

## **ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕССЕРЫ ЛАЙМЫ, ОБЛАСТИ ТЕЛЛУРЫ И РАВНИНЫ ЛЕДЫ (ФОТОКАРТА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ, ЛИСТ В-13)**

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

Астрономический вестник, 1987, т. XXI, № 3, с. 295–205

Центральную часть района занимает равнина Леды. Ее формирование можно объяснить подъемом вещества из недр планеты и его горизонтальным растеканием. Системы площадных дислокаций нескольких направлений («паркет») вокруг равнины Леды образованы материалом, двигавшимся вниз под уклон в виде пластических потоков (тессеры Лаймы и Деклы, область Теллуры). Грядово-бороздчатые пояса (гряды Камари и др.) образовались вдоль краев участков «паркета» над погружающимися астеносферными потоками.

Фотокарта листа В-13 (рис. 1), как и предыдущие, составлена в нормальной равноугольной конической проекции Ламберта–Гаусса в масштабе 1:4 000 000 по радиолокационным снимкам, полученным станциями «Венера-15, -16» [1]. Рельеф района показан на рис. 2. Геологическое дешифрирование выполнено А. Л. Сухановым в масштабе 1:5 000 000, генерализацию составленной им карты до масштаба 1:16 000 000 провели Н. Н. Бобина и Г. А. Бурба (рис. 3). На рис. 4 дана схема районирования территории, согласно которой ведется дальнейшее описание. Сразу же необходимо отметить, что этот район можно считать одним из самых сложных на заснятой территории Венеры, и сделанные на этом материале выводы остаются во многом дискуссионными.

### **А. Тессера Лаймы**

Западная часть тессеры Лаймы находится в пределах листа В-12 и описана ранее [2, 3]. Ее северная половина, смыкающаяся с областью А<sub>1</sub> на рис. 4, представляет собой гипсометрически повышенную (до 2,5–3 км) область растяжения, откуда материал двигался на ЮВ под уклон 2:1000 в виде глетчеровидных потоков. В пределах листа

