

ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЛАСТИ ТЕССЕР ФОРТУНЫ И МЕШКЕНЕТ (ФОТОКАРТА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ, ЛИСТ В-6)

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

Астрономический вестник, 1986, т. XX, № 4, с. 259–271

Паркет тессеры Фортуны в пределах листа В-6 двигался крупными блоками в северо-западном направлении, а в тессере Мешкенет — на восток и юго-восток, перерабатывая овоиды и пояса линейных дислокаций. На северной равнине более 0,4 млн. кв. км занято лавами с крупномасштабной сетью светлых полос — экструзивных или тектонических. Две крупные субконцентрические структуры на листе, возможно, представляют собой начальные стадии образования овоидов (венцов).

Лист фотокарты В-6, построенный по материалам радиолокационной съемки с АМС «Венера-15, 16» в нормальной равноугольной конической проекции Ламберта–Гаусса [1], охватывает область с венерографическими координатами 60–80° с. ш., 60–120° в. д. (рис. 1). Геолого-морфологическое картирование наиболее сложных участков проводилось в масштабе 1:4 000 000, а вся карта выполнена в масштабе 1:16 000 000 (рис. 2). На рис. 3 даны наименования основных деталей поверхности, а на рис. 4 — структурное районирование листа В-6, в соответствии с которым далее ведется его геолого-морфологическое описание.

А. Тессера Фортуны

Восточная часть тессеры Фортуны (А₁), попадающая в пределы листа, представляет собой грядово-бороздчатое паркетное плато [2] с общим уклоном к северу: от 3–3,5 км высоты на юге до 0–0,5 км на севере, на границе с полярной равниной. Это плато делится на несколько блоков, ограниченных особо крупными долинами и валами.

