

УДК 551.763.1: 564.53 (477.75)

Е.Ю. Барабошкин, К.В. Энсон

## ПАЛЕОБАТИМЕТРИЯ ВАЛАНЖИНСКО-АПТСКОГО БАСЕЙНА ГОРНОГО КРЫМА ПО ИНДЕКСАМ ПРОЧНОСТИ РАКОВИН АММОНИТОВ

**Введение.** Существование тесной взаимосвязи между глубинами древних бассейнов (или колебаниями уровня моря) и распространением аммонитов предполагалось давно. Эту связь пытались оценить разными методами. Например, наблюдения за распределением представителей *Neocomitidae*, *Olcostephanidae*, *Phylloceratina*, *Lytocerotina* и *Ancyloceratina* в разрезах валанжина—нижнего готерива на юго-востоке Франции [27] отчетливо демонстрируют, что при увеличении количества филлоцератин, литоцератин и (или) анцилоцератин происходит количественное сокращение неокомитин и наоборот, что наряду с фациальным изучением разрезов позволяет выделять секвенции и восстанавливать колебания уровня моря в бассейне [28].

Р. Хьюитт и Г. Вестерманн попытались количественно оценить глубины обитания аммонитов [16—24, 30, 31]. Они исследовали прочностные характеристики раковин аммоноидей, ископаемых и современных наутилоидей. В итоге была выявлена зависимость отдельных параметров раковин (толщины стенки и диаметра сифона, радиуса кривизны септ и т.д.) от максимального давления, при превышении которого раковина начинает разрушаться. Полученные соотношения проверены на раковинах современного *Nautilus* и показали высокую сходимость результатов [14, 21—24]. Эти исследования использованы при построении экологической модели для аммонитов [30, 31].

Используя методику Р. Хьюитта и Г. Вестерманна [16, 18—24, 31], мы попытались оценить батиметрию раннемелового бассейна, существовавшего в пределах современного Горного Крыма. Для этого мы проанализировали индексы прочности септ и сифона представителей *Phylloceratidae*, *Lytocerotidae*, *Tetragonitidae*, *Desmoceratidae*, *Haploceratidae*, *Holcodiscidae* и *Crioceras titinae* (систематика принята по [12]), а также (в целях сопоставления с современными аналогами) *Sumatoceras titidae* (*Nautilida*) из валанжинско-барремских отложений в междуречье Качи и Бодрака (Юго-Западный Крым). Материалом для исследования послужили 95 экземпляров аммонитов из коллекций Е.Ю. Барабошкина и Б.Т. Янина, собранных с разных стратиграфических уровней валанжина—баррема Качинского разреза (с. Верхоречье), из верхов валанжина в разрезе у пос. Научного, а также из нижнеготеривского горизонта конденсации, вскрытого в серии разрезов на южном склоне г. Сельбухра [1—3]. Предварительные результаты этого исследования публиковались ранее [9, 10].

**Методика.** Индексы прочности раковин, полученные Р. Хьюиттом и Г. Вестерманном, представляют собой предельно допустимые значения давления, превышение которых должно привести к разрушению раковин. Зависимость критического значения давления от минимальной толщины ( $d$ ) и двух радиусов кривизны септальной перегородки (рис. 1) — минимального ( $R_2$ ) и максимального ( $R_1$ ) — выражается следующим уравнением:

$$P = S / [(2 - R_2/R_1) \cdot (R_2/2d)] \text{ при } R_1 > R_2, S = 138,6 \text{ МПа,}$$

где величина давления  $P$  представляет собой септальный индекс прочности.

Зависимость предельно допустимого значения давления от толщины стенки ( $h$ ) и внутреннего радиуса сифона ( $R$ ) такова:

$$P = S_i / [(R + h)^2 / ((R + h)^2 - R^2)] \text{ при } R/h < 10, S_i = 30 \text{ МПа, } R = D/2,$$

а значение давления  $P$  — сифональный индекс прочности.

Постоянные величины в этих формулах определены на основе расчета индексов прочности для раковины современного наутилуса: при таких значениях  $S$  и  $S_i$  глубина его обитания составляет примерно 300 м и совпадает с эмпирически установленной [6, 7, 15, 20, 22, 24, 26]. Полученные данные легли в основу реконструкции батиметрического распределения различных групп аммонитов Г. Вестерманна (рис. 2).

Были сделаны продольные срезы раковин, проходящие через середину сифона. К сожалению, добиться идеальных медианных срезов довольно сложно, а измерение и расчет радиусов кривизны септ, учитывая сохранность изученных образцов, вызывают значительные трудности. Поскольку существует хорошая сходимость результатов расчета септального и сифонального индексов прочности [31], то решили распиливать раковины поперек и проводить замеры только для расчета сифонального индекса. Это не позволяет рассчитать септальный индекс, но дает возможность проследить изменение сифонального индекса в онтогенезе. Измерения делали с помощью окулярной линейки под биноклем МБС-9, результаты измерений сведены в таблицу (см. табл. 1), на их основе рассчитывались индексы прочности.

Выбор величины  $S_i$  и калибровку результатов проводили по расчету индексов прочности для готе-

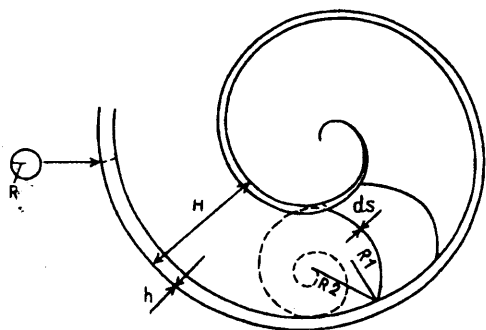


Рис. 1. Схема измерения элементов раковин аммонитов для расчета септального и сифонального индексов прочности (объяснения см. в тексте)

внутренних элементов их раковин различна: сифон может не сохраниться либо быть сильно перекристаллизованным, его стенка может быть растворена и остается лишь внутренний слепок сифона. Поэтому из 95 изученных образцов мы забраковали 30. Результаты для различных родов имеют большой разброс, поэтому часть аномальных значений мы не учитывали.

**Результаты исследований.** В итоге измерений и расчетов глубины обитания аммонитов мы получили следующие результаты (см. табл. 1).

