

УДК: 523.43—834.5 : 528.7(202)

Б. Я. ЕРОМЕНКО, Г. Н. КЛТТЕРФЕЛЬД, Г. А. ИВАНЯН

ОБ ОДНОМ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ¹

Исследование вопроса о «каналах» Марса позволило понять особенности формирования мелкомасштабного космического изображения, считать космические снимки генерализованными изображениями местности, близкими в ряде случаев к математическим абстракциям, но отражающим объективную реальность, и установить действие принципа неопределенности при интерпретации крупномасштабных снимков наиболее освоенных районов Земли.

В ходе первых же космических съемок поверхности Марса с «Маринеров 4, 6, 7, 9» и последующих съемок с «Викингов 1 и 2» были частично выявлены и известные ранее по телескопическим наблюдениям с Земли своеобразные образования, получившие название «каналов» Марса. Закономерная ориентировка их по странам света, сходная с направлением глубинных разломов Земли, позволила еще 25 лет назад высказать предположение об отражении в них глубинных разломов Марса [6, 7].

В результате анализа радиолокационных данных и весьма обильных материалов дистанционных съемок Марса гипотеза о тектонической природе по крайней мере части марсианских «каналов» была подтверждена. Они представляют собой линейно ориентированные тектонические нарушения или широкие и нередко глубокие долины до 3 и 6 км глубиной (к ним относится самый крупный «канал» Марса—*Агафодемон*, ныне «Долина Маринера»), третьи совпадают с цепочками кратеров с темным дном, четвертые—с горными возвышенностями и цепочками темных пятен неправильной формы, либо располагаются на границах светлых и полутемных областей [2]. Таким образом, некоторые из марсианских «каналов»—реальные природные образования типа глубоких разломов, трассированных на поверхности планеты. Однако отсутствие многих из них на более крупномасштабных изображениях, как и имеющее место слабое ландшафтное и геологическое подтверждение многих линейных и кольцевых структур Земли, выявленных на телевизионных космических снимках (ТКС), полученных с метеорологических спутников типа «Метеор» (пространственное разрешение в надире 1,25—1,75 км) и типа «ЭССА» (разрешение 3,2—3,3 км), было приписано существованию оптических иллюзий [11]. Так, один из авторов последней работы полагает, что следует «относиться с некоторой осто-

¹ Сокращенный текст доклада, сделанного 4 октября 1982 г. на юбилейной сессии Секции планетологии Всесоюзного Астрономо-Геодезического Общества (СП ВАГО), посвященной 25-летию Космической эры и 10-летию СП ВАГО.

рожностью к результатам дешифрирования нечетких сверхмелкомасштабных изображений земной поверхности, полученных, например, с метеорологических искусственных спутников Земли, так как при этом может проявляться своего рода «эффект каналов Марса», когда нечеткие, еле различимые детали изображения группируются в протяженные линейные элементы или кольцевые формы, не находящие подтверждения геолого-геофизическими данными» [11, стр. 74]. Вышесказанное в какой-то мере объясняется тем, что геологи-дешифровщики в подавляющей массе интерпретируют ТКС с разрешением детальнее 1,0 км, а в последнее время предпочитают работать с крупномасштабными космическими снимками (КС), полученными с американских спутников природных ресурсов серии «Лэндсат» (1 : 1 000 000) с разрешением выше 90 м. Однако использование этих последних не решает проблемы выделения крупнейших региональных и планетарных структур. Если ранее сведения о них получались путем обобщения данных, выявленных в отдельных обнажениях и скважинах, при интерпретации аэрофотоснимков и в ходе дискретных наблюдений параметров физических полей, то сейчас сведения о крупнейших разломах стали получать также на основании дешифрирования КС различных масштабов. При этом чаще всего предают забвению одно из важнейших свойств мелкомасштабных КС — получение генерализованного изображения крупнейших структур. Сказанным определяется практический «земной» интерес к исследованию проблемы «эффекта каналов Марса».

С возможностью постановки вопроса о «каналах» Марса как оптических иллюзиях можно было бы согласиться, если бы не известная «сезонная» изменчивость каналов, которая даже в этих иллюзиях должна была бы получить объяснение как отражение какого-то объективного процесса, на чем авторы работы [11] не останавливаются. Сходные по изображению с ТКС Земли радиолокационные снимки поверхности Венеры с Земли и с космического аппарата «Пионер-Венера 1» успешно проинтерпретированы американскими исследователями с построением, в частности, морфологической карты Венеры [12].

Сопоставление полученных в ходе интерпретации линейных элементов и кольцевых структур с ТКС типа «ЭССА» с геолого-геофизическими материалами по Сибирской платформе [4] не позволяет согласиться с утверждением об их «неподтверждаемости геолого-геофизическими данными». Наоборот, переход к крупномасштабным КС показал, что для выделения наиболее крупных разломов необходимо возвращаться к ТКС со спутников типа «ЭССА» [10]. Это связано с тем, что на крупномасштабных, а также среднемасштабных КС выделить крупнейшие линейные элементы в подавляющем числе случаев представляется затруднительным. Для понимания данного явления необходимо обратиться к механизму формирования линейных элементов ТВ-изображения.

