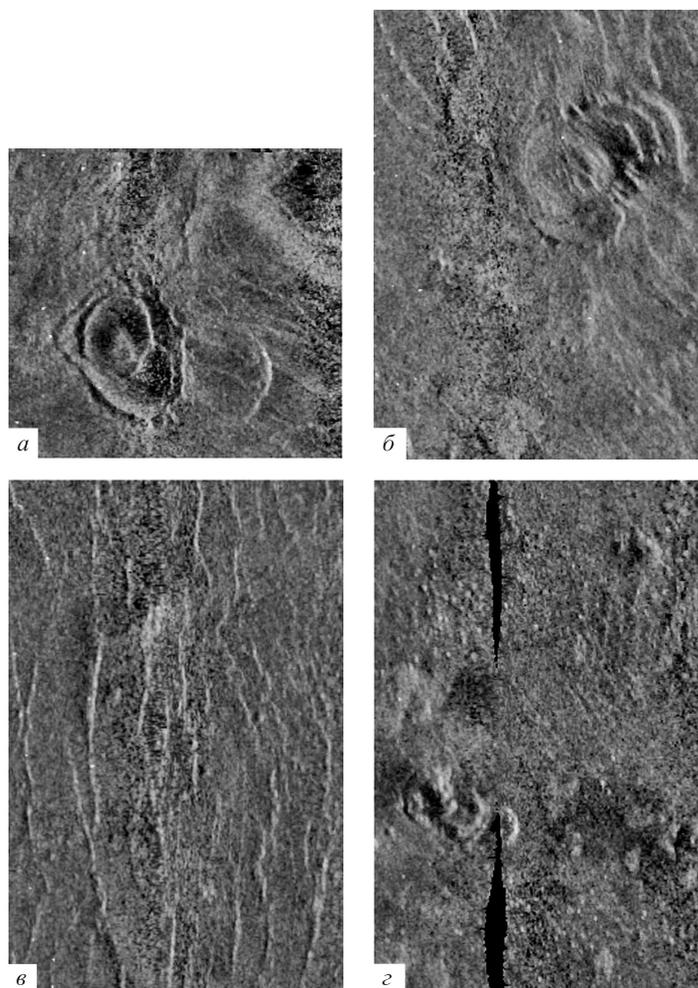


Рис. 4. Характерные детали на описываемой территории: *a* — патера Ярославны, размер кадра 200×300 км; *б* — безьянный паук на 34° с. ш., 25° в. д.; *в* — система даек в грядах Томэм; *г* — группа экструзий на холмистой равнине

ставлена вулканом поперечником 30 км в 80-километровой депрессии на 34° с. ш., 22° в. д.

Интересно отметить, что вообще на заснятой территории очень мало среднеразмерных вулканов земного типа. Вулканы Венеры — это или гигантские сооружения типа Беты и Белл, поддерживаемые динамически, или россыпи бесчисленных мелких куполов на лавовых полях. А на месте вулканов поперечниками в десятки километров мы находим либо единичные очень низкие сооружения (при поперечниках

до 200–300 км их высоты не более 0,5–1,5 км), либо структуры типа пауков, которые состоят из ряда прогнутых слоев и в целом расположены в депрессиях.

Вероятно, при формировании вулканических построек литосфера под ними была слишком тонкой и непрочной и проседала сразу после того, как постройка превышала какой-то критический вес, и дальнейшее наращивание массы вулканического сооружения приводило только к дальнейшим погружениям. Можно сказать, что эти вулканы росли не вверх, а в глубину.

В восточной части зоны А различается несколько небольших выходов типичного паркета, что позволяет предполагать почти непрерывное его распространение в области между тессерой Лаймы и поднятием Белл.

В подзонах, обозначенных А₁, гряды и кольцевые формы в той или иной мере перекрыты позднейшими вулканическими накоплениями.

Б. Гряды Томэм

Здесь необходимо отметить, что термином «гряды» в номенклатуре Венеры обозначаются все системы субпараллельных гряд: и крупные валообразные формы с мелкофрированной поверхностью; и ленты пересеченного рельефа, где широкие гряды и борозды сменяют друг друга непрерывно, как при полной складчатости; и такие зоны, где узкие резкие гребни (3–5 км ширины) разделены гладкими полосами равнины (по 20–30 км ширины) — как в грядах Томэм.

Они сходны по морфологии с грядами Геры, но более четко выражены, более выдержаны по простираению, лучше читаются на бесструктурной равнине (рис. 4, в). В нескольких случаях видно, что одна гряда пересекает другую под острым углом (уже одно это исключает возможность складчатого происхождения гряд); часть гряд фактически оказывается односторонними уступами (т.е. они образованы при активных подвижках блоков фундамента).