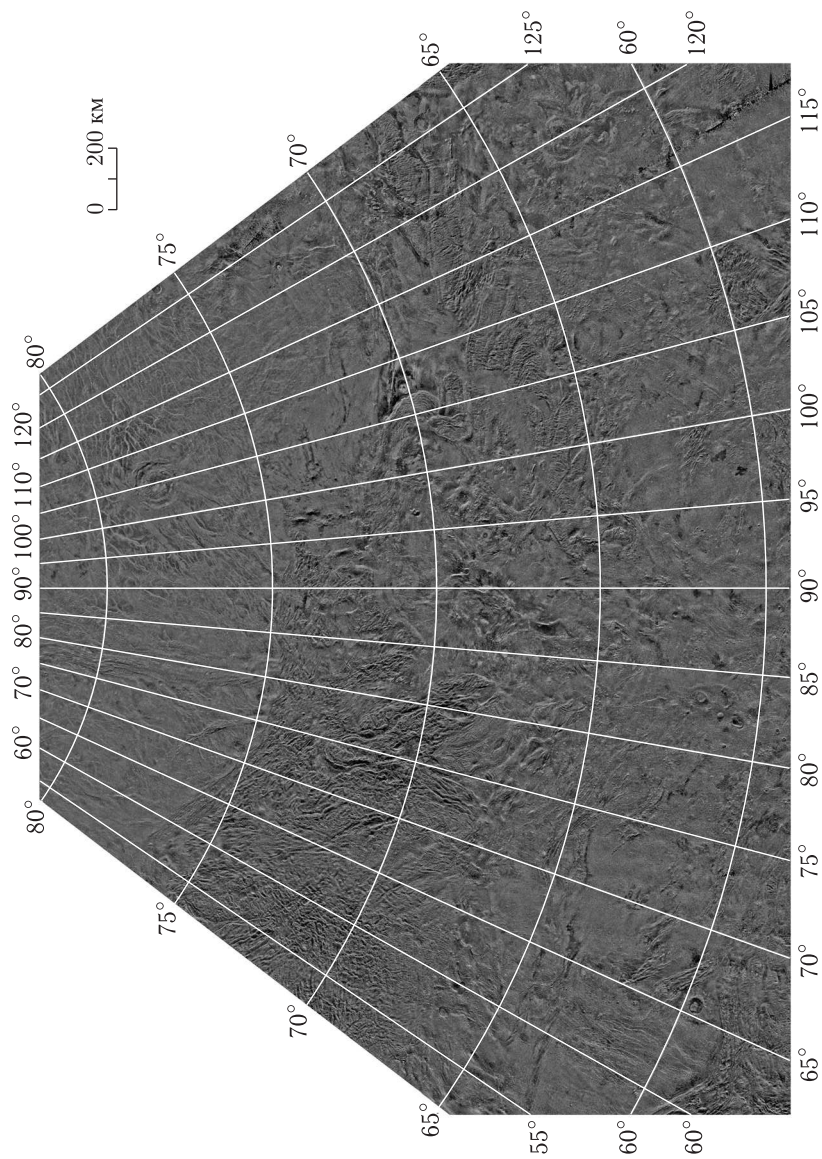


Рис. 1. Фотокарта поверхности Венеры, лист В-6

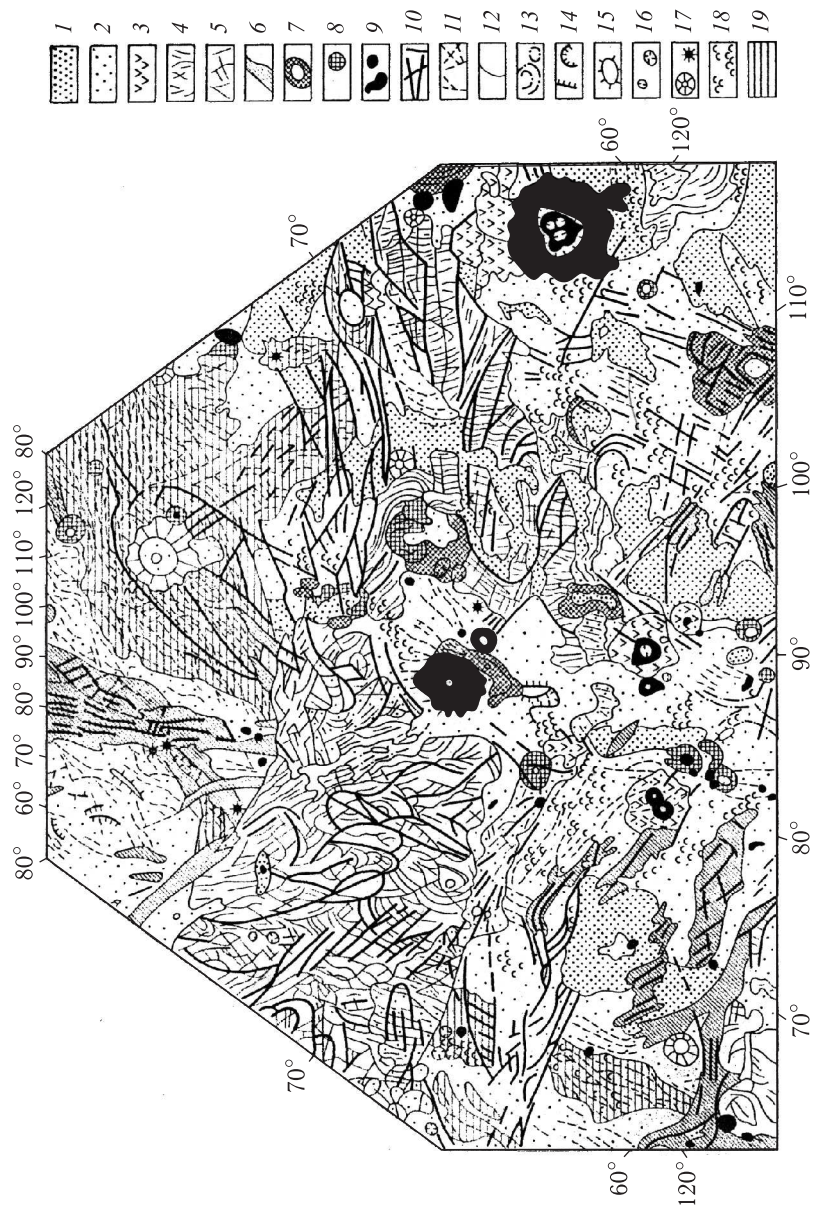


Рис. 2. Геолого-морфологическая карта поверхности Венеры, лист В-6. Условные обозначения: 1 — гладкие равнины; 2 — холмистые равнины; 3 — отдельные потоки; 4 — структурные линии паркета; 5 — активизированные лавы; 6 — пояса линейных дислокаций; 8 — вулcano-тектонические комплексы; 9 — вулканы; 10 — разломы и основные структурные линии; 11 — гребни и светлые полосы (дайки?); 12 — границы комплексов; 13 — неясные кольцевые структуры; 14 — уступы и депрессии; 15 — валы; 16 — кальдеры; 17 — ударные кратеры; 18 — скопления вулканических конусов; 19 — полосчатые равнины

1. U-образный блок с вершиной на 70° с. ш., 70° в. д. и размерами примерно 350×200 км, расширяющийся к северу. Борозды внутри блока отличны от борозд за его пределами по размерам, форме и общему рисунку. Южная «вершинная» часть блока как бы вырезана из окружающей местности глубокой изогнутой долиной, и создается впечатление, что это пластина поверхностного вещества, соскальзывающая с южного вала к северным низинам с образованием гигантской тыловой трещины отрыва.

