

ГЕОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЛАСТИ БЕЛЛ (ФОТОКАРТА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ, ЛИСТ В-23)

*М. С. Марков, Ю. С. Тюфлин, С. А. Кадмичанский, В. А. Котельников,
О. Н. Ржига, Г. М. Петров, А. И. Сидоренко, Ю. Н. Александров,
Н. В. Родионова, В. М. Дубровин, Г. А. Бурба, В. П. Шашкина*

Астрономический вестник, 1987, т. XXI, № 1, с. 16–25

В пределах листа выделены четыре геолого-морфологические единицы: 1) реликты доравнинных комплексов; 2) полосчатые равнины; 3) гладкие равнины; 4) вулcano-тектонические комплексы. Поднятие Белл включает несколько отдельных крупных вулканических построек. Кроме того, дешифрованы разломы разных направлений и метеоритные кратеры. Кратко рассмотрена история геологического развития района.

Рассматриваемый район расположен между 25 и 65° в.д. и 40 и 25° с.ш. (рис. 1). Он занимает восточную часть равнины Седны (равнина Берегини) и западную часть равнины Леды. В центральной его части развито вытянутое субмеридиональное поднятие Белл, которое естественно ограничивает две вышеупомянутые равнины. В целом особенности геоморфологии и геологии этого района характерны для областей северного пояса равнин Венеры. Высоты в среднем здесь колеблются от 0,5 до 2,0 км (рис. 2). Исключение составляет лишь область Белл (в состав области входит общее поднятие, состоящее из горы Тепев и северной безымянной вершины), в пределах которой в районе горы Тепев высоты превышают 5,5 км. Северо-восточнее области Белл в районе 55° в.д. и 38° с.ш. расположена отдельная округлая вершина Апи с высотами свыше 3,5 км, структурно не связанная с поднятием Белл.

В пределах равнины Берегини, примерно в средней части ее прослеживаются пологие гряды Безлеи, протягивающиеся с юга в субмеридиональном направлении, а затем она как бы раздваивается к югу от пастеры Хросвиты, и одна ее часть уходит к северо-западному углу листа 23, а другая поворачивает на северо-восток, простираясь по азимуту примерно 45°. Аналогичные гряды (Мардеж-авы) прослеживаются и в пределах равнины Леды, у восточного края планшета. Простираение их субмеридиональное, или северо-северо-восточное. Гряды возвышаются над окружающей местностью на 0,5–1 км и представляют собой по-

