



УДК [550.93:551.79](477)

## АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА ПО ДАННЫМ РАДИОУГЛЕРОДНОГО АНАЛИЗА

*В. Н. Семененко, Н. Н. Ковалюх*

На акватории Азовского моря с целью комплексного изучения его осадков в последние годы было пробурено около 50 скважин [21, 22]. Отдельные скважины были пробурены и в северо-западной части акватории Черного моря [16].

В результате детальной палеонтологической обработки фауны моллюсков из верхней части кернов скважин, проведенной В. Н. Семененко, в разрезе морских верхнечетвертичных осадков были выделены отложения карангатского, новозвксинского и черноморского горизонтов. В целом эти данные подтверждают стратиграфическую схему морских четвертичных отложений Черноморского бассейна, разработанную Н. И. Андрусовым [1, 2] и впоследствии детализированную и дополненную А. Д. Архангельским и Н. М. Страховым [4], Л. А. Невеской и Е. Н. Невеским [11, 12], П. В. Федоровым [20] и др.

Радиоуглеродный анализ [17] был проведен Н. Н. Ковалюхом по методике, разработанной Х. А. Арслановым [3]. Материал датировался по раковинам моллюсков, которые предварительно обрабатывались концентрированной соляной кислотой для удаления поверхностных загрязнений. Измерения удельной активности углерода проводились сцинтилляционным методом. Расчетной формой углерода был бензол. Проба спекалась с металлическим литием, карбид лития разлагался водой и выделяющийся ацетилен подвергался реакции тримеризации на крекирующем катализаторе, активированном мелкодисперсной пятиокисью ванадия. Активность радиоуглерода в пробах измерялась на низкофоновой установке, собранной по схеме быстромедленных совпадений. Установка имела следующие показатели: фон  $2,15$  *имп/мин*, эффективность регистрации  $\beta$ -частиц в диапазоне энергий  $10-160$  *кэв* составляла  $50\%$ . В качестве эталона использовался бензол, синтезированный из древесины возрастом 70 лет;  $9,6$  *см<sup>3</sup>* его давали  $52,9$  *имп/мин* за вычетом фона [18].

Предельные возрастные датировки, принятые нами как достоверные, относятся к периоду времени не древнее 45 000 лет. Наиболее древние из определенных радиоуглеродным методом породы имели карангатский возраст.

Карангатские (тирренские, по Н. И. Андрусову) отложения Черного моря были расчленены Л. А. Невеской [15] по фауне моллюсков на три горизонта. Стратотипический разрез тирренских (карангатских) отложений находится на западном берегу Керченского пролива, в районе Тобечикского озера, где карангатский ракушечник перекрыт палевожелтыми лессовидными суглинками («вюрмский лесс»). Радиоуглеродный анализ фауны моллюсков из этих ракушечников дал возраст  $33720 \pm 200$  и  $31700 \pm 1800$  лет.

Полный разрез карангатских отложений был вскрыт буровой скважиной, пробуренной Керченской гидрогеологической партией в 1969 г. в

южной части Арабатской стрелки (в 5 км к северу от развалин Генуэзской крепости). Здесь под пересыпью, состоящей из современных раковин моллюсков Азовского моря, в интервале 8—21,3 м залегают сцементированный караганский ракушечник, подстилаемый голубовато-серыми илами, с обедненной карагатской фауной (нижний, тобечикский горизонт), в свою очередь залегающий на бурых лессовидных суглинках мощностью около 70 м. Анализ фауны моллюсков из карагатских отложений этой скважины показал, что ракушечники в интервале 8—12,8 м относятся к верхнему карагату, 12,8—17,9 м — к среднему карагату, а подстилающие их илы в интервале 17,9—21,3 м — к нижнему. Материал из этого разреза был любезно просмотрен Л. А. Невесской и Л. Б. Ильиной. Абсолютный возраст раковин моллюсков из верхнекарагатских отложений составляет  $27390 \pm 1100$  лет, среднекарагатских —  $29\ 600 \pm 1200$  и  $30\ 800 \pm 1250$  и нижнекарагатских —  $35\ 750 \pm 1800$  и  $36\ 900 \pm 1850$  лет (табл. 1). Таким образом, скорость осадконакопления в карагатское время составляла 1,3 мм в год. Наличие мощной (до 15 м) пачки илов в южном Сиваше, так же подстилаемых лессовидными суглинками, позволяет датировать как начало образования Сиваша (нижнекарагатское время), так и начало образования Арабатской стрелки — бара, заложенного в среднекарагатское время.

