Геология

УДК 551.465

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ГОР ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОТЛОВИНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Ю. Д. Евсюков[1]

NEW DATA ABOUT MORPHOLOGY OF SOME SUBMERGED MOUNTS OF THE CENTRAL BASIN OF THE INDIAN OCEAN

Yevsyukov Yu. D.

Geological and geophysical investigations conducted in several expeditions resulted in obtaining new data on seamounts in the Central Basin of the Indian Ocean. Nine underwater structures have been studied, the majority of them being most likely volcanic structures. The mounts have basically isometric form in plan. They extend for over 85 km, and the relative height of some of them exceeds 1,600 m. The depth marks above the tops of four mounts have been defined more precisely, which turned to be 437 m higher than it was earlier supposed. The data on morphology and morphometry of the seamounts have been adduced.

Введение

Центральная котловина Индийского океана со всех сторон имеет четкие естественные границы. На севере это материковый склон Азии, а на востоке, юге и западе — крупные, сложно построенные подводные хребты. В пределах этих границ котловина представляет собой грандиозную депрессию. Ее ширина — почти 1 600 км, а в меридиональном плане она вытянута почти на 6 000 км [10].

Дно Центральной котловины делится на три части. Северная — это слабо наклонная равнина, представляющая собой Бенгальский конус выноса. В его образовании главная роль принадлежит реке Ганг, которая выносит в океан огромные объемы осадочного материала. Средняя часть занята абиссальной равниной, а южная сложена расчлененным рельефом. Это деление хорошо отражено в картографических документах [1, 2, 9].

Средняя часть Центральной котловины располагается между 6°с.ш. и 8°ю.ш., где граница плоской равнины сильно извилиста, так как отдельные ее участки заходят далеко в пределы холмистого рельефа [10, 11]. Эта часть котловины характеризуется высокой сейсмичностью, повышенными значениями теплового потока, деформациями осадочной толщи [3, 13–15]. Последние, как правило, приурочены к морфологически хорошо выраженным поднятиям и возвышенностям. Эти существенные аномальные признаки отличают этот регион от других котловин Мирового океана [6, 10, 14].

Субгоризонтальная поверхность средней части котловины осложнена подводными горами, поднятиями и возвышенностями [4, 6, 8]. В Индийском океане насчитывается более 1 600 подводных вулканических образований [16], большая часть которых слабо изучена.

Научно-исследовательские судна «Дмитрий Менделеев» (31-й рейс), «Академик Мстислав Келдыш» (11-й рейс) и «Профессор Штокман» (22-й рейс) выполняли эхолотный промер на полигонах и региональных профилях [5, 7, 17]. При этом были выявлены ранее не известные горы и существенно уточнены морфология и отметки глубин над вершинами других морфоструктур. Некоторые из них оказались выше на 437 м. Поскольку исследованные подводные сооружения являются безымянными, в последующем изложении они будут названы по отметкам глубин над их вершинами, которые были определены в процессе проведения эхолотного промера.

[1]Евсюков Юрий Дмитриевич, канд. геогр. наук, заведующий лабораторией внутренних морей и предокеана Южного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

Морфология и морфометрия подводных гор

На рис. 1, *а* показано 6 участков котловины, где были выполнены исследования подводных гор на полигонах и одиночных региональных профилях.

Гора 3 385 м (рис. 1, участок 1) в плане имеет изометричную форму и субмеридиональное простирание. Ее размеры по основанию — 11×20 км. На всех профилях она имеет асимметричные сечения, а крутизна склонов составляет 16–21°. Склоны горы осложнены узкими (первые сотни метров) ступенями и крутыми (28–33°) уступами высотою 180–220 м. На вершине горы зафиксирована структура подобная кратеру. Минимальная отметка, выявленная съемкой, — 3 385 м. Эта гора оказалась на 435 м выше, по сравнению с ранее известной отметкой (3 820 м), а ее относительная высота — 1 350 м (см. таблицу).