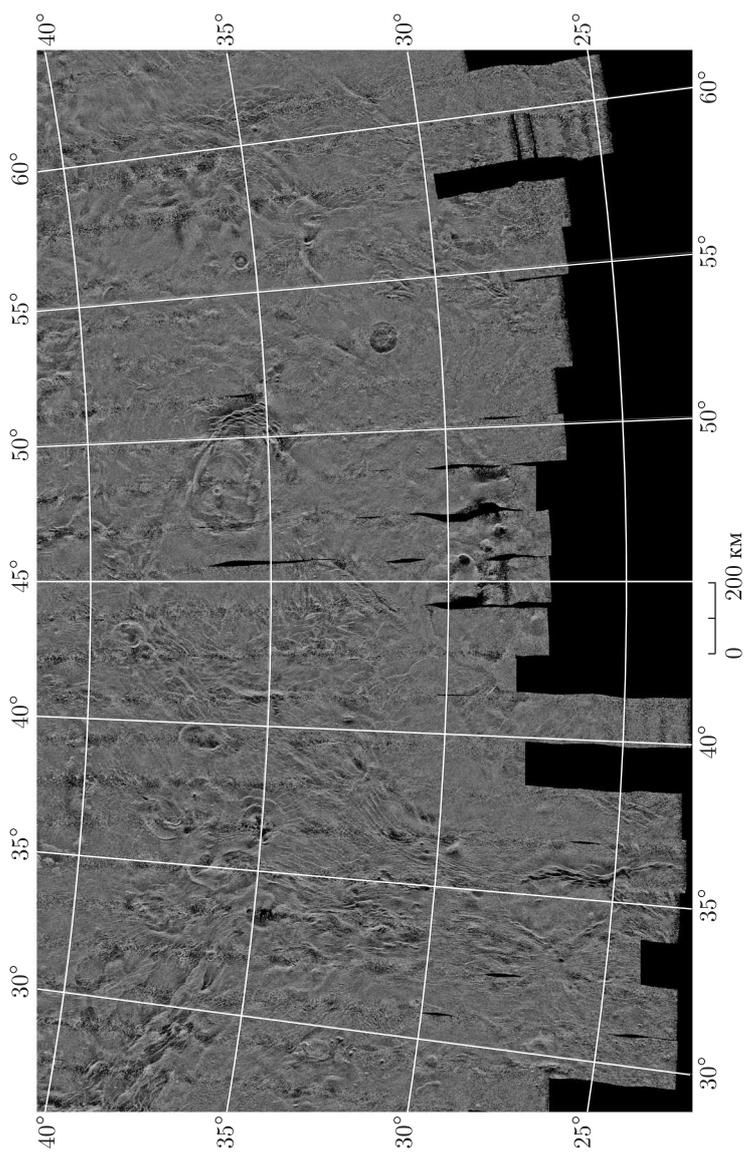


Рис. 1. Фотокарта поверхности Венеры, лист В-23

логии вытянутые валы. Таковы в общих чертах особенности рельефа рассматриваемого района (рис. 1).

В его пределах четко выделяются следующие типы геологических образований: 1) реликты доэридных комплексов, 2) полосчатые равнины, 3) гладкие равнины, 4) вулканические поднятия и вулканы центрального типа (рис. 3) [1]. В пределах некоторых из них выделяются еще более мелкие частные структуры, которые будут рассмотрены ниже.

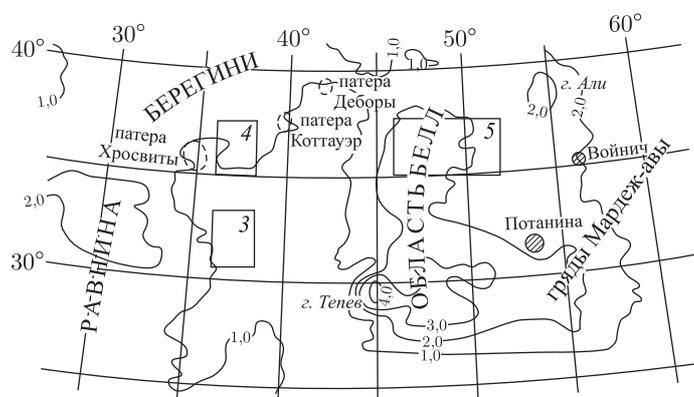


Рис. 2. Орографическая схема листа В-23. Прямоугольниками показаны границы кадров, приведенных далее в увеличенном виде

Реликты доэридных комплексов. В пределах района развито несколько относительно крупных участков развития таких форм. Один из них расположен к северу от 30° с.ш. у 35° в.д. Размеры его достигают 200 × 100 км. Второй развит к северу от Тепев. Его размеры примерно такие же. С юга он ограничен достаточно четко выраженной зоной разлома северо-восточного простирания. Еще один небольшой участок распространения этих образований расположен у северной рамки планшета между 52 и 53° в.д. Наконец, достаточно крупный выход таких комплексов встречается у южной части гряды Мардеж-авы. Для этих комплексов характерна их сильная нарушенность разнообразно ориентированными зонами разломов, которые не прослеживаются в смежных участках равнин (полосчатых и гладких). В связи с этим можно думать, что эти участки представляют собой доэридные структуры, часть из которых вздернута (приподнята) вблизи зон разломов. Не исключено, что часть этих останцов является образованиями типа паркета, особенно это касается участка, расположенного в южной части гряды Мардеж-авы.

Полосчатые (сетчатые) равнины. Они расположены на западе и востоке планшета, занимая более приподнятые участки равнинных областей. Средние высоты в их пределах колеблются от 1 до 2,0 км.

