

- Baker P. E.* Islands of the South Atlantic. In: *The Ocean Basins and Margins*, v. 1. The South Atlantic. N. Y.—London, 1973.
- Bunce E. T., Phillips J. D., Chase R. L. and Bowin C. O.* The Lesser Antilles Arc and the Eastern Margin of the Caribbean Sea. In: «*The Sea*», 4, part 2, 1970.
- Feden R. H.* Volcanic Rocks from Caryn seamount. «*J. Geophys. Res.*», 71, No. 6, 1966.
- Hawkes D. D.* The Structure of the Scotia Arc. «*Geol. Mag.*», 99, No. 1, 1962.
- Heezen B. C., Tharp M., Ewing M.* The Floor of the Oceans. 1. The North Atlantic. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*, 65, 1959.
- Hekinian R. and Aumento F.* Rocks from the Gibbs fracture zone and the Minia seamount near 53° N in the North Atlantic ocean. «*Mar. Geol.*», 14, No. 1, 1973.
- Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, I—XV. Nation. Sci. Found., Washington, 1969—1973.
- Le Pichon X., Houtz R. E., Drake C. L., Nafe J. E.* Crustal structure of the Mid-Ocean Ridges. 1. Seismic refraction measurements. «*J. Geophys. Res.*», 70, No. 2, 1965.
- Melson W. G., Thompson G. and Van Andel T. H.* Volcanism and metamorphism in the Mid-Atlantic Ridge, 22° N Latitude. «*J. Geophys. Res.*», 73, p. 5925—5941, 1968.
- Officer C. B., Ewing M. and Wuenschell P. C.* Seismic refraction measurements in the Atlantic Ocean. Part IV: Bermuda, Bermuda Rise and Nares Basin. «*Bull. Geol. Soc. Amer.*», 63, No. 8, 1952.
- Uchupi E., Phillips J. D. and Prada K. E.* Origin and structure of the New England Seamount Chain. *Deep-Sea Res.*, 17, No. 3, 1970.
- Ulrich J.* Geomorphologische Untersuchungen an Tiefseekuppen in Nordatlantischen Ozean. Tagungsbericht und Wissenschaft. Abhandlungen, Wiesbaden, 1970.
- Van Andel T. H., Von Herzen R. P. and Phillips J. D.* The Vema Fracture Zone and the Tectonics of tranverse shear zones in oceanic crystal plates. «*Mar. Geophys. Res.*», 1, No. 3, 1971.
- Wilson J. T.* Evidence from islands on the spreading of ocean floor. *Nature*, 197, N 4867, 1963.

Атлантическое отделение
Института океанологии
им. П. П. Ширшова АН СССР

Поступила в редакцию
4.XI.1975

SIGNIFICANCE OF VOLCANISM FOR THE FORMATION OF BOTTOM RELIEF OF THE ATLANTIC OCEAN

V. M. LITVIN, M. V. RUDENKO, G. S. KHARIN

Summary

The features of the volcanic structure and distribution on the Atlantic ocean bottom based on the materials of the expedition investigations and published charts and papers are described. The volcanic processes play the main part in the forming of the seamounts and oceanic islands. The total volume of the volcanic rocks, the forms built of, is 1,4 mil. km^2 . The formation of the submarine ridges and arch. block rises is caused by the tectonic movements but the volcanic processes play the main role in forming the basement of these morphostructures. The total volume of the volcanic rocks in the morphostructures reaches 67 mil. km^2 .

УДК 551.4.03 : 528.7

Е. М. НИКОЛАЕВСКАЯ

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Рельеф земной поверхности оказывает существенное влияние на деятельность человека. Его оценке придается большое значение при решении народнохозяйственных задач.

Количество эрозионных форм (по порядкам) на различных источниках

Порядок эрозионных форм	Аэрофотоснимок м-ба 1:140 000		Космический снимок м-ба 1:1 500 000		Топографическая карта м-ба 1:300 000	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Район предгорья						
1	687	100	40	6	26	3,8
2	148	100	71	45,3	55	37
3	33	100	32	97	31	94
4	8	100	8	100	8	100
5	2	100	2	100	2	100
6	1	100	1	100	1	100
Район низкогорья						
1	1342	100	79	5,9	21	1,6
2	278	100	161	58	77	27,7
3	60	100	58	96,6	53	88,3
4	11	100	11	100	11	100
5	3	100	3	100	3	100
6	2	100	2	100	2	100
7	1	100	1	100	1	100
Район среднегорья						
1	1140	100	88	7,7	32	2,7
2	238	100	124	52,1	73	30,6
3	48	100	47	98	46	95,8
4	11	100	11	100	11	100
5	5	100	5	100	5	100
6	1	100	1	100	1	100