У юго-западного подножия этой горы глубина абиссальной равнины на 35–40 м больше, чем у северо-восточного. При столь малых уклонах дна в данном районе эти значения имеют, возможно, существенное значение. По-видимому, разница в глубинах показывает, что здесь гора служит своеобразным барьером (судя по размерам ее основания), препятствующим «стеканию» рыхлых осадков в юго-западном направлении. К востоку от горы зафиксирована одна из подводных долин, выработанная суспензионными потоками. Здесь она имеет глубину вреза до 100 м.

Съемка этой горы выполнялась комплексно. В записях сейсмопрофилирования вблизи подножия горы (к западу и северу от нее) «боковыми» отражениями зафиксировано десять островершинных холмов (гор?) высотой от 130 до 520 м. В осадочной толще «холмы» прослеживаются на глубине свыше 1 600 м [15]. Исследованная гора, по всей вероятности, является подводным вулканом. Холмы вблизи нее могут указывать на своеобразный ареал вулканических (?) построек. Последние, по-видимому, возникли в зоне пересечения разнонаправленных глубинных разломов, что и обусловило ослабление земной коры и возникновение вулканических гор.

На участке 2 (рис. 1) в центре, с координатами 1°40′ с.ш. и 83°30′ в.д., где глубины немногим более 4 400 м, региональным профилированием обнаружены две ранее не известные горы, расположенные друг от друга на расстоянии 31 км. Вероятно, горы в плане имеют округлую или изометрическую форму.

Гора 3 629 м у основания имеет ширину около 5,5 км. Склоны, осложненные узкими ступенями и обрывистыми уступами, обладают крутизной 17–21°, а относительная высота горы — 820 м. **Гора 3 719 м** у основания имеет размеры 7,5–9,3 км. Ее сравнительно крутые (17–19°) склоны осложнены ступенями и, по-видимому, изрезаны долинами. Относительная высота этой горы — 675 м. Вершины обеих гор сложены гребнями, которые, возможно, указывают на вулканическое происхождение этих подводных сооружений.

Из ряда батиметрических и навигационных карт известно, что в 130 км к северо-востоку от горы Афанасия Никитина располагается гряда из трех гор. Ориентированы они в направлении юго-запад-северо-восток. Здесь в двух экспедициях выполнена подробнейшая эхолотная съемка [5, 17], в результате которой юго-западная гора не обнаружена. В районе ее «расположения» на обширных пространствах зафиксировано ровное дно с глубинами 4 670 м (рис. 1, участок 3).

Гора 2 964 м. Эхолотной съемкой северо-восточной горы уточнена ее морфология и выявлена новая отметка вершины — 2 964 м. Это оказалось на 437 м выше ранее известной (3 395 м) величины. Ее размеры по основанию — 12×15 км, а относительная высота — 1 630 м.

Гора 3 110 м, изометричная в плане, имеет размеры $9{,}3 \times 28$ км. Почти симметричные склоны обладают крутизной 17–19°. Эта гора оказалась на 25 м выше, по сравнению с ранее известным значением (3 135 м). Ее относительная высота — 1 580 м.

В 31-м геолого-геофизическом рейсе НИС «Дмитрий Менделеев» при драгировании склонов этой горы был получен обильный (около 250 кг) вулканогенный материал. По данным непрерывного сейсмопрофилирования (НСП), нижние части склонов этого вулканического сооружения находятся под 2-километровой толщей осадков [12, 15]. Таким образом, абсолютная высота горы от фундамента до вершины составляет около 3 600 м.

На участке 4 (рис. 2) региональным эхолотированием пересечена горная гряда, имеющая северо-восточное простирание. Она со-