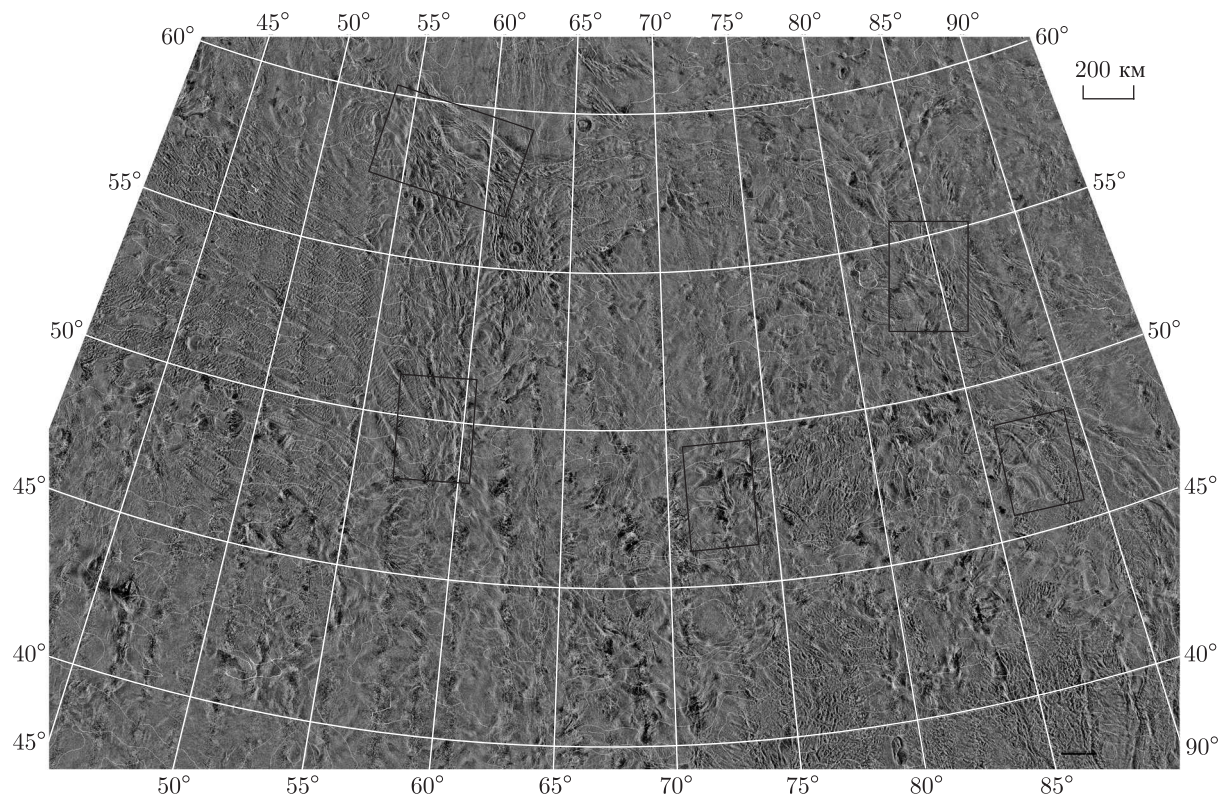


Рис. 1. Фотокарта Венеры, лист В-13. Показано положение фрагментов, приведенных на рис. 5 и 6

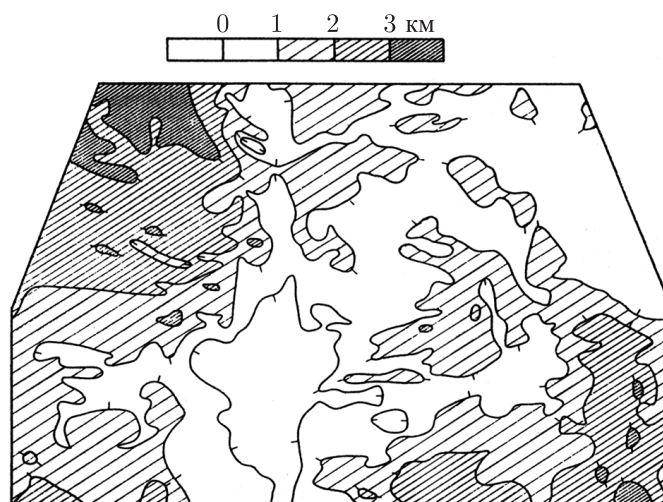


Рис. 2. Гипсометрическая схема листа В-13. Высоты указаны над сферой радиусом 6051 км

В-13 эти потоки несколько сужаются, а поперечные трещины становятся не зияющими, как на западе, а закрытыми, и частота их нарастает до 30 на 100 км длины потока. По общему структурному рисунку эти потоки похожи на подпруженные сливающиеся ледники: как и в последних, поперечные трещины могут прослеживаться с одного потока на другой. На стыке с грядами Камари потоки заканчиваются более или менее крутыми откосами, иногда перекрывая эти гряды (рис. 5, а); высота откосов достигает 0,5–1 км. На первый взгляд создается впечатление, что именно гряды Камари являются горным барьером, который блокирует распространение потоков тессеры Лаймы; однако эти гряды лежат на 0,5–1 км ниже тессеры Лаймы. Вероятно, «скупенная», сжатая структура потоков  $A_1$  связана с увеличением вязкости (остыванием?) материала при движении в восточном направлении.

Паркет района  $A_2$  смыкается на  $45^\circ$  в. д. с хаотическим «стоячим» паркетом листа В-12. Его структура менее упорядоченна, чем в районах  $A_1$  и  $A_3$ , хотя заметно преобладание извилистых северо-восточных трещин растяжения и слабее выраженных СЗ-линеаментов. Кроме того, на этом участке видно несколько кратеровидных или эллиптических депрессий с поперечниками до 60–90 км. От некоторых из них на ЮВ тянутся «тени» или «хвосты» слабо деформированного материала: это говорит о том, что материал  $A_2$  двигался к ЮВ, и его вряд ли можно строго называть «стоячим» паркетом, но он не разбивался на дифференцированные потоки. Движение материала  $A_2$  к ЮВ также косвенно следует из того, что в районе  $A_1$ , судя по структурам, дальше