На северном продолжении гряд, с приближением к выступам долавого паркета, они постепенно изменяют направления, соединяются перемычками и прекращаются в системы полигонов с размерностью от 15–20 до 40 км, что похоже на упрощенную систему паркета. Отдельные гряды служат продолжением структурных линий паркета. Возможно, этот рисунок обусловлен тем, что здесь маломощные лавы перекрыли еще активный паркет.

В. Центральная холмистая область

В этом районе развиты структуры, почти не встречавшиеся на территориях, описанных раньше. Это многочисленные тесно расположенные холмы по 20–30 км в поперечнике с относительно светлой и «шероховатой», бугристой поверхностью (рис. 4, г). По сравнению

с обычными пологими лавовыми куполами на равнинах у этих холмов относительно крутые склоны. Иногда на них видны вершинные кратеры, а их края перекрывают тонкие трещины прилегающей местности; в нескольких случаях от них отходят отдельные потоки, или они окружены пятнами сглаженной поверхности, — т. е. это обычные вулканы. У других холмов не видно четкой границы или перекрытий по подножью — они могли быть образованы воздыманиями под напором магмы снизу. Это, а также угловатые, «разбитые» очертания холмов позволяют предположить, что частью эти холмы — вулканические, а частью — экструзивные, т. е. образованные при застывании крупных объемов вязкой магмы, выжатой на поверхность, или в приповерхностных камерах.

На участке зоны В, «зажатом» между зонами Г₂ и А, видна тонкая диагонально-перекрестная трещиноватость: этот участок может оказаться аналогом «хрупкого» рельефа плато Лакшми.

Г. Центральная равнина

На этой территории развит лавовый плащ, перекрывающий все соседние структуры. В северо-западной части равнины (Г₁) вал с зияющими трещинами, отдельные трещины, гряды и полосы бесструктурных равнин образуют неправильное кольцо вокруг центрального блока поперечником около 300 км, образованного молодыми лавами, мелкими вулканическими конусами и пологими валами и куполами. Краевые части этой структуры несколько приподняты над центральным блоком. Не исключено, что здесь под лавами может скрываться овод.

В юго-западной части структуры намечается крупный, погребенный плащом лав паук, который возобновил свою активность после формирования этого лавового плаща, создав тройную кальдеру с диаметром внешнего кольца 50 км.

Д. Северо-восточная зона

На фотокарте эта зона образована светлыми и темными размытыми полосами, лентами и линзовидными формами, вытянутыми с северо-запада на юго-восток. На северо-западе они исчезают в скоплении пауков с их сетью даек, а на юго-востоке их продолжение проектируется на центр поднятия Белл (рис. 5, а).

Структурно эта зона состоит из нескольких узких блоков северозападного простирания, помещающихся на разной высоте и перекошенных, т. е. это сочетание грабенов и горстов (но разность высот грабенов и горстов невелика, порядка нескольких сотен метров). Темные пятна и полосы занимают преимущественно депрессии. На высоких блоках видны светлые гряды (дайки), а в грабенах они исчезают, очевидно, под молодыми накоплениями. Кроме того, в грабенах видны очертания каких-то кольцевых структур до 100 км в поперечнике. Контурные этих

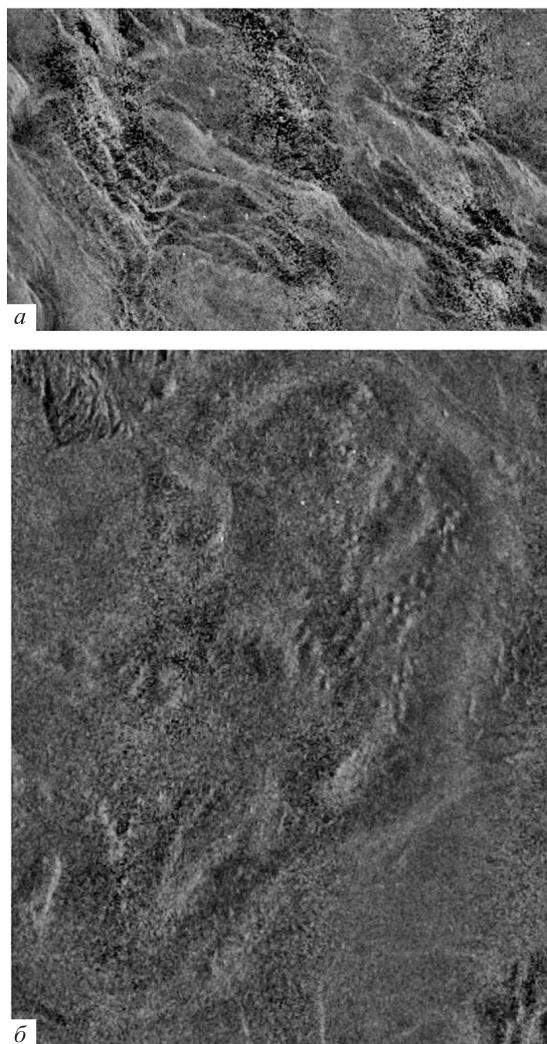


Рис. 5. Пояс разрывов в северо-восточной части территории (а), 300 × 400 км и оvoidная структура — вал, обрамляющий вулканическую платформу (б), 400 × 400 км