**Семейство Phylloceratidae Zittel, 1884. Род *Phyllopacchyceras* Spath, 1925.** Изучено 12 экземпляров, из них три имеют хорошую сохранность, что позволило проследить изменение сифонального индекса в онто-

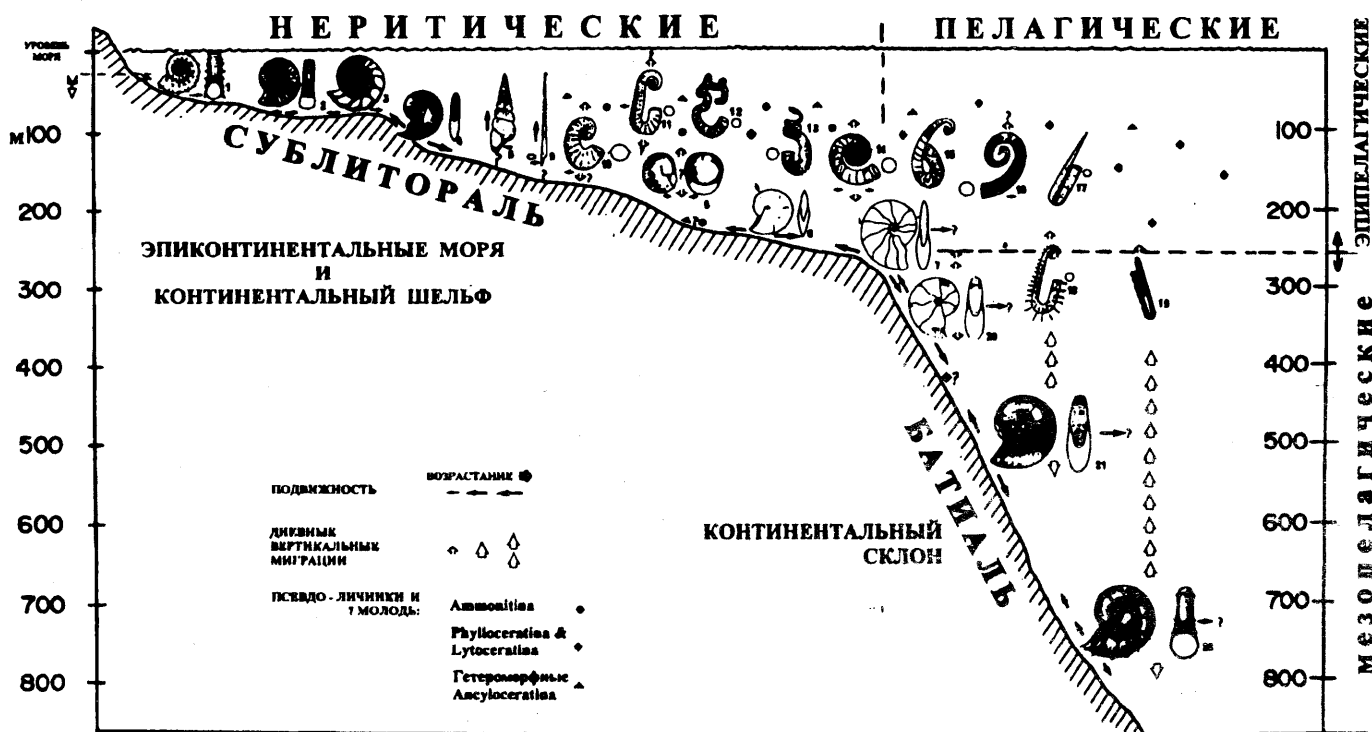


Рис. 2. Предполагаемый образ жизни некоторых юрско-меловых аммонитов (по [31]): 1 — *Peltoceras*, Aspideroceratidae; 2 — *Arietites*, Arietitidae; 3 — *Perisphinctes*, Perisphinctidae; 4 — *Harpoceras*, Harpoceratidae; 5 — *Sphaeroceras*, Sphaeroceratidae; 6 — *Oxycerites*, Opperliidae; 7 — *Barremites*, Desmoceratidae; 8 — *Turrilites*, Turrilitidae; 9 — *Baculites*, Baculitidae; 10 — *Scaphites*, Scaphitidae; 11 — *Ancyloceras*, Ancyloceratidae; 12 — *Nipponites*, Turrilitidae; 13 — *Didymoceras*; 14 — *Crioceratites*, Ancyloceratidae; 15 — *Labeceras?* Labeceratidae; 16 — *Glyptoxoceras*, Turrilitidae; 17 — *Hamulina*, Ptychoceratidae; 18 — *Anisoceras*, Anisoceratidae; 19 — *Pseudoxybeloceras*, Turrilitidae; 20 — *Holcophylloceras*, Phylloceratidae; 21 — *Phylloceras*, Phylloceratidae; 22 — *Lytoceras*, Lytoceratidae

рических представителей рода *Cymatoceras* по аналогии с современным *Nautilus*: максимальную глубину (ниже которой происходит разрушение раковины) приняли равной 600 м, а глубину обитания (при которой раковина имеет двойной запас прочности) — 300 м. Полученная величина *S<sub>i</sub>* совпала с эмпирическими данными Р. Хьюитта и Г. Вестерманна. Поэтому глубину обитания аммонитов также рассчитывали исходя из двойного запаса прочности раковины.

Несмотря на большое количество образцов, особенно из цефалоподовых известняков, сохранность

генезе (рис. 3, А). Логарифмические линии тренда указывают на общую закономерность: уменьшение глубины обитания аммонитов по мере увеличения их возраста, что обусловлено процессом, ведущим к уменьшению толщины стенки сифона при увеличении его диаметра. Это позволяет предположить, что нерест и ранние стадии жизни *Phyllopacchyceras* происходили на достаточно больших глубинах, подобно некоторым современным осьминогам [7]. Более взрослые особи поднимались до глубин порядка 400 м (рис. 3, А—Б и рис. 4). Справедливости ради отметим, что