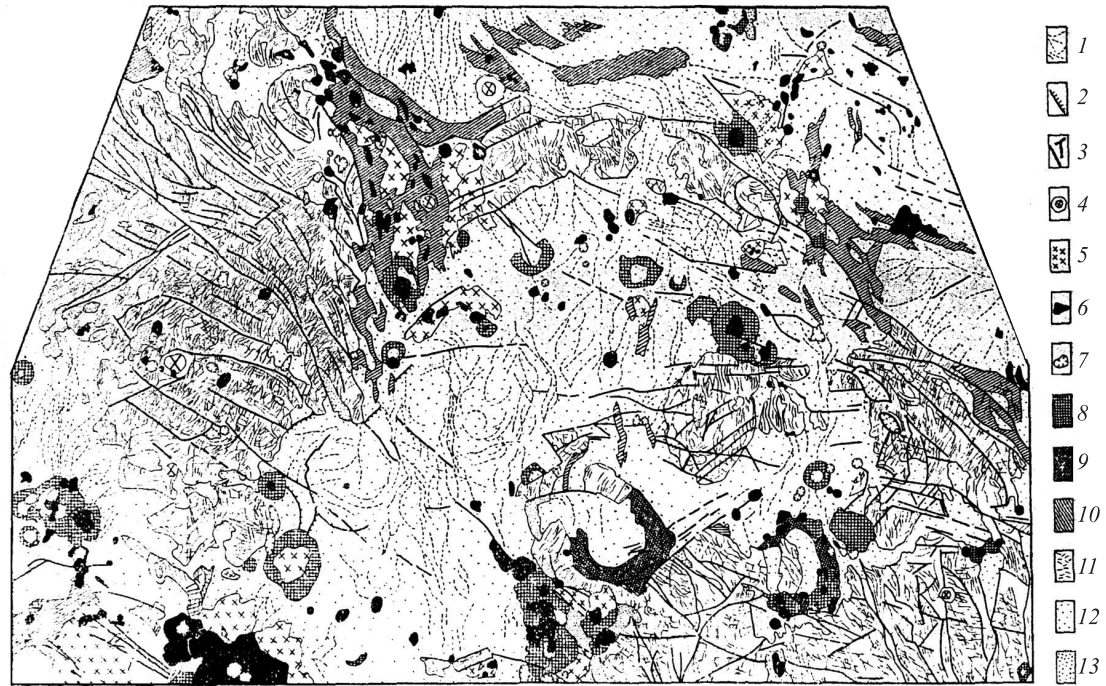


Рис. 3. Геолого-морфологическая карта Венеры, лист В-13. Условные обозначения: 1 — светлые полосы (дайки); 2 — уступы; 3 — разрывы; 4 — ударные кратеры и зоны выброса; 5 — лавовые потоки; 6 — вулканы; 7 — депрессии и кальдеры; 8 — кольцевые магматические комплексы («пауки»); 9 — овоиды; 10 — пояса линейных дислокаций; 11 — структурные линии паркета; 12 — холмистые равнины; 13 — гладкие равнины

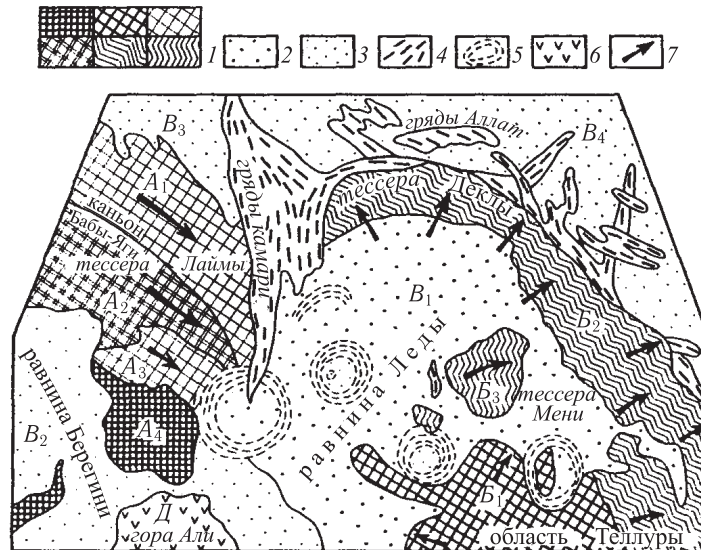


Рис. 4. Схема структурного районирования листа В-13. Условные обозначения: 1 — разные блоки паркета; 2 — ямчатая равнина; 3 — холмистая равнина; 4 — грядово-бороздчатые пояса линейных дислокаций; 5 — структуры типа овоидов; 6 — вулкан Апи; 7 — направления перемещений

всего продвинуты южные потоки, примыкающие к  $A_2$ . Граница районов  $A_1$  и  $A_2$  проходит по каньону Бабы-яги.