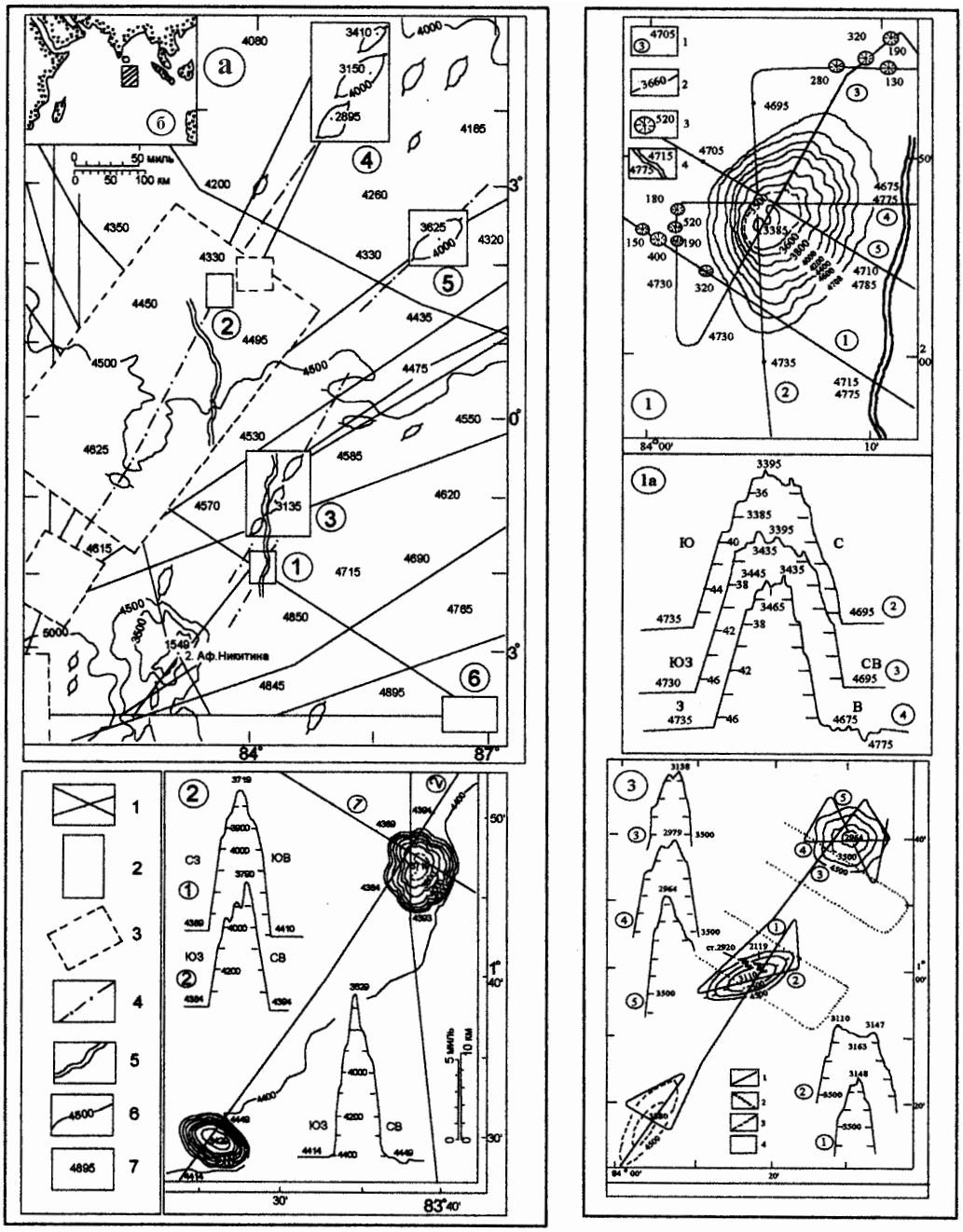

Рис. 1. Подводные горы Центральной котловины Индийского океана: ***а*** — Средняя часть Центральной котловины, где выполнялись исследования на полигонах и региональных профилях: *1* — региональные профили; *2* — участки, на которых проводилось изучение подводных гор; *3* — полигоны по исследованию крупных возвышенностей; *4* — оси предполагаемых разломов; *5* — подводные долины; *6* — изобаты; *7* — отметки глубин; ***б*** — положение района исследований