Таблица 1

## Данные замеров параметров раковин для расчета и рассчитанные глубины обитания аммонитов

Номер образца	Название	Возраст	D, мм	h, мм	S	d, мм	H, мм	Сифональный индекс, МПа	Глубина, м
ш10	<i>Astieridiscus</i> sp.	br1	0,050	0,0250	30		2,650	22,50	1125
То же	То же		0,050	0,050	30		0,050	9,1667	458,3333
ш4	"-	br1	0,050	0,0250	30	0,0250	2,90	22,50	1125
B3	"-	br1	0,0750	0,0250	30	0,050	5,0	19,20	960
B4	"-	br1	0,050	0,0125	30	0,0250	3,50	16,6667	833,3333
ш3	<i>Barremites</i> sp.	h2	0,075	0,0250	30	0,0250	2,250	19,20	960
То же	То же	h2	0,090	0,040	30	0,0750	7,50	21,5917	1079,585
B19	"-	br1	1,0	0,20	30	0,60	10,0	14,6939	734,6939
A-5	"-	br1	0,125	0,0125	30		2,50	9,1667	458,3333
A-5a	"-	br2	0,10	0,0214	30		3,0	15,30	765
A-6	"-	br2	0,30	0,0375	30		7,50	10,80	540
A9	<i>Biasaloceras saucium</i> Drush.	h2	0,275	0,050	30		4,0	13,8667	693,3333
То же	То же	h2	0,225	0,0250	30		5,0	9,9174	495,8678
ш9	<i>Biasaloceras</i> sp.	h2	0,10	0,050	30	0,10	13,50	22,50	1125
c18	<i>Bodrakiceras inostranzewi</i> (Karak.)	v1	1,250	0,0750	30		10,0	6,0842	304,2092
c3	<i>Bodrakiceras</i> cf. <i>inostranzewi</i> (Karak.)	v1	0,550	0,0125	30		5,0	2,5520	127,5992
c7	То же	v1	1,450	0,050	30		15,0	3,7461	187,3049
То же	"-	v1	1,0	0,0250	30		9,0	2,7891	139,4558
"-	"-	v1	0,675	0,0250	30		5,0	3,9952	199,7622
c9	"-	v1	1,625	0,0625	30		13,0	4,1327	206,6327
То же	То же	v1	0,60	0,040	30		5,0	6,6436	332,1799
"-	"-	v1	1,150	0,0375	30		8,0	3,5610	178,0508
c10	"-	v1	1,250	0,0375	30		13,0	3,301	165,053
То же	"-	v1	0,657	0,0143	30		4,0	2,4479	122,3958
"-	"-	v1	0,471	0,0143	30		3,0	3,3306	166,5306
c2	<i>Bodrakiceras</i> sp.	v1	0,850	0,0750	30		4,750	8,3250	416,25
c19	То же	v2	1,750	0,1250	30		18,0	7,0313	351,5625
B1	<i>Crioceratites</i> sp.	h2	1,3750	0,250	30	1,0	45,0	13,8667	693,3333
B2	То же	h2	0,4250	0,0250	30	0,30	24,0	5,9834	299,169
KP49/2	<i>Cumatocers</i> sp.	h1	1,50	0,050	30		25,0	3,6328	181,6406
KP28/52	То же	h1	0,850	0,050	30		17,0	5,9834	299,169
c14	<i>Eleniceras</i> sp.	v2	1,150	0,050	30		0,80	4,6080	230,4
То же	То же	v2	0,70	0,0375	30		0,50	5,5255	276,2747
c16	"-	v2	0,750	0,050	30		11,0	6,6436	332,1799
c17	"-	v2	0,70	0,050	30		0,80	7,0313	351,5625
c12	<i>Eulytoceras</i> sp.	h1	0,450	0,0250	30		8,0	5,70	285
То же	То же	h1	0,70	0,050	30		11,0	7,0313	351,5625
"-	"-	h1	1,050	0,090	30		20,0	8,1380	406,907
c13	"-	h1	0,450	0,0250	30		7,0	5,70	285
То же	"-	h1	0,90	0,0429	30		14,0	4,9905	249,5274
"-	"-	h1	0,550	0,0375	30		10,0	6,7680	338,4
B10	<i>Hamulina</i> sp.	h2	0,20	0,020	30		15,0	1,1649	58,24683

Продолжение табл. 2

Номер образца	Название	Возраст	D, мм	h, мм	S	d, мм	H, мм	Сифональный индекс, МПа	Глубина, м
B11	То же	h2	0,50	0,180	30		24,0	19,8594	992,9692
ш13	<i>Holcodiscus caillaudianus</i> (d'Orb.)	h2	0,075	0,0250	30	0,0150	5,0	19,20	960
B5	То же	br1	0,10	0,020	30		1,20	14,6939	734,6939
B7	"-	br1	0,20	0,050	30	0,0375	4,0	16,6667	833,3333
c1	<i>Lytoceras</i> sp.	v2	1,350	0,090	30		25,0	6,6436	332,1799
c8	То же	h1	1,150	0,10	30		26,0	8,2305	411,5226
КРЯ 350-1	<i>Neolissoceras grasianum</i> (d'Orb.)	v1	0,750	0,0750	30		15,0	9,1667	458,3333
КРЯ 350-1	То же	v1	0,250	0,0250	30		6,0	9,1667	458,3333
A-10	<i>Neolissoceras subgrasianum</i> Drush.	h2	0,10	0,0125	30		2,30	10,80	540
A-4	То же	br2	0,125	0,030	30		3,0	16,3039	815,1936
Ш8	<i>Phyllopachyceras eichwaldi</i> (Karak.)	h2	0,075	0,0250	30	0,050	5,0	19,20	960
То же	То же	h2	0,050	0,0250	30	0,0250	2,50	22,50	1125
19	"-	h2	0,450	0,0250	30		1,8250	5,70	285
7	"-	h2	0,171	0,0114	30		1,50	6,6436	332,1799
То же	"-	h2	0,086	0,071	30		0,6143	7,9592	397,9592
"-	"-	h2	0,143	0,0114	30		0,9571	7,7051	385,2556
"-	"-	h2	0,250	0,0143	30		2,150	5,8383	291,9132
21	"-	h2	0,150	0,0143	30		1,60	8,8320	441,6
То же	"-	h2	0,175	0,071	30		1,50	4,3574	217,8711
"-	"-	h2	0,125	0,071	30		1,0	5,8383	291,9132
"-	"-	h2	0,225	0,050	30		2,50	15,6213	781,0651
14	"-	h2	0,163	0,0125	30		2,50	7,4667	373,3333
То же	"-	h2	0,30	0,020	30		3,3750	6,6436	332,1799
B14	"-	h2	0,0250	0,0250	30	0,050	6,0	26,6667	1333,333
B15	"-	h2	0,0750	0,075	30	0,10	4,0	9,1667	458,3333
B16	"-	h2	0,150	0,0250	30	0,0250	3,0	13,1250	656,25
B17	"-	h2	0,20	0,0250	30	0,30	11,0	10,80	540
B12	"-	br1	0,1250	0,0250	30		3,60	14,6939	734,6939
B13	"-	br1	0,050	0,050	30	0,0250	3,0	26,6667	1333,333
B8	<i>Phyllopachyceras infundibulum</i> (d'Orb.)	h2	0,150	0,0250	30		5,0	13,1250	656,25
B9	То же	h2	0,1250	0,0125	30		8,0	9,1667	458,3333
A-12	"-	h2	0,225	0,0375	30		4,0	13,1250	656,25
16	"-	h2	0,80	0,0750	30		10,10	8,7258	436,2881
То же	"-	h2	0,20	0,040	30		1,650	14,6939	734,6939
"-	"-	h2	0,125	0,0143	30		1,40	10,1244	506,2196
"-	"-	h2	0,286	0,0286	30		2,60	9,1597	457,9864
B6	"-	br1	0,10	0,020	30		4,60	2,2633	113,1657
c15	<i>Phyllopachyceras</i> sp.	v2	0,129	0,0214	30		0,60	13,1250	656,25
То же	То же	v2	0,175	0,0250	30		1,0	11,8519	592,5926
"-	"-	v2	0,20	0,020	30		1,250	9,1667	458,3333
"-	"-	v2	0,313	0,020	30		1,850	6,4222	321,1106
"-	"-	v2	0,40	0,0250	30		3,50	6,2963	314,8148
"-	"-	v2	0,450	0,0250	30		5,0	5,70	285
A-7	"-	br2	0,20	0,0125	30		5,0	6,2963	314,8148