Участок  $A_3$  характеризуется такой же потоковидной структурой, как и  $A_1$ , но здесь наибольшие амплитуды перемещения связаны с СВ-потоками, также примыкающими к  $A_2$ . Создается впечатление, что материал  $A_2$  представляет собой центральную часть некоего мегапотока, направленного на ЮВ, а материал  $A_1$  и  $A_3$  — его краевые части с более дифференцированными движениями.

Блок  $A_4$  образован беспорядочным паркетом, почти целиком перекрытым лавами с многочисленными вулканическими куполами. Вероятно, его следует объединять не с тессерой Лаймы, а с обрывками паркета, окружающими (и подстилающими) поднятие Белл.

## Б. Северная часть области Теллуры

В пределы листа В-13 входит лишь северная часть ( $B_1$ ) монолитного массива паркета в области Теллуры с высотами до 2,5 км. Основная часть массива находится южнее листа В-13. Паркет в северной части области Теллуры делится на несколько блоков по 150–250 км в поперечнике с более или менее индивидуальными структурными рисунками на поверхности; для них характерна «округло-полигональная

отдельность» с размерностью 30–50 км. Ведущими в структуре паркета являются борозды, а гряды обычно оказываются останцами между соседними бороздами. В целом борозды северо-западных и северо-восточных направлений образуют общую для всех блоков ромбическую сеть, так что вряд ли эти блоки перемещались относительно друг друга.

Восточная часть основного массива отделена от него несколькими субмеридиональными грабенами шириной 10–30 км с «сухими», не залитыми лавой днищами. Отсюда, от юго-восточного угла листа В-13, тянется к северо-западу огромная дуговидная полоса паркета ( $B_2$ ), окаймляющая депрессию  $B_1$ . Высота этой полосы над окружающей местностью в среднем около 1 км. Структурный рисунок полосы образован протяженными продольными грабенами и уступами и короткими трещинами растяжения, в целом поперечным простиранию полосы. Кроме того, местами эта полоса сужается, понижается и разбивается поперечными разрывами, разделяясь на отдельные блоки, которые как бы «разбегаются» в стороны от депрессии  $B_1$ . Это впечатление подтверждается структурой в юго-восточной части листа В-13: здесь полоса паркета  $B_2$  явно отодвинута от массива  $B_1$  так, что образовалась «щель» шириной до 150 км.

В этой полосе паркета видны несколько линзовидных впадин с размерами от  $30 \times 60$  км до  $80 \times 180$  км. Края этих впадин образованы приподнятыми валами, и характерно разделение вала продольными бороздами так, что он оказывается двойным (рис. 5, б). Это похоже на лавовые ванны в южной части области Теллуры (лист В-24) и отдаленно напоминает структуру «пауков», но во впадинах паркета  $B_2$  не видно следов излияний и извержений; создается впечатление, что на их месте некогда вздувались купола, которые затем почему-то обрушивались, оставляя валы по краям.

Несколько мелких блоков паркета, отделенных от массивов  $B_1$  и  $B_2$ , расположено в депрессии  $B_1$ . Самый крупный из них блок  $B_3$  (тессера Мени), вероятно, подвергся значительным деформациям; во всяком случае на нем нет следов древних ортогональных или ромбических структур (если они были), извилистые борозды образуют хаотический рисунок, депрессии залиты лавами. Западная часть блока  $B_3$  (примерно на  $73\text{--}75^\circ$  в. д.) окаймляется серией крупных трещин растяжения в окружающих лавах, как если бы блок  $B_3$  двигался на восток; с этим предположением согласуются и широтные разрывы блока, по которым предполагаются широтные смещения. Как и полоса  $B_2$ , этот блок приподнят на 1 км над окружающими лавами. Если полоса паркета  $B_2$  теоретически могла бы иметь динамическую поддержку (например, как современная островная дуга), то такой небольшой блок, как  $B_3$  (300–350 км), очевидно, должен поддерживаться изостатически: например, при  $\Delta\sigma = 0,3$  г/см<sup>3</sup> под ним должен быть легкий корень мощностью около 10 км.