Участки района:
Участок 1 — гора 3 385 м: *1* — эхолотные профили, их номера и отметки глубин; *2* — изобаты; *3* — подводные горы и холмы, выявленные в записях НСП в виде «боковых» отражений; *4* — подводная долина и ее основные морфометрические показатели. **Участок 2** — подводные горы, выявленные на региональных профилях; **Участок 3** — подводные горы 2 964 м и 3 110 м к северо-востоку от горного массива Афанасия Никитина: *1* — эхолотные профили НИС «Дмитрий Менделеев» [17]; *2* — то же, НИС «Академик Мстислав Келдыш» [7]; *3* — положение несуществующей горы; *4* — станции драгирования [12]. **Участок 4** — подводные горы северной части района. **Участок 5** — гора 3560 м в северо-восточной части района. **Участок 6** — Юго-западный участок возвышенности, относящийся к зоне деформации земной коры и осадочной толщи: *1* — Эхолотные профили; *2* — сейсмические профили бурового судна «Гломар Челленджер» (схематически его разрез показан в правом верхнем углу рисунка); *3* — изобаты и отметки глубин; *4* — крутые уступы; *5* — гряды (*а*) и ложбины (*б*); 6 — холмы и граница их распространения; *7* — подножие возвышенности и абиссальная равнина.

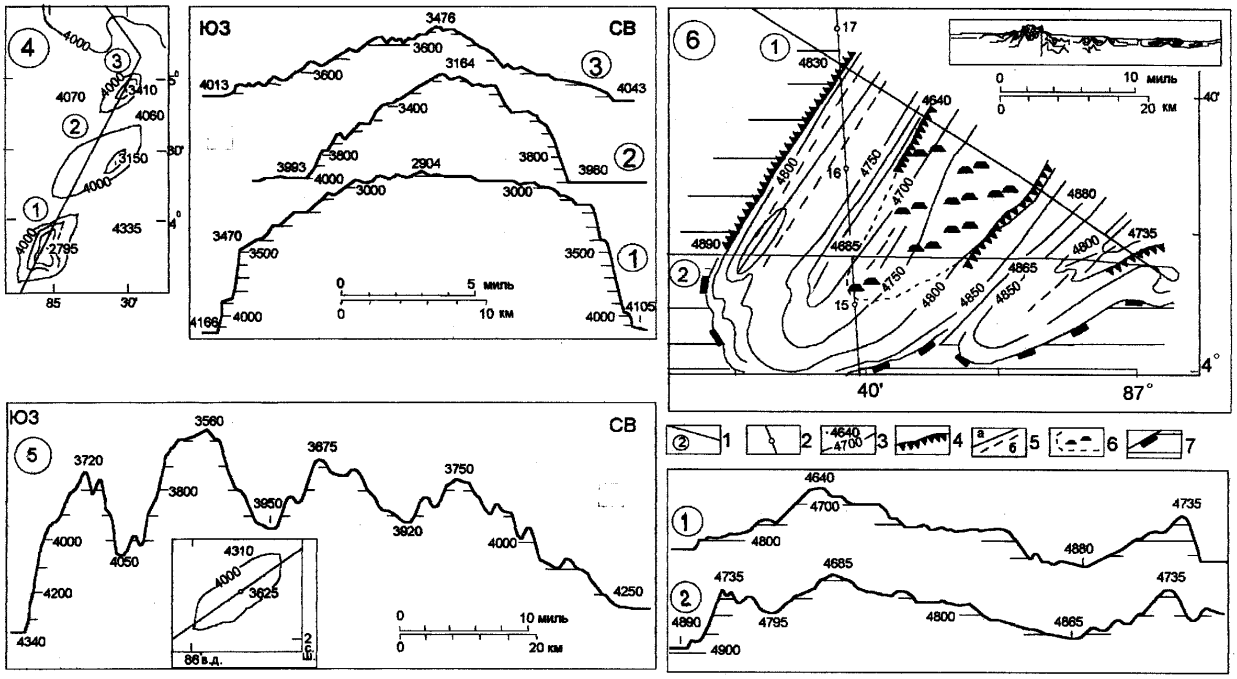

Рис. 2. Профили подводных гор Центральной котловины Индийского океана

стоит из трех гор, которые, согласно картографическим данным, по подножиям имеют размеры: 33×62, 35×85 и 18×43 км. В этом же направлении отметки глубин над их вершинами — 2 795, 3 150, 3 410 м, а относительные высоты — соответственно 1 310, 875 и 660 м.