Окончание табл. 1

Номер образца	Название	Возраст	D, мм	h, мм	S	d, мм	H, мм	Сифональный индекс, МПа	Глубина, м
B24	<i>Pseudothurmannia</i> sp.	h2	0,20	0,010	30	0,10	5,0	5,2066	260,3306
B23	То же	h2	0,2250	0,0250	30	0,050	3,0	9,9174	495,8678
Bx	"-	h2	0,1250	0,0125	30		3,0	9,1667	458,3333
c21	"-	h2	0,450	0,0250	30		0,450	5,70	285
КРЯ 86/16	<i>Protetragonites</i> sp.	v1	0,150	0,0250	30		4,0	13,1250	656,25
7834	То же	h2	0,850	0,10	30		20,0	10,3401	517,068
То же	"-	h2	0,775	0,10	30		20,0	11,0454	552,2682
A-11	"-	br1	0,075	0,0125	30		2,0	13,1250	656,25
То же	"-	br1	0,113	0,0125	30		3,0	9,9174	495,8678
"-	"-	br1	0,125	0,0250	30			14,6939	734,6939
12	"-	br1	0,175	0,0125	30		4,0	7,0313	351,5625
1717	"-	br2	0,094	0,0313	30	0,0469	4,80	19,20	960
2611	"-	br2	0,075	0,0250	30		2,50	19,20	960
B22	<i>Spitidicus</i> sp.	br1	0,250	0,050	30	0,150	13,0	14,6939	734,6939
23	<i>Valdedorsella</i> sp.	h2	0,550	0,050	30		5,250	8,5207	426,0355

среди измеренных образцов имеются отклонения в сторону как глубоководности, так и мелководности. Суммарный тренд, рассчитанный по 12 образцам (рис. 3, Б), не противоречит данным онтогенеза.

**Семейство Desmoceratidae Zittel, 1895. Под *Barremites* Kilian, 1913.** Изучены 3 образца, данные свидетельствуют о больших глубинах обитания (800—1000 м) представителей этого рода, слабо менявшихся с увеличением их возраста, хотя и отмечается тренд, близкий к таковому у *Phyllopachyceras* (рис. 4). Согласно Г. Вестерманну [31], *Barremites* обитали на глубинах 250—300 м и относятся к переходным неритово-океаническим (пелагическим) формам.

**Под *Melchiorites* Spath, 1923.** Изучены 2 образца, глубина обитания составляет около 300 м (при H = 6 мм).

**Под *Valdedorsella* Breistroffer, 1947.** Изучен один образец. Глубина обитания — около 400 м при H = 5,25 мм (рис. 4).

Близкие выводы для представителей семейства получены и при анализе особенностей внутреннего строения и фашиальной приуроченности Desmoceratidae. Так, Л.А. Догужаева на основе изучения строения сифона, длины септальных трубок и манжет считала, что представители этого семейства были более глубоководными, чем Parahoplitidae и Deshayesitidae [4]. Пелагический образ жизни десмоцератид определен для их поздне меловых представителей из японских разрезов на основе фашиального распределения и особенностей тафономии [25, 29].

**Семейство Ancyloceratidae Gill, 1871. Под *Crioceratites* Leveille, 1837.** Изучены 2 образца, обнаружен разброс глубин обитания от 300 до 700 м при увеличении высоты оборота от 24 до 45 мм соответственно (рис. 4), хотя, по данным Г. Вестерманна [30], глубина обитания существенно меньше (порядка 150 м).

**Под *Pseudothurmannia* Spath, 1923.** Измерены 2 образца хорошей сохранности. Глубины обитания составляют 260 и почти 500 м при H = 5 и H = 3 мм соответственно (рис. 4), что, возможно, указывает на уменьшение глубины обитания у представителей этого рода. Это весьма вероятно, учитывая, что на ранних стадиях эти аммониты имели развернутую раковину, а на поздних — спирально свернутую, мономорфную.

**Семейство Hamulinidae Gill, 1871. Под *Hamulina* d'Orbigny, 1850.** Изучены два образца плохой сохранности, в связи с чем получился большой разброс глубин — от 60 до 1000 м (рис. 4), из-за малой надежности эти данные не учтены.

**Семейство Lytoceratidae Neumayr, 1875. Под *Biasaloceras* Drushchits, 1953.** Изучен 1 образец. Данные расчета сифонального индекса свидетельствуют о больших глубинах обитания (более 500 м), которые с возрастом увеличивались (рис. 4).

**Под *Eulytoceras* Spath, 1927.** Изучены два крупных образца хорошей сохранности, имеющие различные онтогенетические тренды. Первый (обр. c12, рис. 3, Е) — «погружающийся», а второй (обр. c13, рис. 3, Е) — «всплывающий», однако в обоих случаях глубина обитания колеблется от 200 до 400 м.

**Под *Lytoceras* Suess, 1865.** Изучены 2 образца, для крупных оборотов определены глубины в 300—400 м.

**Под *Protetragonites* Hyatt, 1900.** Изучены 6 образцов. На суммарной диаграмме (рис. 3, Д) виден неотчетливый тренд к «всплыванию» по мере увеличения возраста. Глубина обитания представителей этого рода колеблется от 500 до 100 м (рис. 4), что не противоречит другим данным [31].