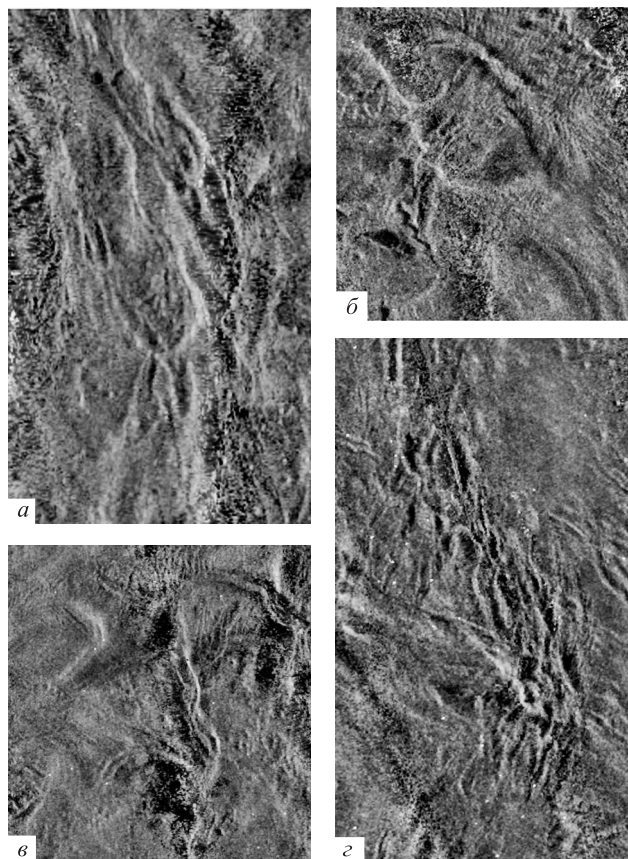


Рис. 5. Отдельные структуры на листе В-13, размер кадров 220 × 280 км: *а* — фронтальная часть тессеры Лаймы (слева), перекрывающая меридиональные гряды Камари; *б* — линзовидные впадины с двойными бортами; *в* — «зародыш» грядово-бороздчатого пояса; *г* — пауковидные формы на пересечениях грядово-бороздчатых поясов

## В. Равнины

**Равнина Леды (В<sub>1</sub>)** занимает обширную котловину со средними высотами ±0,5 км. По принятой терминологии, она относится к холмистым равнинам, по местами ее следует скорее называть «ямчатой», поскольку она покрыта пологими расплывчатыми западинами с характерными размерами 30–60 км без валов. С несколькими такими депрессиями в северной части котловины связаны вулканические отложения, перекрывающие окружающую местность, и они условно интерпретируются как вулcano-тектонические центральные комплексы.

На этой равнине встречаются также отдельные блоки паркета, иногда еле просвечивающие из-под лав. В лавах широко распространены системы трещин растяжения, и почти всюду присутствуют многочисленные ветвистые дайки без определенной ориентировки [4, 5]. В северо-восточной части котловины вдоль полосы паркета  $B_2$  прослеживается система полигональных даек, похожих рисунком на соседний паркет; видимо, они образовались по трещинам в лавах, перекрывших часть этого паркета. Некоторые дайки продолжают в лавах разрывы, секущие паркет, или располагаются на продолжении поясов линейных дислокаций. Очень интересны переходы даек и трещин растяжения в раздвоенные валы (или валы с ложбиной вдоль гребня), например  $48^\circ$  с.ш.,  $72,5^\circ$  в.д. или  $48,5^\circ$  с.ш.,  $61,5^\circ$  в.д.; такие валы, видимо, являются первой стадией, зародышем поясов линейных дислокаций (рис. 5, в).

На равнине Леды различается, по крайней мере, пять размытых структур типа овоидов. Гипсометрически они почти не выражены и дешифрируются по концентрическим системам даек, темных и светлых полос, трещин, полос паркета и по вулканическим сооружениям вдоль кольцевых трещин. Структура с центром на  $46^\circ$  с.ш.,  $58,5^\circ$  в.д. поперечником около 500 км образована двумя размытыми концентрическими кольцами; похоже, что ее центральная часть перекрыта сильнее, чем периферические. В двух случаях структурные взаимоотношения свидетельствуют о наложении овоидов на паркет Теллуры, т.е. они образовались в этой котловине *после* формирования паркета, как и заполняющие котловину лавы.

В целом преобладание структур растяжения на равнине Леды (трещин, даек, грабенвидных и изометричных депрессий) свидетельствует о том, что борта этой котловины, видимо, расходились в центробежном направлении. Южнее, на листе 24, мы видим паркетный купол Теллуры, который только начал раскалываться на куски с образованием лавовых ванн на своде и узких поясов на периферии купола; на плато Лакшми подобный процесс дошел до образования лавового плато в его горном обрамлении. Здесь же, на листе 13, мы, видимо, имеем дело с промежуточной стадией, и равнина Леды представляет собой растянутый и обрушенный паркетный купол с лавовым заполнением его апикальной части.