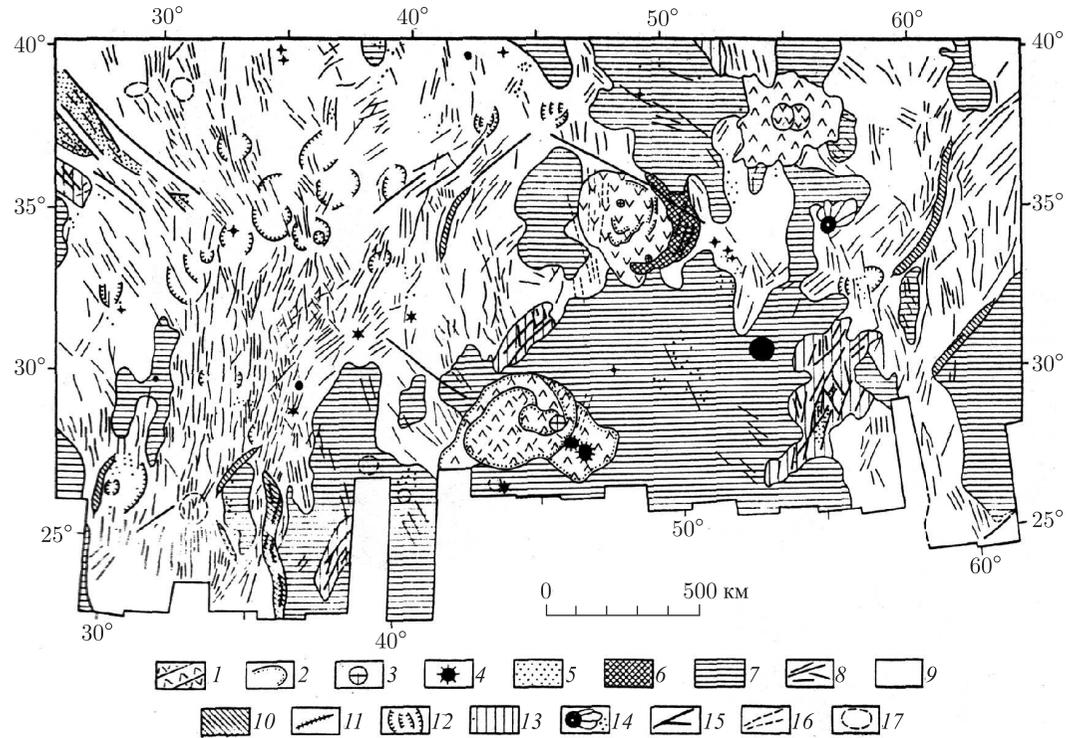


Рис. 3. Геолого-морфологическая карта листа В-23. Условные обозначения: 1 — вулканические покровы вулканов Тепев, Безмянный и Апи; 2 — границы потоков; 3 — кальдеры; 4 — небольшие вулканы; 5 — грабены; 6 — структуры, сходные с внешними кольцами овоидов; 7 — гладкие равнины; 8 — радиояркие полосы (дайки и дайковые пояса); 9 — полосчатые равнины; 10 — хребты и отдельные гряды; 11 — гребни; 12 — кольцевые структуры («пауки»); 13 — реликты доэвнинных комплексов (местами, возможно, структуры типа «паркета»); 14 — ударные кратеры с центральной горкой и выбросами; 15 — разломы; 16 — трещины растяжения; 17 — слабо выраженные кольцевые структуры

На западе района полосчатая равнина носит название гряд Безлеи, простирающихся от южной кромки листа (25° с. ш.) в субмеридиональном направлении. Примерно у 35° с. ш. гряды раздваиваются и одна их ветвь уходит к северо-западному углу планшета, а другая — на северо-восток к патерам Коттауэр и Деборы.