**Семейство Neocomitidae Salfeld, 1921. Под *Bo-drakiceras* Baraboshkin et Mikhailova, 2000.** Изучены 7 образцов хорошей сохранности. По данным расче-

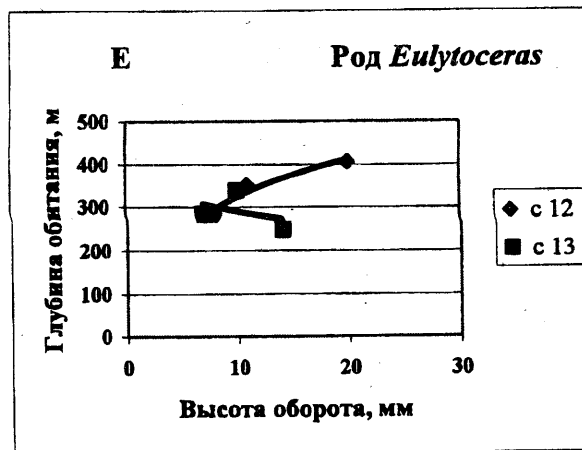
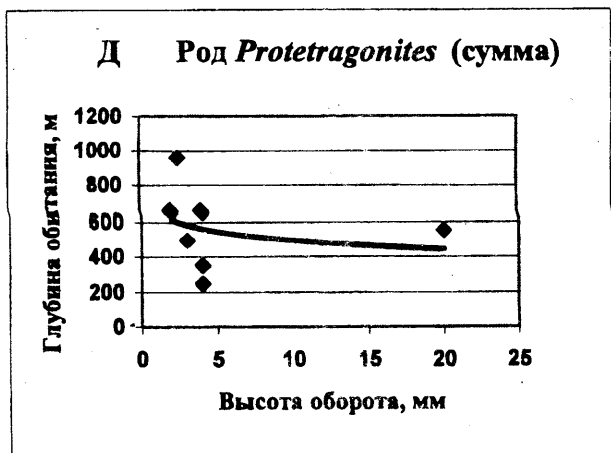
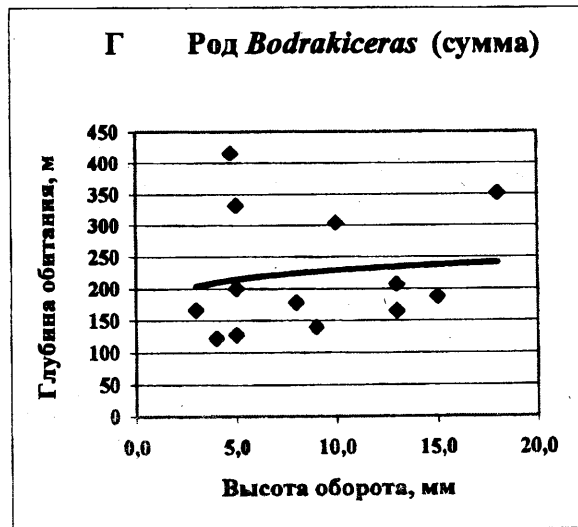
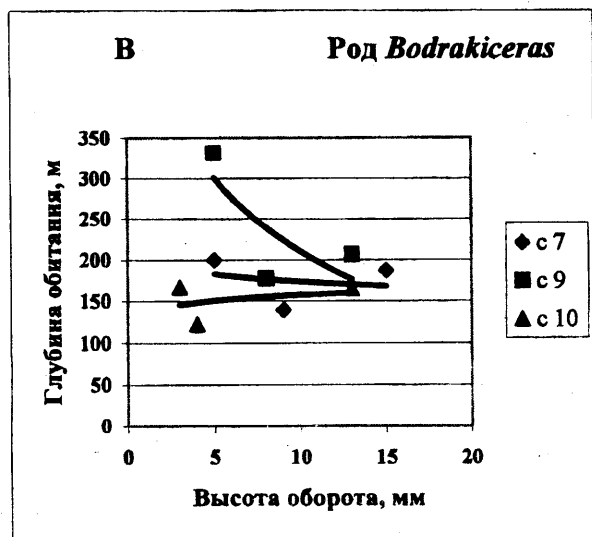
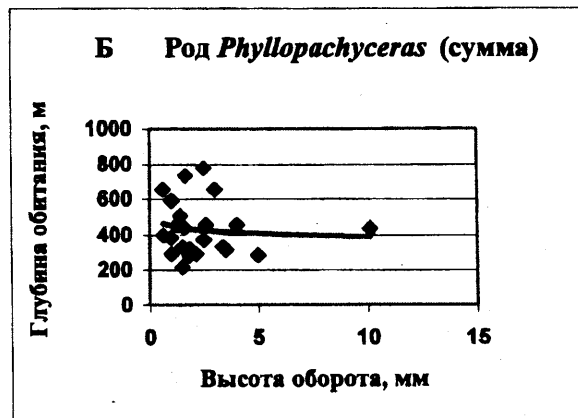
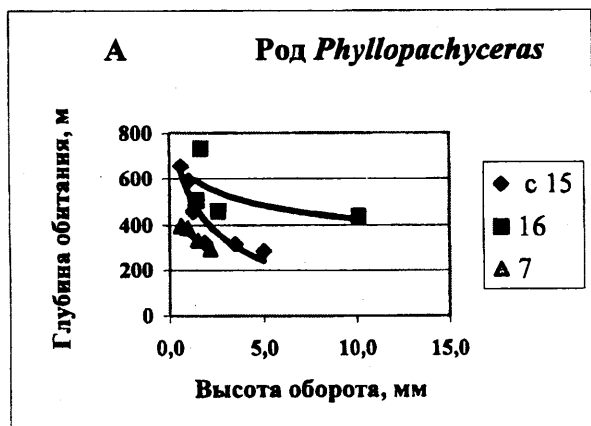


Рис. 3. Зависимость глубины обитания некоторых изученных аммонитов от высоты оборота и рассчитанные по ним логарифмические тренды: А — для трех представителей рода *Phyllopacyceras*: *P. sp.* (обр. с15, верхний валанжин); *P. infundibulum* d'Orb. (обр. 16, верхний готерив); *P. eichwaldi* Karak. (обр. 7, верхний готерив); Б — для рода *Phyllopacyceras* (12 образцов из валанжина—баррема); В — для трех представителей *Bodrakiceras* cf. *inostranzewi* Karak. (обр. с7, с9, с10, нижний валанжин); Г — для представителей рода *Bodrakiceras* (7 образцов из нижнего валанжина); Д — для представителей рода *Protetragonites* (6 образцов из нижнего валанжина, верхнего готерива — нижнего баррема); Е — для представителей рода *Eulytoceras* (2 образца из нижнего готерива)

тов изменения глубины обитания в онтогенезе выявлены три неотчетливых тренда (рис. 3, В). Первый (обр. с9, рис. 3, В) свидетельствует о некотором пере-

мещении представителей этого рода на мелководье (с 350 до 200 м) в течение жизни. Второй тренд, наоборот, показывает их погружение от 120 до 160 м (обр. с10, рис. 3, В).