2. Блок, примыкающий к предыдущему с востока, также похож в плане на вытянутое U, но с вершиной, обращенной к северу (рис. 5). На юге, в основании этого языка (находящемся на высоте 2,5–3,5 км) грубые борозды и гряды как бы собираются, стягиваются к его центру, обрамляя относительно сглаженную треугольную сердцевину (рис. 6). С флангов этот язык обрамлен крутыми уступами, а на северном

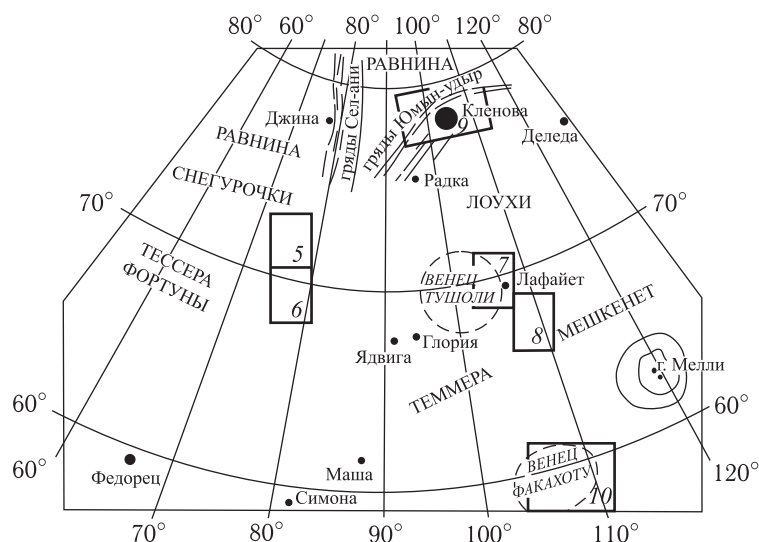


Рис. 3. Основные названия и границы кадров, приведенных в увеличенном виде (числа указывают номера рисунков в статье)

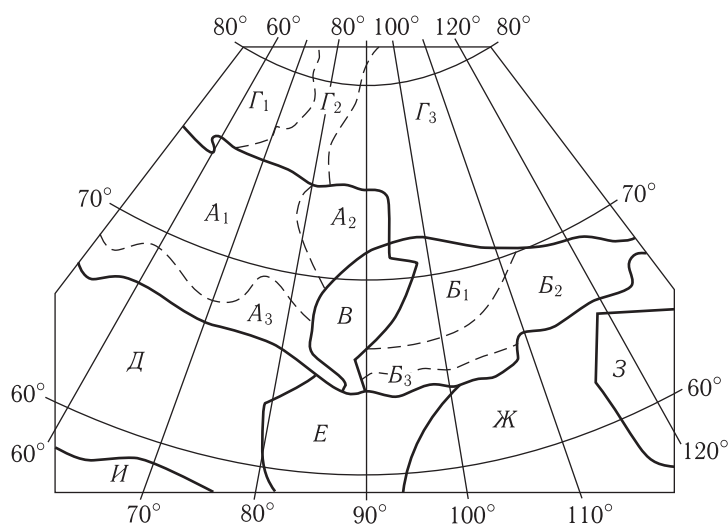


Рис. 4. Схема геолого-морфологического районирования территории

замыкании, где прилегающая местность опускается до 0,5 км, высота фронта этого языка достигает 1,5–2 км.

Внутренняя структура языка также отличается от структуры окружающей местности, и похоже, что его материал срезает или перекрывает окружающие формы. Напрашивается объяснение, что этот язык образован мобилизованным (прогретым и размягченным) материалом, который как бы стекал с южного возвышенного края тессеры, надвигаясь на северную часть своей фронтальной частью.

3. Признаки течения материала от этой возвышенности в сторону местной депрессии видны также юго-западнее, на участке с центром на 68° с. ш., 70° в. д., который рисунком напоминает лужу битума на несколько наклонном основании. А блок 200×100 км на 69° с. ш., 81° в. д. отколот от этой возвышенности дуговым уступом, похожим на тыловые отколы оползней.