Вторая область развития полосчатых равнин расположена на востоке планшета — гряды Мардеж-авы, которые простираются от южной кромки листа на север в район к востоку от горы Апи. Характерной особенностью строения этих областей является наличие систем радиоярких полос, по существу заполняющих почти все пространство этих районов. Эти радиояркие полосы, вероятно, представляют собой системы даек [2], и в этом случае полосчатые равнины могут представлять собой области с трещинными излияниями лав. Часть из них слабо выражена в рельефе, тогда как другие находят отражение в рельефе в масштабе радарной съемки. Максимальная протяженность таких полос достигает 200–250 км. Они часто продолжают друг друга по простиранию, иногда образуя кулисообразные построенные полосы.

В южной части гряды Безлеи эти дайки простираются в меридиональном направлении, а затем примерно у 32° с. ш. эта система даек разветвляется и одна ее часть уходит на северо-запад к северо-западному углу планшета, а другая — на северо-восток к 45° в. д. В месте разветвления образуются участки, где эти системы даек пересекаются и образуют очень сложный петельчатый узор, в чем-то напоминающий системы деформаций на вершинах соляных куполов (рис. 4). При этом видно, что дайки одних направлений смещают дайки других, но каких-либо закономерностей, свидетельствующих об их разновозрастном формировании, установить не удается. Иногда параллельно дайкам или продолжая их, развиты трещины растяжения. Другая отчетливо выраженная система даек (дайковый пояс) развита в районе гряд Мардеж-авы, где распространены системы даек субмеридионального и северо-восточного направлений. Кроме этих двух обширных участков распространения полосчатых равнин в пределах листа 23 встречаются и более мелкие области их развития. Часть из них распространена к северо-западу от г. Тепев, у северной кромки листа и в ряде других мест.

На юге гряд Безлеи у 36° в. д. видно, как системы даек, сближаясь и сливаясь друг с другом, переходят в зону отчетливо выраженных гребней (гряд) и разделяющих их небольших долин и образуют структуру, напоминающую линейные пояса, широко распространенные в пределах равнин северного полушария Венеры. Ширина отдельных гряд достигает 10–15 км, протяженность — 150–200 км. Длина этого пояса в пределах южной части гряд Безлеи около 450 км, максимальная ширина 50–60 км. Он, слабо изгибаясь, в основном простирается в меридиональном направлении. Иногда положительные формы рельефа образуют отдельные невысокие монолитные гряды.

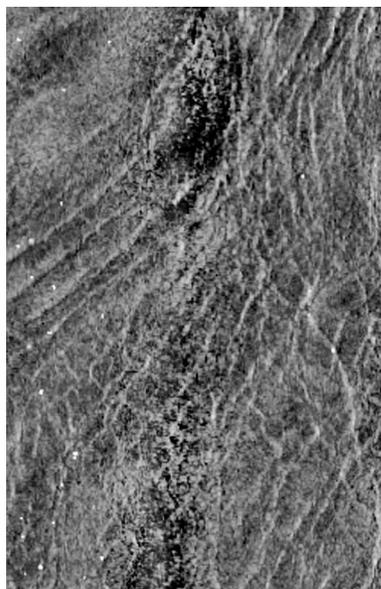


Рис. 4

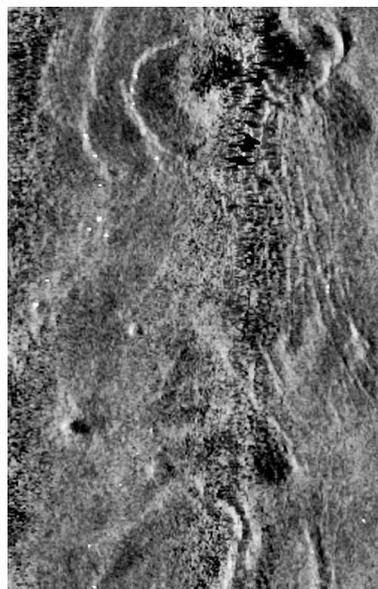


Рис. 5

Рис. 4. Системы пересекающихся даек, размеры кадра 200 × 300 км

Рис. 5. Безымянная патера к юго-востоку от патеры Хросваты, размеры кадра 200 × 300 км. Видна система полукольцевых гряд; внешняя система нарушена дайками северо-северо-западного простирания; в центре внутреннего кольца видна вулканическая постройка с кальдерой

