

© И.Н. ГОРЯИНОВ, академик И.С. ГРАМБЕРГ, В.Е. КАЗАКОВА, А.С. СМЕКАЛОВ, Е.Г. СИРОТКИНА

### ФРАКТАЛЬНОСТЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ОСЕВОЙ ЗОНЫ ^ ВОСТОЧНО-ТИХООКЕАНСКОГО ПОДНЯТИЯ В СВЯЗИ С ГЛУБОКОВОДНЫМИ СУЛЬФИДАМИ

Идеи фрактальной геометрии Бенуа Мандельброта все более проникают в морскую геологию. Подход с позиций фрактальности открывает новые возможности в изучении геоморфологии дна океана [Баренблатт и др., 1984], анализе железо-марганцевых конкреций [Горяинов, 1988].

Целью настоящей работы было проверить, как связана сульфидная рудоносность с фрактальной размерностью нарушений сплошности осевых зон срединноокеанических хребтов. Исследования были выполнены по материалам работ ПГО «Севморгеология» в осевой зоне Восточно-Тихоокеанского поднятия в районе 20° ю.ш. Особенности геологического строения изученного полигона освещены в [Краснов и др., 1988].

Осевая зона поднятия шириной около 1,5 км была заснята гидролокатором бокового обзора. Полученная сонограмма отдешифрирована И. Порошиной. На сонограмме выделялись линии нарушений, структурные бровки, трещины разной величины и т.п. Совокупность этих элементов образует структурно-тектонический узор осевой зоны. Для структурно-тектонического узора рассчитывалась фрактальная размерность  $D_f$ . Фрактальная размерность определялась для скользящего окна, имеющего ширину сонограммы и длину 4'. Передвижение производилось с перекрытием пол-окна, т.е. окно передвигалось каждый раз на 2'.  $D_f$  определялась методом покрытия структурно-тектонического узора кругами разного диаметра с последующим расчетом угла наклона на билогарифмическом графике линии зависимости суммарной длины  $L = N \cdot \Delta$  от диаметра кружка  $\Delta$ , где  $N$  - минимальное число кружков, покрывающих узор плотнейшим способом. Эта методика описана в [Mandelbrot, 1982; Соколов, 1986; Okubo, Aki, 1987; Тейликман, Писаренко, 1989]. Всего было использовано 11 диаметров, лежащих в интервале 0,080-3,182 км. Линии, на графиках имеют излом и делятся на две части. Для каждого из двух отрезков определялся угол наклона и по нему фрактальная размерность.

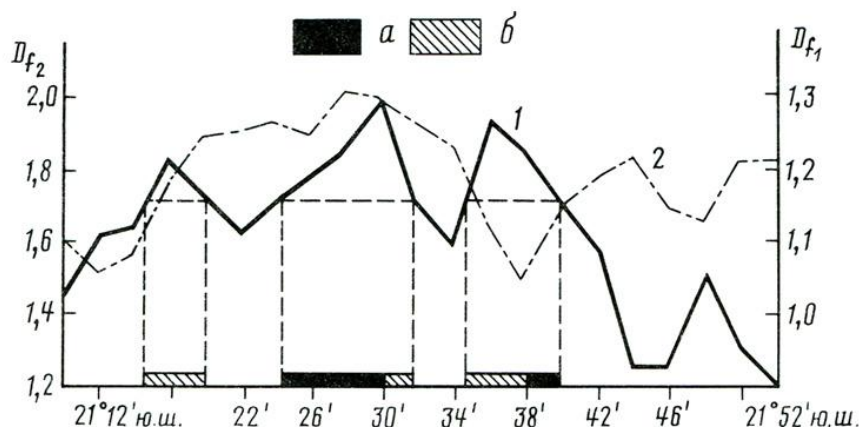


Рис. 1. Изменение фрактальной размерности  $D_{f_1}$  (2) и  $D_{f_2}$  (1) вдоль осевой зоны Восточно-Тихоокеанского поднятия в районе 20° ю.ш. а — рудные участки, б — участки с предполагаемым оруденением

Соответственно, в строении структурно-тектонического узора можно выделить две системы, каждая из которых характеризуется своей фрактальной размерностью. Первая система, более мелкая, имеет место в масштабах от 0,080 до 1,052 км. Обозначим ее размерность  $D_{f1}$ . Вторая система более крупная - от 1,052 до 3,182 км. Ее размерность  $D_{f2}$ . Верхний предел второй системы не известен, так как ограничен шириной захвата гидролокатора бокового обзора и принят условно; 3,182 км - диаметр самого большого круга.

Т а б л и ц а 1

Фрактальные размерности структурно-тектонического узора осевой зоны Восточно-Тихоокеанского поднятия в районе 21° ю.ш.