Рис. 4. Реконструкция глубин обитания некоторых головоногих моллюсков в бассейне Горного Крыма, построенная на основе расчета индексов прочности: 1 — *Bodrakiceras*, Neocomitidae; 2 — *Pseudothurmannia*; 3 — *Crioceratites*, Ancyloceratidae; 4 — *Barremites*; 5 — *Valdedorsella*, Desmoceratidae; 6 — *Cymatoceras*, Cymatoceratidae; 7 — *Protetragonites*; 8 — *Biasaloceras*, Lytoceratidae; 9 — *Hamulina*, Hamulinidae; 10 — *Neolissocheras*, Naploceratidae; 11 — *Phyllopachyceras*, Phylloceratidae; 12 — *Spitidiscus*; 13 — *Holcodiscus*, Holcodiscidae

Третий тренд — промежуточный (обр. с7, рис. 3, В), он характеризует обитание неокомитид на глубинах 150—200 м. Суммарный тренд по всем образцам (рис. 3, Г) дает глубины порядка 200—250 м (рис. 4). Можно предположить, что представители рода *Bodrakiceras* в течение всей жизни обитали именно на этих глубинах и здесь же нерестились.

**Род *Eleniceras* Breskovski, 1967.** Изучены 3 образца, данные указывают на то, что представители этого рода в течение всей жизни обитали на глубинах около 300 м.

**Семейство Holcodiscidae Spath, 1923. Род *Holcodiscus* Uhlig, 1882.** Данные по 2 образцам при высоте оборота 4—5 мм свидетельствуют о больших глубинах обитания — 800—900 м (рис. 4).

**Род *Astieridiscus* Kilian, 1910.** Изучены 4 образца удовлетворительной сохранности, как и для предыдущего рода, получены расчетные данные о глубинах обитания в 800—1000 м, отмечается некоторая тенденция к погружению.

**Род *Spitidiscus* Kilian, 1910.** Для единственного экземпляра получена глубина в 734 м при  $H = 13$  (рис. 4).

**Семейство Naploceratidae Zittel, 1884. Род *Neolissocheras* Spath, 1923.** Изучены 3 образца удовлетворительной сохранности. По суммарным данным виден неотчетливый тренд к подъему (от 800 м и приблизительно до 500 м), что противоречит расчетам Г. Вес-

терманна [30], считавшего представителей Naploceratidae обитателями неритовой области.

**Обсуждение результатов.** Разброс значений для большинства родов достаточно велик, что объясняется не только разной сохранностью образцов, но и особенностями измеряемых параметров. Диаметр сифона в разных частях камеры непостоянен: в центре камеры он больше, чем в местах соединения с септальными трубками. Для большинства образцов с продольным сечением диаметр измеряли в точке, максимально приближенной к септе (для сходимости сифонального и септального индексов). На поперечных сечениях некоторых образцов параметры сифона замеры в центрах камер, поскольку таких образцов значительно меньше, эти результаты мы считали завышенными.

Тем не менее полученные данные свидетельствуют о существовании батиметрической дифференциации аммоноидей, связанной с их «жизненными формами» и изменением условий обитания в онтогенезе.

В индивидуальном развитии аммоитов впервые выявлены три направления. Первое — тенденция к всплыванию с возрастом, когда аммоит в течение жизни переходил ко все более мелководным условиям существования, преобладает у бентопелагических гладкораквинных форм. Второе направление — погружение, т.е. моллюск, старея, перемещался в более глубоководные области бассейна. Это нечетко выра-

Таблица 2

## Рассчитанные глубины обитания аммонитов и предполагаемая глубина бассейна в метрах

Возраст	Средняя глубина обитания аммонитов, рассчитанная по всем замерам, м	Средняя глубина обитания аммонитов, рассчитанная по последним камерам всех образцов, м	Средняя глубина обитания аммонитов, рассчитанная с учетом их эколого-тафономических особенностей, м	Предполагаемая глубина бассейна, м
v1	312	358	258	0—50
v2	312	334	249	50—100
h1	312	310	240	100—150
h2	450	484	339	300—400
br1	660	660	660	500—600
br2	680	680	680	600—700

жено у неритовых аммонитов и, возможно, присуще литоцератам. Наконец, третье направление, характерное для неритовых орнаментированных форм, — обитание на постоянных глубинах. Эти особенности следует учитывать при анализе батиметрических данных для каждого рода.

При расчете глубины бассейна необходимо использовать замеры последних гидростатических камер аммонита (к сожалению, это не всегда возможно), что отвечает глубинам обитания аммонитов перед гибелью. Но это справедливо только в тех случаях, когда есть уверенность в том, что раковина аммонита не испытала существенного посмертного переноса.

В силу того что в ориктоценоз попадают раковины аммонитов, обитавших на дне (или вблизи дна), а также раковины аммонитов, существовавших в толще воды над местом захоронения, и, наконец, раковины аммонитов, перенесенные на место захоронения из других частей бассейна посмертно, то очевидно, что результаты могут быть очень противоречивы (что и наблюдается). Поэтому *не все остатки аммонитов* можно использовать для оценки глубин бассейна, а только те, которые не испытали посмертного переноса и вели придонный образ жизни.

С учетом этих соображений нами рассчитана средняя глубина обитания аммонитов (табл. 2) в раннемеловом бассейне Горного Крыма; для верхневаланжинских отложений использованы осредненные данные по нижнему валанжину и нижнему готериву. Для сравнения в табл. 2 приведены средние глубины, полученные по всем замерам, а также средние глубины, рассчитанные по последним камерам образцов.