Таким образом, структура этой части тессеры Фортуну, видимо, определяется движением поверхностного материала в стороны от ее поднятой южной части в виде отколотых пластин, или в виде потоковидных масс.

4. Северная окраина тессеры образована линейными формами, вытянутыми в северо-западном направлении, и они входят в пояс внешнего обрамления всей тессеры, включая лист В-5. Эти формы можно было бы назвать поясом линейных дислокаций, если бы не наличие поперечных им структур, характерных для паркета.

Паркетное поднятие A_2 — это платформа с несколько опущенной и залитой лавами центральной частью. При этом лавы нарушены сериями мелких трещин, их поверхность слабо изогнута; трещины частью

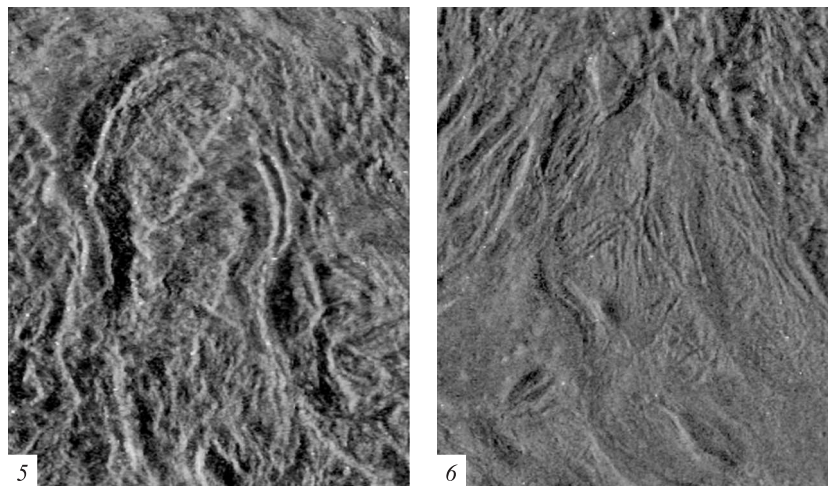


Рис. 5. Язык материала, ограниченный уступами, спускающийся от поднятия на юге. 310 × 220 км

Рис. 6. Треугольник активизированных лав в основании языка на рис. 5

субпараллельны краям центральной депрессии, частью наследуют направления перекрытых структур паркета. Вероятно, вся эта платформа является крупным овоидом, переработанным в паркет.

В южной части платформы валы кратеровидных депрессий смещены на 10–12 км правосторонними северо-западными сдвигами (в работе [2] они ошибочно названы левосторонними). Видимо, породы с юго-западной стороны от разрывов увлекаются общим движением блоков к северо-западу, которое отмечено выше.

Зона A_3 вдоль южного края тессеры непосредственно продолжает краевую зону паркета соседнего листа В-5. Там она была интерпретирована [3] как полоса паркета, перекрытая лавами, в свою очередь смятыми в мелкие складки при продолжающихся движениях. На листе В-6 в этой полосе помимо мелких частых гребней и борозд появляются брахиформенные структуры размерами примерно 20–30 на 40–60 км, напоминающие коробчатые складки. Амплитуды рельефа этих форм слишком велики, чтобы считать их структурами облекания погребенного фундамента лавами. Очевидно, они образовались при продолжающихся подвижках мелких блоков фундамента, которые действовали как штампы. Возможно и продолжение процессов вулканизма в отдельных центрах, что создало часть куполов и мульд (они показаны стрелками на рис. 6). Вся эта полоса систематически выше на 1–2 км, чем соседняя равнина, и по мере ее понижения с удалением от края паркета уменьшается и степень дислоцированности.

Эта полоса активизированных лав продолжается по азимуту ЮВ 120° до точки с координатами 64° с. ш., 85° в. д., где меняет направление на СВ 70° , становясь зоной обрамления тессеры Мешкенет.

Б. Тестера Мешкенет

По данным мелкомасштабной съемки КА «Пионер-Венера» формы, которые называются сейчас тессера Мешкенет, венец Тушоли и прилегающие участки были объединены под одним названием «область Тефии», — и как показало дальнейшее картирование, в таком объединении есть генетический смысл.