Если задаться целью проверки существования линейных элементов ТВ-изображения на местности, то окажется, что подавляющую их часть мы не сможем идентифицировать. Так, нетрудно проверить, что малопротяженным темным линиям на светло-сером фоне заболоченных ландшаф-

тов Западной Сибири (ТКС с «Метеора») и крупным линеаментам шириной 12—20 км (ТКС со спутников «ЭССА») на местности соответствуют разобщенные массивы темнохвойных деревьев. Превращение отдельных массивов темнохвойных деревьев в линеамент (или кольцевую структуру) ТКС связано с оптической генерализацией изображения ландшафта. Последняя заключается в уменьшении и исчезновении при достижении определенной степени генерализации пограничной зоны перехода от яркости объектов (отдельных деревьев или массивов деревьев) к яркости фона. При этом массивы деревьев объединяются на ТКС в непрерывные линии. Таким образом, устанавливается не прямое соответствие, а модельный характер отражения реальной действительности. Исследователю же приходится иметь дело с абстракциями, напоминающими абстракции высшей математики, но отражающими объективную реальность. Степень абстракции увеличивается при переходе от крупномасштабных КС к мелкомасштабным ТКС. Следовательно то, что в работе [11] считается недостатком ТКС (слияние отдельных пятен и точек в непрерывные линии), является существом процесса генерализации космофотозображения.

Исходя из вышесказанного, выделение крупнейших линеаментов на ТКС спутников типа «ЭССА» происходит благодаря их низкому разрешению (выпадает из рассмотрения масса мелких линеаментов, размеры индикаторов которых меньше 3,2—3,3 км), а также благодаря достижению уровня генерализации, при котором дискретные индикаторы этих линеаментов увязываются в единые (непрерывные) прямые и дугобразные линии. Сопоставление с данными глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) показало, что выделяемые на ТКС со спутников «ЭССА» разломы имеют наибольшие глубины проникновения в недра Земли. С отмеченных позиций «каналы Марса» представляют собой крупнейшие линеаменты, наиболее глубоко проникающие в недра этой планеты. Они, как и линеаменты на мелкомасштабных КС, должны «пропадать» при фотографировании с близкого расстояния (в условиях увеличения пространственного разрешения), что и было выявлено в результате крупномасштабных космических съемок Марса. Распадаются на отдельные сгущения камней и кольца Сатурна при фотографировании с близких расстояний.

Проведенные исследования на Сибирской платформе показали, что ориентировка наиболее крупных разломов, выявленных на мелкомасштабных ТКС со спутников типа «ЭССА» («ЭССА», «Нимбус», «НОАА»), оказалась отличной от разломов, выделенных по ТКС более крупного масштаба со спутников типа «Метеор». Это было объяснено различием в морфологии и простирании индикаторов, отражающих разномасштабные разломы [5]. В связи с тем, что более крупномасштабные разломы имеют и более глубокое заложение, Г. Н. Каттерфельдом и В. Я. Ероменко было высказано предположение об отражении на КС разного разрешения разноглубинных разломов, что и подтвердилось недавно данными ГСЗ. Сказанным определяется взаимодополняемость све-

дений о разломах, полученных по разномасштабным КС¹, и первоочередность привлечения мелкомасштабных КС при изучении планетарных структур Земли. Исходя из этого, одним из авторов были проинтерпретированы ТКС с ИСЗ типа «ЭССА» и построены в 1979 г. «Картоохема линейных и кольцевых структур Евразии» м-ба 1 : 12 500 000, а в последнее время «Картоохема линейных и кольцевых структур Северного полушария Земли» м-ба 1 : 15 000 000. Методика построения карт и полученные результаты будут отражены в следующей статье.

В заключение следует добавить, что весьма генерализованное изображение можно получить не только с метеорологических спутников. Так, при съемке в особых условиях (косое облучение, отсутствие различий в распашке территории) были получены КС Равнинного Крыма с ПКК «Союз» [8], на которых четко проявлены крупные линеаменты, не выявляемые на обычных КС крупных масштабов. На последних отражается исключительно «чересполосица» полей, огородов, поселков, дорог и прочих антропогенных объектов. Выделить объекты изображения (т. е. элементы ландшафта), которые можно было бы прямо соотнести с элементами геологического строения, на подавляющей части территории Равнинного Крыма, как и прилегающих с севера территорий Украины, практически невозможно. Наоборот, выделенные на генерализованных изображениях (КС с «Союза») линеаменты были в поле привязаны и сопоставлены с флексурами и зонами трещиноватости разных рангов.