Характерной особенностью строения полосчатых равнин является присутствие здесь очень своеобразных кольцевых структур (пауков), внешне напоминающих по своему строению некоторые кольцевые магматические структуры Земли [3]. К их числу относятся выделяемые здесь патеры Хросвиты, Коттаузр, Деборы и еще большее количество безымянных кольцевых форм. Часть из этих структур слабо выражена в рельефе в виде невысоких (несколько сот метров) округлых гребней с относительно опущенной центральной частью.

На радиолокационных снимках видно, что эти структуры состоят из системы вложенных друг в друга «колец» (рис. 5). Часто такое «кольцо» не образует замкнутого круга, а представлено системами дуговых валов. Видно также, что отдельные системы даек, как это установлено А. Л. Сухановым, разрывают сплошность наружного кольца, не проходя внутрь следующего. Другие дайки секут более внутреннее кольцо и т. д. Часть даек также образует кольца, подчеркивая форму этих структур. Создается впечатление, что при образовании этих структур участвовали процессы растяжения, при этом внешние кольца разрывались в ходе образования даек и растягивались. В пределах таких колец в их

внутренней опущенной части иногда встречаются отдельные горки, представляющие собой, по всей видимости, небольшие вулканы центрального типа. Вулканы центрального типа, диаметром в несколько десятков километров и более, мелкие вулканические постройки, кроме того, распространены на территории листа 23 не только в пределах полосчатых, но и в пределах гладких равнин.

Наконец, в полосчатых равнинах встречается еще один тип структур. Это *грабенообразные впадины*. Они распространены в северо-западной ветви гряд Безлеи и в южной части гряд Мардеж-авы. Эти структуры выглядят на радиолокационных изображениях как более темные полосы или пятна, днища которых опущены по отношению к ограничивающим валам. Видно (особенно хорошо в северо-западной ветви гряд Безлеи), что они ограничены более светлыми валобразными поднятиями, расположенными вдоль разломов северо-западного простирания. Ширина грабенообразных впадин местами достигает 100 и более километров, длина — несколько сот. В наиболее крупных из таких структур также видны системы радиоярких полос (даек), вытянутых по их простиранию.

Гладкие равнины занимают наиболее низкие участки района. Они распространены, как правило, на высотах 0,5–1,0 км. Исключение составляет лишь часть гладкой равнины, расположенной в пределах поднятия Белл к северу от горы Тепев, которая залегает на высотах 2,0 км и более. Наиболее крупные выходы комплексов гладких равнин встречаются к юго-западу, востоку и северу от поднятия Белл. Гладкие равнины выделяются своим однородным серым фоном. В отдельных местах гладких равнин видны немногочисленные радиояркие полосы (дайки). Однако здесь их значительно меньше, чем в пределах полосчатых равнин. Встречаются здесь также и вулканические аппараты, которые иногда придают равнинам «прыщеватый» облик.

Тектоно-вулканическое поднятие Белл. В центральной части района, между 45 и 50° в. д. располагается меридионально вытянутое поднятие Белл. Средние высоты в его пределах достигают 2–2,5 км. В южной части располагается гора Тепев с максимальными высотами, превышающими 5,5 км. В северной части поднятия располагается более пологая безымянная вершина, возвышающаяся на 1 км над общим поднятым пьедесталом зоны Белл. К северо-востоку от поднятия располагается округлая гора Апи, где высоты превышают 2,5 км.