Судя по тому, что все участки паркета занимают приподнятое положение (на 0,5–1,5 км относительно лав), они представляют собой фрагменты легкой коры, однако неизвестно, смыкались ли эти фрагменты в сплошную корку перед образованием купола и затем «расползлись» до современного положения или между ними были другие блоки, ныне перекрытые лавами.

**Равнина Берегини ( $B_2$ )** в пределах листа В-13 представляет собой обрамление поднятия Белл. Она сложена относительно гладкими лавами, на которых неоднородностями фототона выделяются, по-видимому, отдельные крупные потоки лав; только в ЮЗ-углу ли-



ста виден изогнутый вал, состоящий, по-видимому, из нескольких экструзивно-эффузивных тел. Часть лав равнины связана с вулканом Апи, двухкальдерная вершина которого (с относительным превышением 1,5 км) расположена на 39° с. ш., 54,5° в. д.

Безымянная **равнина В<sub>3</sub>** образована паркетом, перекрытым мало-мощными вулканическими накоплениями. На ней различается несколько крупных пологих куполов, оконтуренных узкими депрессиями.

Западная часть **равнины В<sub>4</sub>** относится к слабо деформированному блоку, разделяющему тессеры Деклы и Фортуны. Восточная часть этой равнины примечательна перекрестными поясами линейных дислокации (о которых будет говориться ниже) и цепью куполов и «пауков» — вулcano-тектонических центральных комплексов с оперяющими их дайками. Вся цепь находится в пологой депрессии (глубиной в первые сотни метров). Любопытен «паук» на 57° с. ш., 82° в. д.: здесь не видно признаков излияний лав из центра, как если бы вытянутое тело паука 140 × 320 км образовано вздутием над обширным лакколлитом.

## Г. Пояса линейных дислокаций

Пояса линейных дислокаций охватывают огромной дугой все паркетные участки, относящиеся к области Теллуры, прерываясь только на западе, со стороны поднятия Белл. Собственно говоря, эти пояса образуют границу области Теллуры.

В северо-восточном секторе листа В-13, на равнине В<sub>4</sub>, пояса северо-западного и северо-восточного направлений образуют перекрестную систему; северо-западные пояса следуют контурам тессер Деклы и Теллуры. Эти пояса состоят из резко очерченных грабеновидных борозд, субпараллельных или кулисных, и из подчиненных им гряд, часто оказывающихся останцами между бороздами. Системы гряд и борозд расположены на очень слабо выраженных валах, по крайней мере частично имеющих аккумулятивное (вулканическое) происхождение.

Какие из этих перекрестных валов образовались раньше, а какие позже, остается неясным, поскольку места пересечения перекрыты либо массивными лавовыми щитами с множественными мелкими вулканами, либо пауковидными структурами (рис. 5, *г*), так что перекрестные системы гряд и борозд образуют радиальные «лапки» этих структур.

Ведущая роль растяжений в образовании этих поясов представляется несомненной, но региональными горизонтальными напряжениями трудно объяснить существование поясов, окаймляющих тессеру Деклы, и таких же поясов, перпендикулярных к ним. Скорее всего растягивающие усилия возникали на сводах пологих вздымающихся валов; это объясняет и появление пауков на их пересечениях.

Гряды Аллат, судя по их структуре, также образованы за счет подъема цепи диапировидных тел примерно по  $40 \times 60$  км в поперечнике.

Наиболее сложно построены гряды Камари, где сходятся три пояса линейных дислокаций: восточный, западный и секущий их на севере субширотный пояс (рис. 6, *а*). С одной стороны, здесь широко распространены признаки интрузивно-эффузивной деятельности: дайки, секущие соседние структуры, вулканические сооружения и массивные покровы, перекрывающие эти структуры (рис. 6, *б*), пологие купола, окруженные «воротничками» узких гребней (диапиры?), вытянутые кратеры. Например, на  $59^\circ$  с. ш.,  $56,5^\circ$  в. д. вулкан  $40 \times 60$  км расколот пополам и пересечен по этому расколу массивной дайкой (рис. 6, *в*). Все это говорит о повышенной проницаемости коры. Кроме того, гряды Камари явно пересекают западную часть тессеры Деклы, и южный уступ этой тессеры примерно на 150 км прослеживается под материалом гряд, очевидно, вулканическим. Наконец, центральная часть пояса примерно по меридиану  $61-62^\circ$  в. д. опущена на 1 км относительно соседних тессер. Все перечисленное указывает на растяжение в пределах гряд.