В районе расположения этих гор (с СВ на ЮЗ) на расстоянии 185 км глубина абиссальной равнины увеличивается от 4 045 до 4 165 м, т.е. на 120 м. На северо-западном и юго-восточном флангах горной гряды на расстоянии немногим более 40 км разница глубин превышает 300 м. Таким образом, есть основание предполагать, что и гряда в целом, и каждая из гор в отдельности являются своеобразным барьером, сдерживающим проникновение рыхлых осадков в южном направлении.

По данным карты мощности осадков Центральной котловины [15], рассмотренная горная гряда является составной частью погребенного сложно построенного хребта. В субмеридиональном направлении он прослеживается на расстоянии более 660 км. К ЗСЗ от него мощность осадков превышает 3 200 м, в то время как к ВЮВ — 2 400 м. Такая разница в мощностях указывает, что хребет, по-видимому, на протяжении длительного времени служил своеобразным барьером, существенно влиявшим на распределение осадочных образований в дистальной части Бенгальского конуса выноса.

Несколько холмов (высота — немногим более 100 м) и мелких подводных гор (высота — около 600 м), расположенных к востоку и югу от горной гряды, с большой долей вероятности могут представлять собой морфоструктуры этого хребта.

На участке 5 (рис. 2) региональным эхолотированием пересечена достаточно крупная подводная гора. В плане она имеет изометричную форму, а ее размеры по подножию — 28×83 км. В продольном пересечении она состоит из четырех вершин, относительная высота которых 170–190 м. Каждая из них обладает расчлененным рельефом, амплитудой в пределах десятков метров. Наибольшие глубины у подножия горы — 4 340 м. Минимальная отметка этой морфоструктуры, выявленная эхолотированием, — 3 560 м, что оказалось на 65 м выше ранее известной величины. Относительная высота горы — 780 м.

В юго-восточной части рассматриваемого региона (участок 6) на абиссальной равнине двумя эхолотными профилями выявлен холмистый (амплитуда — 180–220 м) рельеф. Этот участок пересекается субмеридиональным профилем бурового судна «Гломар Чел-

Морфометрические показатели некоторых подводных гор Центральной котловины Индийского океана

Участки полигоны	Количество эхолотных профилей	Размеры по основанию, км	Отметки глубины над вершинами, м		Разница глубин над вершинами подводных гор, м	Относительная высота подводных сооружений, м
			Ранее известные	Вновь установленные		
1	4	11×20	3 820	3 385	435	1 350
2	1	5,5	—	3 629	—	820
	3	7,5×9,3	—	3 719	—	675
3	4	12×15	3 395	2 964	437	1 630
	5	9,3×28	3 135	3 110	25	1 580
	6	—	—	—	—	—
4	1	18×43	3 410	—	—	660
	1	35×85	3 150	—	—	875
	1	33×62	2 795	—	—	1 310
5	1	28×83	3 625	3 560	65	780
6	2	—	—	3 640	—	220

ленджер». Таким образом, исследована юго-западная часть, возможно, одной из крупных возвышенностей, относящаяся к зоне деформации земной коры и осадочной толще. На основе полученных материалов составлена геоморфологическая схема, которая в совокупности с приведенными профилями рельефа показывает сложное строение этой морфоструктуры.

Примечание. На участках 3, 4 и 5 последовательность морфометрических показателей приведена в направлении с юго-запада на северо-восток.

Приведенная таблица показывает, что исследованные морфоструктуры представляют собой довольно крупные подводные сооружения. Большая их часть в плане имеет изометрическую форму. Наиболее протяженные из них (до 83 км, гора 3 625 м) расположены в северо-восточной части рассматриваемого региона. Из девяти гор высота четырех превышает 1 300 м. В этой связи исследованные подводные сооружения по высоте могут считаться средними или низкими. Над вершинами четырех гор обнаружены новые отметки глубин, которые до 437 м (участок 3, гора 2 964) оказались выше ранее известных значений. Представляется, что приведенные морфометрические показатели существенно дополнят информацию [15] по подводным горам Центральной котловины Индийского океана.

Заключение

Рассмотренные особенности морфологии и морфометрии исследованных подводных гор Центральной котловины позволяют сделать некоторые обобщения.