Особенности строения каждой из рассматриваемых вершин позволяют предполагать, что они представляют собой крупные вулканические постройки, из которых наиболее четко сохранился (а следовательно, и является наиболее молодым) вулкан Тепев. На его склонах отчетливо дешифрируются отдельные разновозрастные лавовые потоки. При этом наиболее молодыми являются потоки, располагающиеся ближе к вершине. В западной части вершины горы Тепев расположена кальдера ($D \approx 40$ км). На восточном склоне расположены два крупных

вулканического аппарата, наиболее крупный из которых имеет диаметр в своем основании около 50 км. Лавовые потоки горы Тепен отчетливо накладываются на отложения полосчатых и гладких равнин, перекрывая отдельные структуры, развитые в их пределах. Менее сохранился вулкан Безымянный, расположенный в северной части поднятия Белл (рис. 6). Его высота значительно меньше и не превышает 3 км. В центральной части вулкана также наблюдается кальдера диаметром около 30 км. Вблизи нее дешифрируются отдельные лавовые потоки. На юго-восточном склоне вулкана расположена еще одна небольшая вулканическая постройка, а в пределах равнин вблизи вулкана отчетливо распознаются мелкие и более крупные вулканические аппараты. С северной части вулкан Безымянный ограничен зоной разломов северо-западного — юго-восточного простирания. С восточной и юго-восточной стороны вдоль пьедестала вулкана распространена система параллельных, отчетливо выраженных в рельефе систем гряд и разделяющих их долин. Не исключено, что эта структура представляет собой образование, напоминающее овоид и находящееся на начальном этапе образования. На западном склоне вулкана Безымянного и на восточном склоне вулкана Тепев дешифрируются меридиональная система трещин растяжения более молодых, чем системы лавовых покровов склонов вулкана. Возможно, что их образование связано со сводовым воздыманием поднятия Белл.

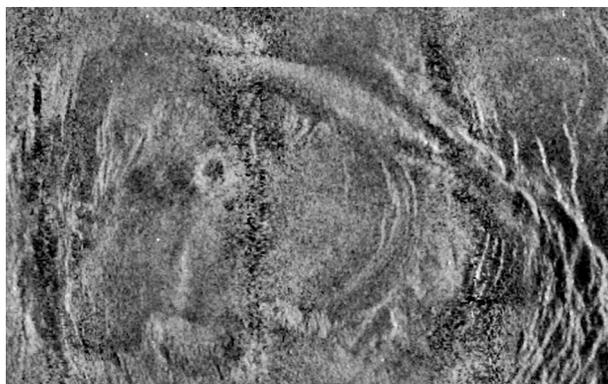


Рис. 6. Крупный безымянный вулкан с овоидными структурами у подножья восточного склона, размеры кадра 300 × 500 км

Расположенная к северо-востоку гора Апи, вероятно, также представляет собой вулкан, хотя элементы вулканического рельефа выражены здесь значительно слабее.

Таким образом, центральная часть района представляет собой область относительно молодого вулканизма, видимо, причинно связанного со сводовым воздыманием области Белл в целом. Поднятие формировалось достаточно длительно, о чем свидетельствует разная со-

хранность развитых здесь крупных вулканов. Со сводовым поднятием области Белл, вероятно, связано и формирование относительно молодой меридиональной системы трещин растяжения.

Разломы на территории листа имеют ограниченное распространение. Наиболее четко здесь развита система северо-западных — южно-восточных разрывов. Одна из таких систем разломов приурочена к северо-западной ветви гряд Бсзлеи, и с ней связаны отдельные грабенообразные впадины. Затем она прерывается в пределах меридионального отрезка гряд и вновь прослеживается к юго-востоку от нее, затем вновь появляется у восточной границы гряд и продолжается вплоть до западного подножья вулкана Тенев. Другой разлом такого простирания, как уже отмечалось, прослеживается по северному краю вулкана Безымянного.

Менее отчетливо выражена другая система разломов юго-западного — северо-восточного простирания. Они выделяются к северу от вулкана Тепев и в южной части гряд Мардеж-авы. С первыми из них связаны выходы доравнинных комплексов.

Ударные кратеры распространены в пределах района достаточно ограничено. Наиболее крупные из них — Потанина и Войнич. Кратер Потанина имеет диаметр свыше 90 км. В его пределах видна центральная горка, а в восточной части намечается двойное кольцо. Кратер Войнич имеет диаметр около 50 км. В нем также отчетливо видна центральная горка, а вблизи него — широкая полоса выбросов, отчетливо различающихся в виде радиояркого пятна.