Важные сведения для оценки рельефа дают морфометрические карты, отображающие количественные характеристики горизонтального и вертикального расчленения рельефа. Составление морфометрических карт опирается на картометрические работы, объем которых возрастает с укрупнением масштаба источников. Для мелкомасштабных (1:1 000 000—1:2 500 000) морфометрических карт в настоящее время картометрические работы выполняются, как правило, по обзорно-топографическим картам масштаба 1:300 000. Эта карта обеспечивает необходимую подробность содержания морфометрических карт, но трудоемкость работ остается весьма значительной. Поэтому необходимы поиски других источников, существенно сокращающих картометрические работы. Такими источниками для составления некоторых морфометрических карт, в частности карт горизонтального расчленения рельефа, могут явиться космические снимки, обладающие хорошей обзорностью, объективностью, подробностью и современностью фотографического изображения (Салищев, Вышивкин и др., 1974).

В настоящей статье обобщен опыт исследований¹ по применению космических снимков для картографирования горизонтального расчленения рельефа в средних и мелких масштабах.

Для эксперимента использовались космические фотоснимки, полученные с орбитальной станции «Салют» (оригинальный масштаб 1:1 500 000, разрешение на местности ~20 м), содержание которых сопоставлялось с информацией, полученной с высотных аэрофотоснимков в масштабе 1:140 000 и с топографической картой масштаба 1:300 000. В качестве ключевой территории был выбран горный район, включающий мелкосопочное предгорье, увалисто-холмистое низкогорье и среднегорье.

Задачи исследования состояли в сравнительном анализе изображения эрозионной сети на космическом снимке, высотных аэроснимках и

¹ Исследования выполнялись в лаборатории аэрокосмических методов МГУ. В них принимала участие студентка-дипломница Г. П. Соколова.

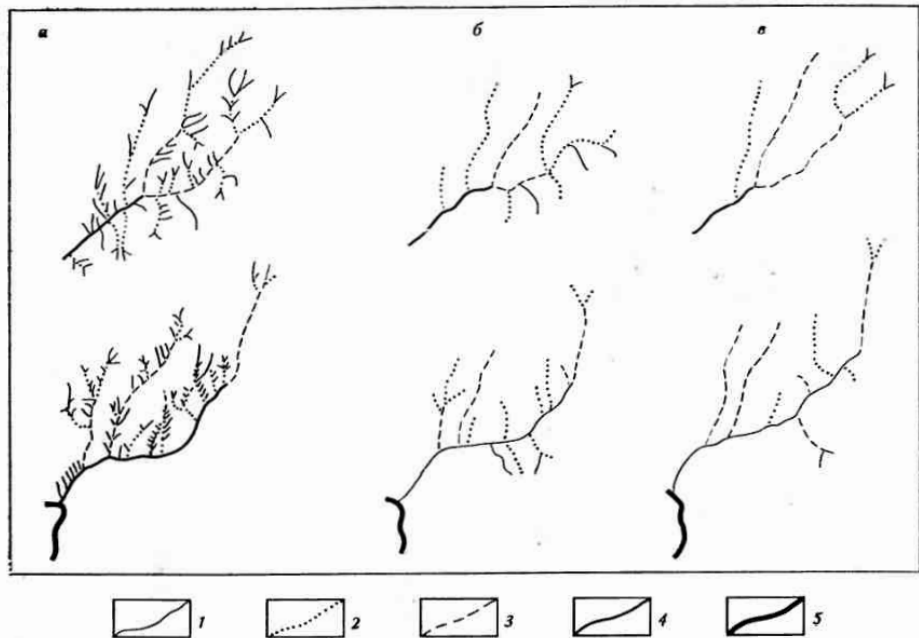


Рис. 1. Сопоставление данных дешифрирования эрозионной сети на аэроснимке (а) и космическом фотоснимке (б) с ее изображением на топографической карте (в). Порядок эрозионных форм, приведенный к данным аэроснимка: 1—1-й; 2—2-й; 3—3-й; 4—4-й; 5—5-й

обзорно-топографических картах и в выяснении влияния на дешифровочные свойства космического снимка некоторых технических условий съемки и географических особенностей местности.