Так, имеющиеся материалы свидетельствуют о двух разновидностях подводных сооружений. Горы, расположенные на участках 1, 2, 3, вероятнее всего, являются вулканическими постройками относительно молодого возраста. Их изометричная форма и расположение цепочкой указывают на существование глубинных разломов северо-восточного простирания, которые и обусловили проявление здесь вулканизма и возникновение вулканических построек.

Подводные горы участков 4 и 5 могут иметь несколько иное происхождение. Возможно, это крупные глыбы древнего континента (?). Ориентировка данных морфоструктур, видимо, тоже связана с глубинными разломами. Однако морфология их вершинных поверхностей резко отличается от вершин гор на участках 1, 2, 3. На основании этого предполагается, что горы северо-восточной части

региона, если и связаны с процессами вулканизма, то, вероятнее всего, более древнего.

Литература

1. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны. Л.: ГУНиО МО СССР, 1977. 306 с.
2. Геолого-геофизический атлас Индийского океана. М.: АН СССР, ГУГЕ, 1975. 151 с.
3. *Вержбицкий Е. В., Сборщиков И. М.* Тепловой поток и тектоника дна Центральной котловины Индийского океана // Океанология. 1992. Т. 32. № 4. С. 735–741.
4. *Евсюков Ю. Д.* Изучение детального строения дна в северной части Индийского океана // Доклады АН СССР. 1986. Т. 291. № 6. С. 1441–1444.
5. *Евсюков Ю. Д.* Изучение рельефа дна в 11-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» М., 1987. 18 с. Деп. в ВИНИТИ 14.01.87, № 312-В87.
6. *Евсюков Ю. Д.* Морфоструктура дна некоторых глубоководных котловин Атлантического, Индийского и Тихого океанов // Геофизические поля и строение дна океанских котловин. М.: Наука, 1990. С. 26–48.
7. *Евсюков Ю. Д.* Основные результаты исследования рельефа дна на полигонах и региональных профилях 22-го рейса НИС «Профессор Штокман». М., 1990. 45 с. Деп. в ВИНИТИ 13.06.90, № 3358-В90.
8. *Евсюков Ю. Д.* Новые данные о строении возвышенностей в экваториальной части Центральной котловины Индийского океана // Докл. АН СССР. 1991. Т. 320. № 3. С. 677–682.
9. Индийский океан. Батиметрическая карта масштаба 1:10 000 000. М.: ГУГК, 1977.
10. *Канаев В. Ф.* Рельеф дна Индийского океана. М.: Наука, 1979. 267 с.
11. *Кара В. И., Евсюков Ю. Д., Милановский В. Е.* Физиография Центральной части Индийского океана. М., 1988. 22 с. Деп. в ВИНИТИ 02.07.88. № 5329-В88.
12. *Кашинцев Г. Л., Пейве А. А., Рудник Г. Б.* Субщелочной вулканизм Центральной котловины Индийского океана // Изв. АН СССР. 1987. Сер. геологическая. № 2. С. 42–50.
13. *Левченко О. В., Евсюков Ю. Д.* Детальное исследование структуры дна в области внутриплитной деформации литосферы Индийского океана // Океанология. 1992. Т. 32. № 4. С. 752–760.
14. *Левченко О. В., Евсюков Ю. Д., Милановский В. Е.* Детальные исследования морфологии внутриплитных деформаций в Центральной котловине Индийского океана // Океанология. 1999. Т. 39. № 1. С. 121–132.
15. *Левченко О. В., Милановский В. Е., Попов А. А.* Карта мощности осадков и тектоника дистальной части Бенгальского конуса выноса // Океанология. 1999. Т. 33. № 2. С. 269–275.
16. *Марова Н. А., Алехина Г. Н.* Подводные горы Индийского океана: особенности распределения и корреляция с возрастом литосферы // Океанология. 2000. Т. 40. № 3. С. 439–447.
17. *Непрочнов Ю. П.* 31-й рейс НИС «Дмитрий Менделеев» 18 ноября 1983 г. 14 марта 1984 г. // Океанология. 1985. Т. 25. № 2. С. 361–365.

Статья поступила 16 апреля 2003 г.
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, г. Геленджик
© Евсюков Ю. Д., 2004