колец не искажены разрывами, образующими грабены, т.е. горизонтальных смещений здесь не было. Остается не ясным, за счет чего образуются альбедные пятна, формирующие кольца, так как рельефно кольца практически не выражены. Это или эффузивные накопления вдоль кольцевых трещин, или золовые наносы возле мелких неровностей, образующих кольцо.

Не ясен также генезис темных пятен и полос: похоже, что они перекрывают участки между дайками, но таким тонким слоем, что не могут перекрыть невысокие гряды даек. В сочетании с тяготением темного вещества к депрессиям это ставит вопрос о возможности его золотого происхождения.

Е. Равнина Седны

Восточная окраина равнины Седны примечательна лишь тем, что здесь на нулевом высотном уровне из-под лав выступают останцы парка (тессера Манзан-Гурмэ), а также тем, что здесь в северозападной части территории (большой частью в пределах номенклатурных границ соседнего листа В-21) расположена необычная структура размером 200–400 км, похожая по форме на человеческое ухо (рис. 5, б). Это извилистый гладкий вал, который обрамляет эллипсовидную платформу, покрытую низкими сливающимися вулканическими постройками от 5 до 50 км в поперечнике. Сам вал перекрывает подходящие к нему с востока дайки, т. е. является (по крайней мере частично) вулканическим. Вероятно, расположение магматических центров, создавших эту структуру, определялось положением погребенного под лавами овоида (аналогичные формы есть и севернее, на северо-восточной окраине равнины Седны).

О южной равнине (Ж), только частично захваченной съемкой, сказать практически нечего. Единственная структура здесь — это кольцевой очень пологий вал с поперечником 250 км с кольцевыми же трещинами: или это регенерированная структура древнего овоида, или новообразование молодого, послелавового возраста.

Выводы

1. Преобладающие на описанной территории сетчатые или полосчатые рисунки поверхности обусловлены развитием здесь обширных полей магматических даек. Системы субпараллельных даек маркируют региональные зоны трещиноватости северо-западных и меридиональных направлений, а поля полигональных даек, возможно, образовались над участками парка, перекрытого лавами.

2. Кольцевые и концентрические структуры с поперечниками 40–100 км являются вулканотектоническими комплексами центрального типа, которые образовались в несколько этапов, когда извержения и накопление магматических продуктов чередовались с проседаниями центральных частей вулканической постройки.

3. Скопления холмов с грубой поверхностью в центре описываемой территории, вероятно, представляют собой область экструзивного магматизма, отличного от вулканизма равнин, кольцевых комплексов и немногочисленных центральных вулканов.

4. «Просвечивание» круговых структур в зоне грабенов в северо-восточной части района, возможно, говорит о наличии неглубокого захороненного фундамента, подвергшегося интенсивной метеоритной бомбардировке.

Литература

1. *Пронин А. А., Суханов А. Л., Тюфлин Ю. С.* и др. Геолого-морфологическое описание плато Лакшми (фотокарта поверхности Венеры, лист В-4). — *Астрон. вестн.*, 1986, т. 20, № 2, с. 83–98.
2. *Суханов А. Л., Пронин А. А., Тюфлин Ю. С.* Геолого-морфологическое описание области тессеры Лаймы и равнины Берегини (фотокарта поверхности Венеры, лист В-12). — *Астрон. вестн.*, 1980, т. 20, № 4, с. 259–271.

Геологический институт АН СССР
Институт геохимии и аналитической химии им.
В. И. Вернадского
Центральный научно-исследовательский инсти-
тут геодезии, аэросъемки и картографии им.
В. Н. Красовского
Институт радиотехники и электроники АН
СССР

Поступила в редакцию
28.VIII.1986

Geological-morphological Description of Ridges Tomem and Hera Area (Photomap of the Venusian Surface, Sheet B-22)

A. L. Sukhanov, G. A. Burba, V. P. Shashkina, Yu. S. Tyufin,
M. V. Ostrovskij, V. A. Kotelnikov, O. N. Rzhiga, G. M. Petrov,
A. I. Sidorenko, Yu. N. Alexandrov, A. A. Krimov, A. I. Zakharov

The area between Sedna Planitia and Bell Regio is covered with vast systems of magmatic dikes which form low ridges on the surface. They were created in fissure zones along major faults and, perhaps, above buried parquet. Volcanical features are represented by effusive-extrusive domes in big clusters in the middle of the area and by volcano-tectonical ring complexes.