Для выполнения эксперимента в пределах ключевой территории общей площадью 1600 км² на космическом снимке и высотном аэроснимке были отдешифрированы, а на обзорно-топографической карте закреплены все эрозионные формы с разделением их по порядкам тальвегов (начало счета от водоразделов). Результаты этой работы для одного из эталонов иллюстрирует рис. 1.

Подобным образом было обработано три эталона, данные по которым приведены в таблице и на графике (рис. 2).

Анализ таблицы и графика свидетельствует о том, что объем информации в отношении эрозионной сети, получаемой по космическому снимку, аэроснимку и обзорно-топографической карте не одинаков и существенно изменяется в зависимости от порядка форм. Для начальных форм эрозии (1-й порядок) эти различия очень велики: на космическом снимке относительно аэроснимка отображается только от 6 до 8% количества таких форм, а на обзорно-топографической карте еще меньше — от 1,5 до 4,0%. Для форм 2-го порядка относительно аэроснимка на космическом снимке отображается от 45 до 60%, а на обзорно-топографической карте от 28 до 37%. Для форм 3-го порядка эти различия почти не заметны: на космических снимках не дешифрируется из таких форм не более 4%, а на обзорно-топографической карте не отображается не более 10%. Все линейные формы 4, 5, 6-го порядков и выше находят отображение и без особого труда дешифрируются на космических снимках так же, как и на аэроснимках (рис. 1, а, б, в).

Полученные данные убедительно говорят о том, что при составлении карт эрозионной сети в средних и мелких масштабах применение космических снимков дает значительно больший эффект, чем использование обзорно-топографических и топографических карт.

Однако только количественное сопоставление эрозионной сети на трех видах источников не достаточно для того, чтобы дать рекомендации по использованию космических снимков для составления карт эрозионной сети и карт горизонтального расчленения поверхности. Сравнительный анализ результатов дешифрирования эрозионной сети по космическим снимкам и аэроснимкам выявляет и то, что соотношение эрозионных форм 1-го и 2-го порядков, дешифрируемых по этим снимкам, не постоянно. В отдельных случаях формы 1-го порядка дешифрируются на небольших участках почти все. Такие примеры имеют место, как правило, на крутых склонах юго-восточной и южной экспозиций. Вместе с тем на склонах северной экспозиции иногда не дешифрируются даже

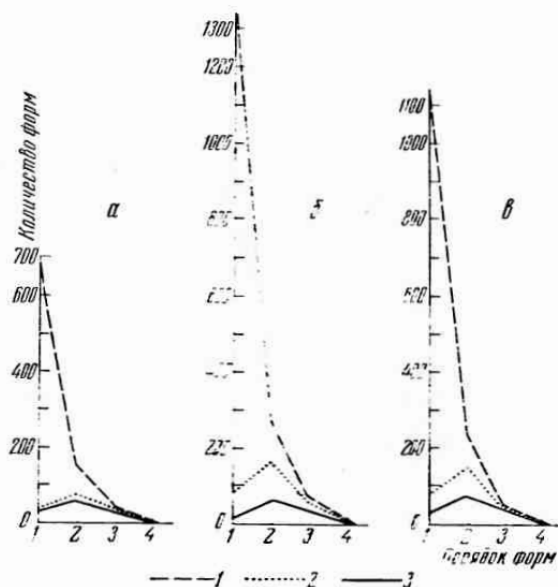


Рис. 2. Распределение эрозионных форм по порядкам на аэроснимке, космическом снимке, топографической карте для трех участков горного рельефа

а — низкоегорье; б — предгорье; в — среднегорье; 1 — аэроснимок; 2 — космический снимок; 3 — топографическая карта. Счет порядков эрозионных форм приведен к данным аэроснимка

достаточно протяженные формы 2-го порядка. Причины подобного явления следует искать в различии географических условий территории и в технических условиях съемки. Если учесть, что съемка из космоса выполнялась в июле в 11 часов утра, то, очевидно, в этот момент в лучших условиях освещенности находились склоны юго-восточной и южной экспозиций. Именно на склонах указанных экспозиций нам удалось отдешифрировать на космическом снимке некоторые формы 2-го порядка, а в отдельных случаях даже 1-го порядка. Однако строгой закономерности в лучшей дешифрируемости эрозионных форм на склонах южных экспозиций мы все же не прослеживаем. Очевидно, неодинаковая степень дешифрируемости форм 1-го и 2-го порядков на разных горных склонах может быть объяснена не только условиями экспозиции, но также протяженностью и глубиной вреза эрозионных форм.