Кратеры-фантомы (слабо выраженные кольцевые структуры) часто различаются в виде отдельных, очень нечетко выраженных кольцевых форм в пределах полосчатых и гладких равнин. Их природа не ясна из-за отсутствия морфологических деталей строения.

История геологического развития рассматриваемого района, исходя из приведенных выше данных, может быть представлена следующим образом. До образования пород полосчатых равнин здесь, по всей видимости, были распространены комплексы пород, сильно нарушенные многочисленными мелкими разломами. Такие образования достаточно часто встречаются среди вулканических равнин северного полушария Венеры в виде отдельных останцов. Они получили условное наименование «хрупкий» рельеф. Однако ограниченность выходов этих комплексов не позволяет выяснить их природу и условия образования. Следующие по возрасту образования, развитые в районе, представлены отложениями полосчатых равнин, которые, по всей видимости, являются областями трещинных вулканических излияний, формирования дайковых поясов и своеобразных вулканических кольцевых структур («пауков»). Образование этих структур, вероятно, происходило в условиях растяжения, о чем свидетельствует развитие здесь дайковых поясов и параллельных им трещин растяжения, разрывы кольцевых структур (пауков) (см. рис. 5), развитие здесь грабенообразных впадин

и другие данные. Этот процесс не был одноактным, что подтверждается наличием нескольких разновозрастных поколений даек.

Более молодыми являются гладкие равнины, что отчетливо видно из перекрытия их отложениями подавляющего числа даек полосчатых равнин (хотя отдельные дайки прослеживаются и на гладких равнинах). По наличию на поверхности этих зон многочисленных вулканических аппаратов центрального типа можно предполагать, что гладкие равнины также выполнены вулканическими породами.

Завершается история развития района образованием в его пределах поднятия области Белл и развитием здесь отложений крупных центральных вулканов Тепев и Безымянного. Эта структура, видимо, формировалась как общее поднятие, с чем связано поднятие здесь на высоту до 1 км отложений гладких равнин. Затем на общем поднятом пьедестале возникли две крупные вулканические постройки — вулканы Безымянный и Тепев, которые существовали достаточно длительно, так как в их пределах распознаются разновозрастные лавовые комплексы. На восточном склоне вулкана Тепев, кроме того, располагаются достаточно крупные ($D \approx 50$ км) вулканические конусы. Формирование общего сводового поднятия области Белл, видимо, продолжалось и в дальнейшем, и с ним связано образование трещин растяжения, наиболее отчетливо видимых на западном склоне вулкана Безымянного.

Таким образом, формирование северного пояса равнин Венеры несомненно тесно связано с процессами вулканизма и является достаточно длительным и неоднаковым процессом.

Литература

1. Барсуков В. Л., Суханов А. Л., Аким Э. Л. и др. Геолого-морфологическая характеристика северного полушария Венеры. — Геотектоника, 1986, № 4, с. 4–25.
2. 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.
3. Свешникова Е. В. Магматические комплексы центрального типа. М.: Недра, 1973. 184 с.

Геологический институт АН СССР
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
28.VIII.1986

**Geological-morphological Description of the Bell Regio
(Photomap of the Venusian Surface, Sheet B-23)**

M. S. Markov, Yu. S. Tyuflin, S. A. Kadnicianskij, V. A. Kotelnikov,
O. N. Rzhiga, G. P. Petrov, A. I. Sidorenko, Yu. N. Alexandrov,
N. V. Rodionova, V. M. Dubravin, G. A. Burba, V. P. Shashkina

Four geological-morphological units are distinguished on the map: 1) remnants of pre-plain complexes, 2) striped plains, 3) smooth plains, 4) volcano-tectonical complexes. The Bell dome comprises several individual large volcanic constructions. Faults of different orientations and impact craters are recognised. Brief description of local geologic history is given.