Венец Тушоли (B_1) — платформа, центральная блюдцевидная часть которой поднята на 2 км над равнинами, а края — на 2,5–3 км, ее центральная часть залита лавами, напоминая структуру A_2 . Первоначально эта возвышенность явно была овоидом, но сейчас овоид сильно деформирован: получил сплюснутую форму, на валу появилось несколько неправильных депрессий с приподнятыми краями, и главное, его северный и восточный склоны смяты в серию узких субконцентрических валов и борозд. Их можно было бы считать результатом простого гравитационного оползания и смятия склонов купола Тушоли, — но они продолжают к западу, за пределы купола, и почти смыкаются со структурами тех же направлений на тессере Фортуны, — т. е. относятся к паркетным дислокациям.

На юго-востоке по склону купола, перекрывая концентрические структуры, спускается язык материала 50×120 км, напоминающий своей поперечной трещиноватостью ледниковый поток (рис. 7), а на него с тыла наложен материал третьего этапа оползания — в виде гигантском оплывины.

Южнее виден вторым «поток», параллельный первому: он начинается в дугообразной «нише отрыва» поперечником свыше 100 км.

Юго-восточнее оба потока скрываются под лавами структурного (и частично выраженного в рельефе) трога протяженностью до 1300 км, который отделяет венец Тушоли от местности юго-восточнее него.

Эта местность (B_2) — собственно тестера Мешкенет — представляет собой структурное продолжение и, если можно так сказать, развитие юго-восточного склона купола Тушоли и состоит из 7–10 (в зависимости от принимаемых границ) языковидных «потоков», похожих на глетчерные (рис. 8). Ширина потоков — 50–100 км, длина 200–400 км, высота 0,5–2 км; они сомкнуты флангами и каждый более северный язык продвинул дальше к востоку, подобно костяшкам домино.

Поперечные трещины на их поверхности иногда изгибаются, как ледниковые огивы, иногда по соотношению с рельефом видно их падение на северо-запад — это указывает на движение материала на юго-восток; изредка они переходят с одного языка на другой — такое явление тоже известно для сливающихся ледников.

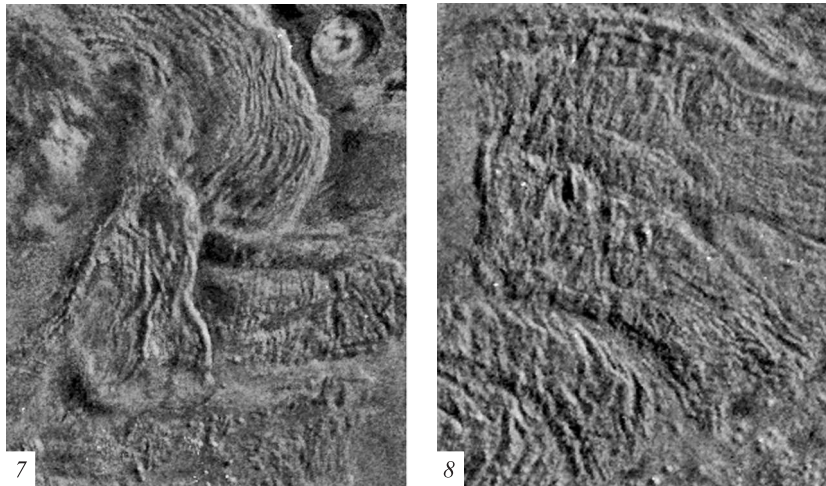


Рис. 7. Восточный склон купола Тушоли: 1 — концентрически гофрированный (оползающий) материал на склоне; 2 — глетчеровидный язык, берущий начало на склоне купола; 3 — гофрированный материал, наложенный на все остальные структуры. 310 × 220 км

Рис. 8. Участок тессеры Мешкенет: глетчеровидные языки с признаками смещений на юго-восток. 310 × 220 км

В тыловых частях потоки явно оторваны от своих «истоков» и перекрыты лавами трога; а их фронтальные части на юго-востоке останавливаются, упираясь в поднятия г. Мелии, венца Найтингейл и вала севернее него.

Краевые уступы «потоков» имеют углы откоса максимум до 2–5°. Это очень мало для твердых и даже сыпучих тел; такой угол может обеспечиваться либо эрозией, либо понижением вязкости пород. Еще меньше уклон в направлении их движения — менее 1:1000; если массы реально смещались в этом направлении, то они должны быть очень подвижными, действительно напоминая глетчеры.