Наш анализ свидетельствует о том, что короткие, но глубоко врезанные формы дешифрируются лучше, чем более протяженные, но слабо врезанные. Основанием для такого утверждения служит то, что наиболее короткие из дешифрируемых по космическому снимку эрозионных форм 1-го порядка приурочены к крутым горным склонам, в то время как на пологих склонах формы даже более протяженные не дешифрируются.

Другим обстоятельством, влияющим на степень дешифрируемости эрозионных форм, являются условия залесенности местности. Так, например, на залесенных водосборах верховья речных долин (3-й порядок) дешифрируются с трудом. Только на крутых залесенных склонах,

где глубина вреза долин достигает нескольких десятков метров и более, условия дешифрируемости эрозионной сети улучшаются. Также мешает дешифрированию эрозионной сети наличие снежного покрова.

С учетом сказанного при использовании космических снимков для составления карт горизонтального расчленения рельефа желательно иметь на одну и ту же территорию снимки, выполненные в разное время дня (разные условия освещенности склонов). Кроме того, для залесенных и заснеженных участков необходим контроль полученной информации по топографическим картам или аэрофотоснимкам.

Выше мы рассматривали только одну сторону количественной информации, получаемой по космическим снимкам (количество форм того или иного порядка), однако для ряда показателей, принимаемых на картах горизонтального расчленения рельефа, необходимо иметь данные о длине эрозионных форм. Так, например, густота расчленения рельефа определяется по формуле: $l = L/P$, где l — средняя длина эрозионной сети на 1 км^2 ; L — общая длина эрозионной сети в км; P — площадь участка. Наши исследования показали, что очертания тальвегов и русел рек во многих случаях по космическим снимкам дешифрируются с трудом и с малой точностью. Поэтому определять длину эрозионной сети даже по трансформированным космическим снимкам не рекомендуется.

С учетом сказанного при использовании космических снимков для составления карт горизонтального расчленения рельефа вместо показателя средней длины эрозионной сети (l) более целесообразно применять показатель плотности (q) эрозионного расчленения, не связанный с измерением длины эрозионных форм. Он определяется по формуле: $q = Q/P$, где q — среднее количество эрозионных форм на 1 км^2 ; Q — количество эрозионных форм на участке; P — площадь участка.

Следует отметить, что применение мелкомасштабных космических снимков позволяет значительно шире использовать для получения морфометрических показателей способы сплошных (площадных) измерений более достоверных, чем получаемые выборочным (ключевым) методом.

По результатам наших исследований можно утверждать, что на космических снимках масштаба $1:1\,500\,000$ получают отражение практически все речные долины и более 50% крупных балок и ложбин, что позволяет рекомендовать их для составления карт долинно-балочного расчленения. Вместе с тем установлено, что для характеристики овражного и более дробного эрозионного расчленения космические снимки масштабов $1:1\,500\,000$ и мельче не достаточны; этим целям хорошо удовлетворяют высотные аэроснимки ($1:140\,000$ — $1:200\,000$), а также аэроснимки более крупных масштабов.

ЛИТЕРАТУРА

Салищев К. А., Вышивкин Д. Д., Копыл И. В. и др. Результаты комплексного географического дешифрирования снимков с орбитальной станции «Салют». «Вестник МГУ, География», № 1, 1974.

Географический факультет
Московского государственного
университета

Поступила в редакцию
20.X.1975

POSSIBILITIES OF SPACE PHOTOGRAPHS APPLICATION TO COMPILATION OF MAPS OF HORIZONTAL DISSECTION OF RELIEF

E. M. NICKOLAYEVSKAYA

Summary

Carried out studies proved advisability of usage of space photographs $1:1\,000\,000$ — $1:1\,500\,000$ scale for compilation of middle and large scale map, showing horizontal dissection of topography. Main index at the map is recommended to be index of dissection density $q = Q/P$, where Q stands for quantity of erosional forms and P — for area under study.