Известно, что в начале валанжина морская трансгрессия достигла района современной Второй гряды Крымских гор [3], очевидно, что глубина бассейна не могла сразу достичь 300 м. Присутствие пуддинговых песчаников, их слабая сортировка, грубая градационная слоистость и состав фауны свидетельствуют о формировании осадков на глубинах в интервале 0—50 м под воздействием штормов. Найденные раковины аммонитов можно считать принесенными из более глубоких частей бассейна.

В позднем валанжине и раннем готериве происходило углубление бассейна. В раннем готериве на

том месте, где находится с. Трудюлюбовка, в условиях крайнего мелководья и волнового воздействия развивалась рифовая постройка [2], в которой аммониты не встречаются. В районе с. Верхоречье в то же время формировались песчано-глинистые и глинистые фации в условиях большей глубоководности бассейна, где обычно присутствуют крупные раковины нектобентосных аммонитов. Глубина этой части бассейна, видимо, не превышала 100—150 м.

В самом конце раннего готерива бассейн резко углублялся. Территория Горного Крыма и весь Равнинный Крым оказались под водой [5, 13]. В пределах современной Второй гряды стала накапливаться фация «цефалоподовых известняков» (или *Ammonitico Rosso*). В соответствии с современными седиментационными моделями [8] она образуется в условиях пелагических поднятий на глубинах от 300 до 1500 м. Учитывая массовость находок остатков аммонитов, можно предположить, что они захоронились без существенного посмертного переноса, т.е. практически на месте. Поэтому рассчитанные нами значения глубины составили 300—400 м, что выглядит вполне реально и может соответствовать истинной глубине бассейна, это же относится и к раннему баррему, когда глубины могли достигать 500—600 м.

В позднем барреме бассейн продолжал углубляться, формировалась толща глин, отвечающая фации пелагических котловин [8]. В глинах нектобентосные формы аммонитов отсутствуют, встречаются лишь раковины бентопелагических и полупланктонных аммонитов. Предполагаемую глубину бассейна можно оценить в 600—700 м.

**Заключение.** Таким образом, полученные нами данные не только подтверждают существующие представления о глубинах валанжинско-аптского бассейна Горного Крыма [1—3, 11], но и позволяют начать их количественную оценку. Для позднеготеривско-барремского этапа наши результаты оказались неожиданными, так как ранее считалось, что цефалоподовые известняки и аптские глины накапливались в более мелководных условиях. Поэтому можно сделать вывод о том, что на рубеже раннего и позднего готерива в истории Горнокрымского бассейна произошло существенное тектоническое [9] событие, выразив-

шееся в его резком углублении. Природа этого события также нуждается в дальнейшей расшифровке.

Результаты расчетов глубин обитания аммонитов в раннемеловом бассейне Горного Крыма, несмотря на значительный разброс, вполне сопоставимы с данными Р. Хьюитта и Г. Вестерманна [31], что подтверждает возможность применять метод расчета индексов прочности раковин для установления батиметрии бассейнов. Однако использования только этого метода недостаточно, необходимо принимать во внимание:

во-первых, сохранность материала; во-вторых, тип онтогенетического батиметрического тренда аммонита с учетом момента его гибели; в-третьих, тафномические данные и степень автохтонности раковин; в-четвертых, фациальные особенности разрезов и другие факторы, рассмотрению которых будет посвящена следующая статья.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 01-05-64641, 01-05-64642, 02-05-79040, 02-05-06252).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барaboшкин Е.Ю.* Новая стратиграфическая схема нижнемеловых отложений междуречья Качи и Бодрака (Юго-Западный Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1997. № 3. С. 22–29.
2. *Барaboшкин Е.Ю.* Новые данные по стратиграфии готеривских отложений в междуречье Кача–Бодрак // Тр. Крымского геол. науч.-учебного центра им. А.А. Богданова. Вып. 1. М., 1997. С. 27–53.
3. *Барaboшкин Е.Ю., Янин Б.Т.* Корреляция валанжинских отложений Юго-Западного и Центрального Крыма // Там же. С. 4–26.
4. *Догужаева Л.А.* Особенности формирования сифона аммоноидей // Мат-лы III науч. конф. аспирантов и молодых ученых МГУ. Серия геология. М., 1977. С. 33–44.
5. *Леицх Р.Й.* Нижня крейда заходу і Півдня України. Київ, 1992. С. 208.
6. *Несис К.Н.* Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М., 1982. С. 1–360.
7. *Несис К.Н.* Океанические головоногие моллюски. Распространение, жизненные формы, эволюция. М., 1985. С. 1–286.
8. *Рединг Х.Г., Коллинсон Дж.Д., Аллен Ф.А.* и др. Обстановки осадконакопления и фации. М., 1990. Т. 2. С. 1–384.
9. *Энсон К.В., Барaboшкин Е.Ю.* Палеобатиметрия валанжин-аптского (ранний мел) бассейна Горного Крыма по индексам прочности раковин аммонитов и данным фациального анализа // Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии / Тез. докл. М., 2002. С. 101–103.
10. *Энсон К.В., Барaboшкин Е.Ю.* Эволюция палеобатиметрии раннемелового бассейна Крыма по данным расчета индексов прочности раковин аммонитов // Новые идеи в науках о Земле / Тез. докл. междунар. конф. М., 2001. С. 189.
11. *Янин Б.Т., Вишневикий Л.Е.* Меловая система. Нижний отдел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М., 1989. С. 80–126.
12. *Arkell W.J., Fournish W.M., Kummel B.* et al. Ammonoidea. Cephalopoda. Mollusca 4. Part L // Treatise on Invertebrate Paleontology. N. Y., 1957. P. 1–490.
13. *Baraboshkin E.J.* Early Cretaceous seaways of the Russian Platform and the problem of Boreal. Tethyan correlation // Tethyan: Boreal Cretaceous correlation. Mediterranean and Boreal Cretaceous paleobiogeographic areas in Central and Eastern Europe. Bratislava, 2002. P. 39–78.
14. *Chamberlain J.A., Moore W.A.* Rupture strength and flow rate of Nautilus siphuncular tube // Paleobiology. 1982. Vol. 8, N 4. P. 408–425.
15. *Cochran J.K., Rye D.M., Landman N.H.* Growth rate and habitat of Nautilus pompilius inferred from radioactive and stable isotope studies // Paleobiology. 1981. Vol. 7. P. 469–480.
16. *Hewitt R.A., Abdelsalam U.A., Dokainish M.A., Westermann G.E.G.* Comparison of relative strength of siphuncles with prochoanitic and retrochoanitic septal necks by finite-element analysis // The Ammonoidea: environment, ecology, and evolutionary change, System. Assoc. Spec. Vol. 1993. N 47. P. 85–98.
17. *Hewitt R.A., Dokainish M.A., El Aghoury M., Westermann G.E.G.* Bathymetric limits of a carboniferous orthoconic nautiloid deduced by finite element analysis // Palaios. 1989. Vol. 4. P. 157–167.
18. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Application of buckling equations to the functional morphology of nautiloid and ammonoid phragmocones // Histor. Biology. 1988. Vol. 1. P. 225–231.
19. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Function of complexly fluted septa in ammonoid shells: mechanical principles and functional models // N. Jahrb. Geol. Palaeontol. Abhandl. 1986. P. 47–69.
20. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Function of complexly fluted septa in ammonoid shells: septal evolution and conclusions // Ibid. 1987. P. 135–169.
21. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Nautiloid septal strength: revisited and revised concepts // Alcheringa. 1988. Vol. 12. P. 123–128.
22. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Nautilus Shell Architecture // Nautilus, biology and paleobiology of a living fossil. Plenum Press, 1987. P. 435–461.
23. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Nautilus shell strength variance as an indicator of habitat depth limits // N. Jahrb. Geol. Palaeontol. Abhandl. 1990. P. 71–95.
24. *Hewitt R.A., Westermann G.E.G.* Stress and strain in Nautilus Shells: some limitations on the buoyancy control and vertical migration of Ectocochliates // Cephalopods — Present and Past. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 1988. S. 705–712.
25. *Hirano H., Okamoto T., Hattori K.* Evolution of some late cretaceous Desmocerotinae ammonoids // Trans. Proc. Palaeontol. Soc. Japan (new ser.). 1990. N 157. P. 382–411.
26. *Landman N.H., Cochran J.K.* Growth and longevity of Nautilus // Nautilus, biology and paleobiology of a living fossil. Plenum Press, 1987. P. 401–426.