Наконец, надо отметить следующее. Внутри паркета деформации, очевидно, очень сильны. В юго-западной части тессеры есть овоид, почти не различимый на карте, но хорошо видимый на стереопарах полос: он сильно сдавлен и перекошен широтными напряжениями. Но перед фронтом потоков нет признаков значительных смятий существовавших ранее пород; только на юге паркет окаймлен полосой активизированных лав — с дислокациями в основном брахиформенного, вертикального типа (Б₃), продолжающей аналогичную спокойную полосу вдоль тессеры Фортуны (А₃). Зато в двух случаях соотношения паркета с прилегающей местностью можно рассматривать как перекрытие ее паркетом,

т. е. в движении принимала участие не вся литосфера, а только ее верхние горизонты.

Таким образом, область Тефии в общем плане представляет собой восточное окончание земли Иштар, с которой она фактически смыкается по своим северным и южным границам. Внутренняя структура этой области свидетельствует о пластическом (гравитационном?) движении глетчеровидных масс мощностью 0,5–2 км в стороны от купола Тушоли.

В. Прогиб между тессерами Фортуны и Мешкенет

Эта депрессия, видимо, создана простым прогибанием при слабой роли растяжения, поскольку обе тессеры практически соединяются на севере и на юге, и для горизонтального движения не остается места: следовательно, под поверхностными лавами должен скрываться паркет, не проявляющийся на поверхности лав.

Но главным образом прогиб интересен структурой в его центре. Это невысокий, но широкий (200 км в поперечнике) вулкан с радиальными трещинами и гребнями (дайками?). Его материал частично перекрывает подковообразную структуру, охватывающую подножье вулкана с трех сторон и состоящую из субконцентрических гряд. От типичного овоида эта форма отличается незамкнутостью и наличием крупного вулкана в центре. Похожая структура — вулкан с зачатками овоидного вала у подножья — видна в средней части борозд Сигрун [4], и такая же форма — в северной части поднятия Белл; возможно, сходные формы образует поднятие Метиды, на которое пока не готовы детальные карты. Похоже, ассоциация вулкана с концентрической структурой у подножья — закономерное, хотя и нечастое явление для Венеры.

Г. Северные равнины

Эти равнины, занимающие высотные уровни от +0,5 до –0,5 км, делятся грядками Сел-Ани на две области.

Западная равнина Снегурочки (Γ_1), относимая к холмистым равнинам, должна скорее называться грядово-увалистой: ее поверхность покрыта очень пологими мягкими уступами и валами от предела разрешения до 20 км шириной. Они ветвятся, иногда образуя что-то вроде сети с округлыми ячейками, но почти не пересекаются. По альбедо равнина монотонна, без рябюрных или темных полос. Происхождение этих линейных форм неясно: это могут быть и края лавовых потоков, и структуры облекания, и дайки.

Еще более загадочно происхождение сети полос на восточной равнине Лоухи (Γ_3). Эти полосы, яркие на темном фоне равнины (рис. 9), имеют ширину до 20–40 км и протяженность до 200–300 км, они изломаны, ветвятся и соединяются, как трещины, но редко пересекаются; местами они обрисовывают какие-то крупные линзовидные формы.

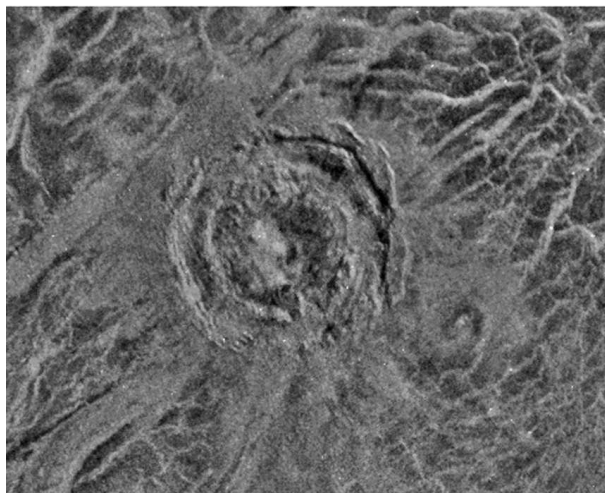


Рис. 9. Ударный кратер Кленова на полосчатой равнине. 420 × 290 км

И главное — у них почти не виден собственный рельеф: если полосы и выражены валами, то эти мягкие валы едва различимы, так что возникает искушение считать их какими-то эоловыми формами.

Однако если проследить направления основных полос, то они уходят от кратера Кленова на северо-восток, протягиваются через полярную область и в противоположном полушарии превращаются в пояса линейных дислокаций примерно на $170\text{--}180^\circ$ в.д. Пояса же эти, как будет показано в последующих работах, скорее всего являются структурами растяжения.