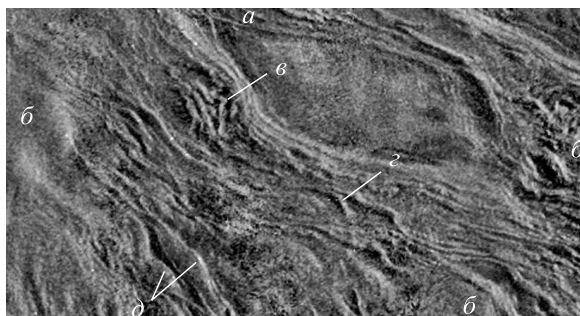


Рис. 6. Северо-западная часть гряд Камари ( $300 \times 450$  км). Пояснения буквенных обозначений даны в тексте

Однако с другой стороны, в СЗ части пояса видны флексуридные кулисные гряды (рис. 6, *з*), которые сформировались скорее всего при движении материала тессеры Лаймы на восток, так что гряды Камари сжались. Выше уже говорилось, что материал тессеры Лаймы местами перекрывает гряды Камари (надвинут?). Примерно на  $57-58^\circ$  с. ш. и  $50^\circ$  в. д. видна любопытная структура: два параллельных уступа на расстоянии  $\sim 20$  км, повторяющих изгибы один другого и перекрытых двумя одинаковыми вулканами на одном и том же отрезке (рис. 6, *д*). Эта структура возникла скорее всего при надвигании литосферной пластины, перекрывшей магмоподводящий разлом; надвигание происходило, видимо, под уклон, т. е. на восток, в сторону гряд Камари.

Общее положение гряд Камари между тессерой Лаймы, двигавшейся на юго-восток, и тессерой Деклы, двигавшейся на север и северо-запад, указывает на обстановку сжатия в грядах.

Таким образом, для истолкования структуры грядово-бороздчатых поясов на территории листа В-13 остается, по-видимому, одно объяснение: эти пояса сформировались за счет скучивания литосферного (корового?) материала, расплавления погруженных «корней» скученного материала и поднятия и внедрения магм в виде линейных диапиров. Скучивание материала происходит по краям паркетных куполов, где растекающиеся от центра астеносферные потоки начинают погружаться. По-видимому, изогнутые пояса вокруг паркетных куполов отличаются по механизму образования от субпараллельных поясов в секторе между равниной Атланты и областью Метиды: первые в какой-то мере соответствуют земным островным дугам, вторые — срединно-океаническим хребтам.

Изучение территории листа П-13 позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Восточная часть тессеры Лаймы представляет собой терминальную часть области гравитационного пластического движения разогретого корового материала в юго-восточном направлении по очень пологому склону, с небольшими надвиганиями восточного фронта тессеры на прилегающую территорию.

2. Равнина Леды образовалась в обрушенной апикальной части паркетного купола, легкий коровый материал которого растаскивался к краям купола растекающимся радиально астеносферным потоком. Оvoidные структуры в обрушенной части купола, возможно, являются новообразованиями.

3. Грядово-бороздчатые пояса этого района образовались по краям паркетных поднятий и между ними в результате скучивания литосферного или корового материала, сопровождавшегося его плавлением и линейным магматическим диапиризмом.

## 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.* и др. Геолого-морфологическое описание области тессеры Лаймы и равнины Берегини (фотокарта поверхности Венеры, лист В-12) // *Астрон. вестн.* 1986. Т. 20. № 4. С. 272–286.
3. *Суханов А. Л.* Паркет: области площадных пластических дислокаций // *Геотектоника.* 1986. № 4. С. 60–76.
4. *Суханов А. Л., Бурба Г. А., Шишкина В. П.* и др. Геолого-морфологическое описание области гряд Томэм и Геры (фотокарта поверхности Венеры, лист В-22) // *Астрон. вестн.* 1987. Т. 21. № 1. С. 5–15.

5. *Марков М. С., Суханов А. Л.* Дайковые зоны на Венере // Докл. АН СССР. 1987. Т. 292. № 1. С. 172–175.

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

Поступила в редакцию  
29.IV.1987