Несмотря на разный масштаб изображений сверхмелкомасштабных ТКС и вышеотмеченных КС с «Союза», их объединяет отсутствие связи с привычными для нас ландшафтными объектами местности и трудность точной привязки к местности. Особенно четко это видно на генерализованных КС Крыма. Таким образом, приобретая геологическую информацию при дешифрировании линеаментов по мелкомасштабным КС, мы теряем топографическую информацию, т. е. подпадаем под действие физического принципа неопределенности, введенного В. Гейзенбергом в 1927 г. и распространенного А. Т. Асланяном [1] на геологические объекты. На примере Крыма видно также, что в сильно освоенных районах важнее оказывается не сама методика дешифрирования КС (здесь и контрастно-аналоговый, и ландшафтный метод одинаково не «работают»), а условия получения изображения, «содержащего» геологическую информацию. А это последнее предстает в виде КС с «эффектом каналов Марса».

Таким образом, рассмотрение казалось бы далекого от проблем Земли вопроса о «каналах» Марса позволило: а) понять особенности формирования мелкомасштабного космического фотоизображения, б) считать видимые на космических снимках линеаменты и кольцевые структуры модельными образованиями, отражающими объективную реальность, выяснить, что в) мелкомасштабные КС содержат информацию о крупнейших структурах Земли, и г) приведение КС с «эффектом кана-

¹ Например, картоохема линеаментов территории СССР м-ба 1 : 10 000 000, приведенных в работах [3, 9].

лов Марса» в наиболее освоенных районах позволяет получить сведения о геологических структурах, данные о которых из обычных КС не извлекаются.

Сектор космической геологии
Всесоюзного объединения «Аэрогеология»,
г. Ленинград,
Ленинградский государственный
университет

Поступила 10. VI. 1983.

Վ. ՅՈՒ. ԵՐՈՄԵՆԿՈ, Գ. Ն. ԿԱՏՏԵՐՖԵԼԴ, Գ. Ա. ԻՎԱՆՅԱՆ

ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ԼՈՒՍԱՆԿԱՐՆԵՐԻ ՄԵԿՆԱԲԱՆՄԱՆ ՄԻ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿԵՏԻ ՇՈՒՐՋ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մարսի «ջրանցքների» խնդրի հետազոտումը հնարավորություն է ընձեռել հասկանալու փոքր մասշտաբի տիեզերական պատկերների առաջացման առանձնահատկությունները, տիեզերական լուսանկարները համարելու տեղանքի ընդհանրացված պատկերումներ, ոչ ոնք մի շարք դեպքերում մոտենում են մաթեմատիկական վերացությունների, ինչպես նաև հաստատելու անորոշության սկզբունքի գործողությունը Երկրագնդի առավել յուրացված շրջանների խոշոր մասշտաբի լուսանկարները մեկնաբանելիս:

V. Ya. YEROMENKO, G. N. KATTERFELD, G. A. IVANIAN

ON A METHODOLOGICAL ASPECT OF SPACE PHOTOGRAPHS INTERPRETATION

Abstract

The Martian „canals“ problem investigation allows us to understand the small-scale space images' formation peculiarities, to consider space photographs as generalized images of some locality which are in some cases similar to mathematical abstractions but reflect the objective reality as well as to establish the effect of indeterminity principle during the Earth's more digested regions large-scale photographs interpretation.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. К аксиоматике геологической науки.-Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. 33, № 4, 1980.
2. Галибина И. В., Каттерфельд Г. Н., Чарушин Г. В. Типы и системы линеаментов планет. Известия АН СССР, сер. геол., № 11, 1975.
3. Ероменко В. Я., Каттерфельд Г. Н. Использование космических снимков при изучении региональных и глобальных систем линеаментов Земли. Известия вузов. Геология и разведка, № 10, 1978.

4. Ероменко В. Я., Пятницкий В. С. Разломы Сибирской платформы по геофизическим данным и материалам дешифрирования телевизионных космических снимков. В кн.: Глубинное строение восточных нефтеперспективных территорий СССР по результатам комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. Труды ВНИГРИ, Л., 1979.
5. Ероменко В. Я. Разрывные нарушения Сибирской платформы по данным дешифрирования телевизионных космических снимков. В кн.: Тектоника Сибири, т. 8, Наука, Новосибирск, 1980.
6. Каттерфельд Г. Н. О природе линейных структур Марса (доклад на Совещании в Ленинграде в феврале 1953). Труды Сектора Астроботаники АН Каз. ССР, т. 4, Алма-Ата, 1958.
7. Каттерфельд Г. Н. К вопросу о тектоническом происхождении линейных структур Марса. Изв. ВГО, т. 91, № 3, 1959.
8. Кобец Н. В. Юг Украины и Крым. В кн.: Космическая фотосъемка и геологические исследования», Недра, Л., 1975.
9. Макаров В. И. Предварительная карта линейных элементов территории СССР. Известия вузов, Геология и разведка, № 10, 1978.
10. Пятницкий В. К. Комплексная интерпретация космоснимков и геолого-геофизических материалов Сибирской платформы. В кн.: Комплексная интерпретация космоснимков нефтегазоносных территорий. Труды ВНИГРИ, Л., 1981.
11. Рельеф, тектоника и вулканизм Марса. Труды ВНИИЗарубежгеологии, вып. 39, Недра, М., 1982.
12. Altimetric and Shaded Relief Map of Venus, 1:50 000 US Geol. Survey, 1981.