№ п.п.	Интервал осреднения в минутах	$D_{f_1}$	$D_{f_2}$
1	21°10' ю.ш. – 21° 14' ю.ш.	1,10	1,46
2	12 – 16	1,06	1,62
3	14 – 18	1,08	1,65
4	16 – 20	1,18	1,84
5	18 – 22	1,25	1,59
6	20 – 24	1,26	1,62
7	22 – 26	1,27	1,71
8	24 – 28	1,25	1,78
9	26 – 30	1,31	1,85
10	28 – 32	1,30	1,98
11	30 – 34	1,27	1,68
12	32 – 36	1,24	1,58
13	34 – 38	1,13	1,94
14	36 – 40	1,05	1,85
15	38 – 42	1,15	1,72
16	40 – 44	1,19	1,58
17	42 – 46	1,22	1,26
18	44 – 48	1,15	1,26
19	46 – 50	1,13	1,52
20	48 – 52	1,22	1,30
21	50 – 54	1,22	1,17

Значения  $D_{f_1}$  и  $D_{f_2}$  вдоль простирания осевой зоны поднятия приведены в табл. 1. Характер их изменения показан на рис. 1. Здесь же нанесены отрезки осевой зоны, на которых выявлено сульфидное оруденение. Как можно видеть, рудным участкам соответствуют повышенные значения фрактальной размерности более крупной системы, входящей в структурно-тектонический узор. Рудным интервалам отвечают значения  $D_{f_2} \geq 1,72$ . Связь оруденения с фрактальной размерностью позволили выделить на графике локальные участки, перспективные на обнаружение новых рудных тел.

Полученные результаты интерпретируются с позиций дискретной иерархической модели геофизической среды, разработанной в Институте физики Земли АН СССР под руководством акад. М.А. Садовского. Рифтовые зоны, выходящие на поверхность дна в осевой части срединно-океанических хребтов, являются проекциями на земную поверхность глубинных разломов. Глубинные разломы осуществляют перенос вещества и энергии из нижних горизонтов Земли в верхние. Происходит это благодаря перколяции. Перколяция (протекание) - установившийся в физике термин, охватывающий широкий круг явлений. В частности, сюда относится возможность любого флюида «протечь» по сложному лабиринту проводников с многочисленными тупиковыми ответвлениями с одной стороны объема пространства на другую. Система путей, обеспечивающих протекание, образует перколяционный кластер. Перколяционные кластеры имеют фрактальное строение и характеризуются фрактальной размерностью.

Тело глубинного разлома является кусковой, дискретной средой, состоящей из многочисленных разномасштабных блоков. Совокупность границ блоков образует перколяционный кластер. Горизонтальное сечение этого кластера - осевая зона Восточно-Тихоокеанского поднятия - исследовано в настоящей работе.

Поскольку для образования рудных тел на поверхности океана требуется, чтобы в глубинном разломе осуществлялось протекание, то более высокое значение фрактальной размерности является более перспективным. Это связано с тем, что такая дискретная система при своей эволюции имеет больше возможностей сохранять это протекание длительное время.

Закономерности, которым подчиняются перколяционные и фрактальные системы, имеют количественные характеристики. Оценки этих характеристик могут быть получены по имеющимся материалам ранних стадий исследований, а фрактальная, самоподобная природа структуры глубинных разломов, к которым относятся и рифты Мирового океана, делает возможной экстраполяцию этих оценок на более детальные уровни строения глубинных разломов. Поскольку

рудобразующие системы являются закономерными частями более общих систем, в частности глубинных разломов, то различного рода прогнозы по глубинным разломам возможны и для рудобразующих систем. Фрактальный анализ структуры глубинного разлома в любом масштабе позволяет получить количественные характеристики, имеющие важное значение для таких прогнозов: распределение объектов по размерам, распределение перспективных участков в зоне разлома по его простираению, металлогеническая таксономия.

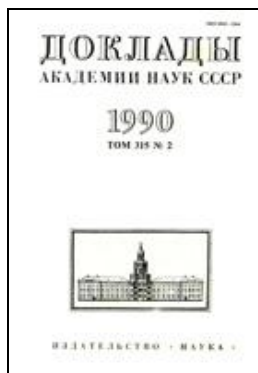
Северное производственное объединение по морским геологоразведочным работам, Ленинград

Поступило  
6·VI·1990

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баренблатт Г.И., Живаго А.В., Непрочнов Ю.П., Островский А.А. // Океанология, 1984, № 6, с. 924-928. 1
2. Nouaili L., Dubois J., Peplus C. // C.R., ser. II, 1987, vol. 305, № 17, p. 1357.
3. Горяинов И.Н. // ДАН, 1988, т. 303, № 1, с. 159-163.
4. Краснов С.Г., Маслов М.Н., Андреев Н.М. и др. // ДАН, 1988, т. 302, № 1.
5. Mandelbrot B.B. The fractal geometry of nature. San Francisco: W.H. Freeman and Co, 1982. 461 p.
6. Соколов Н.М. // УФН, 1986, т. 150, вып. 2, с. 221-225.
7. Okubo P.G., Aki K. // J. Geophys. Res., 1987, vol. 92, № 131, p. 345-355.
8. Тейликман М.Б., Писаренко В.Ф. В кн.: Дискретные свойства геофизической среды. М.: Наука, 1989, с. 109-131.
9. Бердыев А.А., Мухамедов В.А. // ДАН, 1989, т. 281, № 4.

#### Ссылка на статью:



Горяинов И.Н., Грамберг И.С., Казакова В.Е., Смекалов А.С., Сироткина Е.Г. **Фрактальность тектонических нарушений осевой зоны Восточно-Тихоокеанского поднятия в связи с глубокоководными сульфидами** // Доклады Академии наук СССР. 1990. Т. 315. №2. С. 446-448.