Можно предложить два варианта происхождения этих полос: а) выжимание по трещинам последних порций малоподвижных лав и б) гидротермальные изменения пород вдоль трещин. Но оба объяснения нечем подкрепить. Судя по рисунку трещин, можно предполагать наличие паркетного основания под частью полосчатых лав, но только южнее 75° с. ш.

Любопытно также, что в этом районе просматривается система выдержанных линеаментов северо-западных и широтных простираний, которые никак не связаны с сетью трещин.

С юга и с запада структуры полосчатой равнины перекрыты материалом холмистой и гладкой равнин и срезаются структурами паркета и поэтому относятся к сравнительно древним образованиям. Интересно, что по всей северной границе паркета с северными равнинами последние перекрыты чехлом либо гладкого бесструктурного материала, либо материала, выглядящего в масштабе съемки как раздерганная вата: ширина такого плаща достигает десятков и сотен километров. Видимо, это эффузивы, почему-то связанные с зоной контакта поднято-

го паркета и равнин нулевого уровня. В качестве альтернативы можно предложить только покровы тонкозернистого материала, снесенного ветром с паркетных возвышенностей.)

Ударный кратер Кленова — самый крупный из известных на Венере, 140 км в поперечнике, окружен кольцом сплошных выбросов 20–40 км шириной, имеет террасу на внутреннем склоне, внутреннее кольцо поперечником 100 км и небольшую центральную депрессию.

Гряды Сол-Ани (G_2) — типичный пояс линейных дислокаций, в котором примечательно лишь то, что он пересекает более древний пояс такого же типа (северо-восточного направления), уничтожая все следы последнего, и поэтому вряд ли мог образоваться за счет складчатых преобразований этого древнего пояса.

А в упомянутом древнем поясе интересна структура его осевой части: здесь мелкие борозды направлены поперек простирания пояса, как трещины в интрузиве, перпендикулярные его длинной оси. Краевая часть пояса образована серией фестончато-перекрывающихся лепестковообразных форм, как бы наползающих на равнину Лоухи. Единственное объяснение для такой конструкции — это экструзия в осевой части пояса, от которой расходятся короткие лавовые потоки. На продолжении этого пояса — в поясах противоположного полушария также встречаются осевые экструзии.

Гряды Сел-Ани срезаны паркетом полностью, так что в его пределах не осталось и следов гряд. С этим связана еще одна загадка: почему направления структур полосчатой равнины прослеживаются в паркете (слабо, но очевидно), тогда как они явно древнее гряд Сел-Ани, а они — древнее паркета?

Д, Е, Ж. Южная равнина

Западная часть равнины (Д) является продолжением прогиба между тессерами Фортуны и Лаймы [4] и включает восточную половину крупной округлой равнины (плиты?) между землей Иштар и областью Теллуры. На равнине преобладают субширотные и юго-восточные направления линеаментов. Морфологически они делятся на: а) зоны трещин, в основном приуроченных к мощному широтному разлому длиной 1300 км, который продолжается сюда с территории листа В-5; б) узкие гряды, собранные в «жгуты», они похожи на полузатопленные пояса линейных дислокаций, отличаясь от них большим числом мелких вулканических конусов; трещины по простиранию переходят в гряды и борозды. Только на юго-западе виден участок равнины с меридиональными яркими узкими полосами, похожими на полосы равнины Лоухи.

В центральной части равнины (Е) почти все линейные структуры скрыты под лавами, а вместо них появляется несколько вулканотектонических комплексов центрального типа [4]. Их появление здесь, видимо, определяется пересечением трех структурных направлений:

юго-восточного из зоны Д, юго-западного из зоны Ж и продолжения субмеридионального прогиба зоны В.

Здесь и восточнее встречаются поля вулканических конусов с поперечниками около 5 км (разброс размеров невелик); отдельные поля имеют площадь до 5–8 тыс. км² и насчитывают до 100 конусов.

В восточной части равнины (Ж) преобладают линеаменты северо-восточных направлений, выраженные изолированными гребнями, а юго-восточные ориентировки исчезают. Но оба этих направления существуют где-то в фундаменте, что видно по структуре венца Факахоту (рис. 10): он лежит на пересечении линеаментов северо-западных и северо-восточных направлений, определяющих угловатый рисунок борозд внутри него.