27. *Reboulet S.* L'évolution des ammonites du valanginien—hauterivien inférieur du bassin Vocontien et de la plate-forme Provençale (sud-est de la France): relations avec la stratigraphie séquentielle et implications biostratigraphiques // Docum. des labor. de Geol. de Lyon. 1995. N 137. P. 371.

28. *Reboulet S., Atrops F.* Quantitative variations in the valanginian ammonite fauna of the Vocontian basin (southeastern France) within limestone-marl cycles and within parasequence sets // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 1997. Vol. 135, N 1—4. P. 357—365.

29. *Tanabe K.* Palaeoecological analysis of ammonoid assemblages in the Turonian Scaphites facies of Hokkaido, Japan // *Palaeontology.* 1979. Vol. 22. Pt. 3. P. 609—630.

30. *Westermann G.E.G.* Ammonoid life and habitat // *Ammonoid paleobiology.* Plenum Press. N. Y.; L., 1996. P. 607—707.

31. *Westermann G.E.G.* New developments in ecology of jurassic — cretaceous ammonoids // *Fossili, evoluzione, ambiente.* Atti del secondo convegno internazionale F.E.A. Pergola, 1990. P. 459—478.

Поступила в редакцию  
05.01.2003

УДК 551.763.3 (6+4+7)

**Р.Р. Габдуллин**

## ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ КАРБОНАТНЫХ РАЗРЕЗОВ ТЕРМИНАЛЬНОГО СЕНОМАНА ЕВРОПЫ, АФРИКИ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

**Введение.** Новейший этап развития стратиграфии конца XX — начала XXI века характеризуется детализацией геологических исследований, в частности послойным сопоставлением циклических толщ. Циклично построенные толщи характерны для отложений фанерозоя и криптозоя. В меловой системе, в частности в ее верхнем отделе, известны многочисленные циклические разрезы.

Детальная послойная циклостратиграфическая корреляция для верхнего мела была впервые осуществлена в 1995 г. А. Гэйлом [7] на примере 21 разреза сеноманских отложений Западной Европы, принадлежащих Кливлендскому, Англо-Парижскому, Мюнстерскому, Нижнесаксонскому, Воконтскому эпиконтинентальным бассейнам-впадинам и глубоководному бассейну Умбрийских Апеннин. Схема расположения 15 основных опорных разрезов приведена на рис. 1, остальные разрезы, как правило, находятся вблизи от них. Отложения представлены преимущественно переслаиванием пластов мела или мергелей и известняков. Он же позднее [8] предложил схему сопоставления 18 разрезов турона для английской части Англо-Парижской впадины. Впоследствии А. Гэйлом [10] менее детально, на уровне пачек, сопоставлены сеноманские разрезы Западной Европы (Фолкстоун, Дувр), Крыма (Сельбухра) и Мангышлака (Шах-Богота, Коксыртау, Сулукапы).

Интерес представляет работа коллектива авторов во главе с Ф. Робашинским [14], включая А. Гэйла, в которой сеноманские разрезы Англии и Франции были не только циклостратиграфически сопоставлены, но и проанализированы с позиций секвентной стратиграфии с выделением системы трактов.

Вместе с тем аналогичные исследования проводили и российские геологи. Автор статьи циклостратиграфически сопоставил 7 сеноманских разрезов Бахчисарайского района Крыма (г. Сельбухра, разрезы № 1—3; р. Кача, с. Кудрино; овраг Аксу-Дере и г. Мендер [3], схема расположения этих разрезов приведена на рис. 2), а также воссоздал сводный циклический разрез для средне- и верхнесеноманских карбонатных отложений этого района [3].

**Цели и задачи исследований.** Преследуя цель детальной послойной корреляции для синхронизации геологических событий на качественно новом уровне, следует решить ряд задач. Во-первых, оценить стратиграфическую полноту разрезов и их стратиграфическую идентичность. Во-вторых, сделать послойное сопоставление по литологическим и палеонтологическим (или иным) признакам. В-третьих, проанализировать генезис сопоставляемых разрезов с учетом механизмов, моделей палеогеографических условий формирования, а также их связь с астрономо-климатическими циклами Миланковича.

Опираясь на имеющиеся стратиграфические данные и решая задачу послойного сопоставления, можно решить и обратную задачу — с помощью циклостратиграфического метода уточнить биостратиграфические границы (зоны).

**Методика исследований.** Суть метода — восстановление сводного циклического разреза с присвоением каждому ритму или его элементу порядкового номера, что можно сделать при детальных и комплексных стратиграфических исследованиях, которые позволяют точно определить временной диапазон формирования какой-либо толщи с учетом всех перерывов, если таковые есть. Как правило, упомянутые