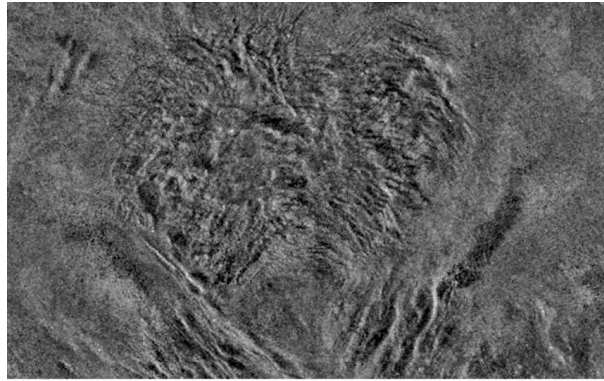


Рис. 10. Венец Факахоту — вулcano-тектонический купол с растрескивающейся поверхностью. 420 × 290 км

Венец представляет собой очень пологий купол чуть выше 500 м при поперечнике 500 км. Склоны купола залиты светлыми лавовыми потоками, растекающимися от внутренней части к подножью. Внутренняя приподнятая часть поперечником 200 км разбита многочисленными угловатыми зияющими расщелинами, субконцентричное расположение которых было причиной отнесения структуры к венцам или овоидам.

Возможно, здесь действительно виден пример механизма, создавшего по крайней мере некоторые овоиды: аникальная часть этого купола как бы выпирает из него, разрывая лавовую кровлю, и если кровля способна соскальзывать (а угол скольжения составит здесь 2:1000, что, судя по паркету, достаточно для скольжения в условиях Венеры), то у подножья могут появиться концентрические складки нагнетания.

Гора Мелии (З) (вулкан 150 км по основанию и 1,2 км высоты) и участок области Теллуры (И) относятся к комплексам, развитым в основном на листах В-7 и В-13, где они и будут описаны.

Заключение

Результаты картирования листа В-6 подтверждают основные выводы, полученные по листу В-5, и позволяют их дополнить.

1. Паркет земли Иштар и области Тефии в значительной мере образован при горизонтальных смещениях поверхностных толщ мощностью порядка 1–2 км в направлении слабых уклонов вокруг местных поднятий.

2. Паркет моложе древних полосчатых равнин и по крайней мере части поясов линейных дислокаций, но древнее молодых гладких лав; он формировался геологически длительное время.

3. Попавшие в сферу действия паркета пояса линейных дислокаций и овоиды перерабатываются до неузнаваемости. Лавы, перекрывающие южные окраины паркета земли Иштар и области Тефии, также частично паркетизированы, т.е. дислоцированы в коробчатые складки или мелко гофрированы.

4. Пояса линейных дислокаций, видимо, являются зонами повышенной магматической проницаемости.

5. Концентрические структуры овоидов могут возникать вокруг проседающего тела центрального вулкана или вокруг поднимающегося магматического дианира при оползании с него кровли.

6. Судя по наложению разнонаправленных структур, в верхних слоях Венеры могут существовать несколько структурных ярусов, в равной степени проектирующихся на поверхность.

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.* Паркет: области площадных пластических дислокаций. — *Геотектоника*, 1986, № 4, с. 60–76.
3. *Суханов А. Л., Пронин Л. А., Тюфлин Ю. С. и др.* Геолого-морфологическое описание земли Иштар (фотокарта поверхности Венеры, лист В-5). — *Астрон. вестн.*, 1986, т. 20, № 2, с. 99–111.
4. *Суханов А. Л., Пронин А. А., Тюфлин Ю. С. и др.* Геолого-морфологическое описание тессеры Лаймы и равнины Берегини (фотокарта поверхности Венеры, лист В-12). — *Астрон. вестн.*, 1986, т. 20, № 4, с. 272–286.

Институт геохимии и аналитической химии им.
В. И. Вернадского АН СССР

Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии им.
Ф. Н. Красовского

Институт радиотехники и электроники АН
СССР

Поступила в редакцию
30.VI.1986

Geological-morphological Description of Tessera Fortuna and Meshkenet Area (Photomap of the Venusian Surface, Sheet B-6)

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

Parquet of Tessera Fortuna on the list B-6 was moving NW as large slabs of rocks, and that of Tessera Meshkenet — to E and SE, completely reworking coronae and linear bells. More than 0,4 mln. sq. km of northern plains are occupied with large-scaled net of light stripes (extrusive or tectonical). Two big subconcentric structures on the map may be representative of initial stages of coronae.