Карагатские отложения были вскрыты скважиной и в центральной части акватории Азовского моря, которая была пробурена в 45 км к юго-западу от косы Обиточной. Возраст ракушечников из этой скважины  $34\ 270 \pm 2200$  лет. В Черном море, в бухте Ярылгач, расположенной на Тарханкутском полуострове Крыма, карагатские ракушечники, с характерной фауной были вскрыты скважиной Черноморской геофизической экспедиции под современными илами и выделены В. Н. Семеновым. Их абсолютный возраст 29 400 лет. (Всего выполнено 10 радиоуглеродных анализов по карагатским отложениям.) Таким образом, время образования карагатских отложений в Азово-Черноморском бассейне укладывается в интервал  $36\ 900 \pm 1850$  — 27 390 лет.

С учетом приведенных выше данных о вклинении морских карагатских отложений в верхней части лессовидных суглинков (Тобечикское озеро, южная часть Арабатской стрелки), можно предположить, что в конце карагата на суше образовывалась брянская ископаемая почва, абсолютный возраст которой по радиоуглероду установлен А. А. Величко [5] в 29 000—25 000 лет и соответствует паудорфскому интерстадиалу в Западной Европе.

Выше карагатских отложений залегают новоэвксинские, представленные илами с фауной каспийского типа. Мощность последних в южной части акватории Азовского моря превышает 35 м [21], обычно же не превышает 10 м.

Абсолютный возраст новоэвксинских отложений, вскрытых скважинами в южной и северной частях акватории Азовского моря (восемь радиоуглеродных определений) составляет снизу вверх по разрезу от  $13\ 100 \pm 800$  до 9820 лет, а скважинами, пробуренными в северо-западной части Черного моря на поднятии Голицина, по отобранному В. Н. Семеновым раковинам моллюсков из новоэвксинских отложений, —  $12\ 050 \pm 400$  и 10 200 лет.

Выше новоэвксинских залегают отложения черноморского горизонта, охарактеризованные обедненной средиземноморской фауной. Как показала Л. А. Невеская [11], смена фауны моллюсков каспийского типа (новоэвксинской) средиземноморской происходила постепенно. Л. А. Невеской [15] выделены в составе черноморского горизонта бугазские, витязевские, каламитские и джеметинские слои в Черном море. В районе Азовского моря выше бугазских слоев выделены древнеазовские, казантипские и новоазовские.

По материалам бурения, в Азовском море мы выделяем древнеазов-

## Возраст верхнечетвертичных отложений Азово-Черноморского бассейна

Лабораторный номер	Место и глубина отбора образцов*	Вид моллюсков	Возраст по палеонтологическим данным	Возраст по C <sup>14</sup>
Ки 309	Скв. 38, Арабатская стрелка, гл. 17,9—21,3 м	<i>Cardium edule</i>	Нижний карангат	35 750±1 800
Ки 301	То же	<i>Theodoxus pallasi</i> ,	То же	36 900±1 850
Ки 230	Скв. 38, Арабатская стрелка, гл. 12,8—17,9 м	<i>Cerithium vulgatum</i>	Средний карангат	29 660±1 200
Ки 231	То же	<i>Cardium edule</i>	То же	30 800±1 250
Ки 361	Скв. 38, Арабатская стрелка, гл. 8—12,8 м	<i>Cardium exiguum</i> , <i>Cerithium vulgatum</i> , <i>Rissoa membranacea</i>	Верхний карангат	27 390±1 100
Ки 234	Обнажение на западном берегу Керченского пролива у с. Героевское	<i>Cardium edule</i>	Карангат	31 700±1 800
Ки 235	То же	<i>Cardium tuberculatum</i>	»	33 720±2 000
Ки 232	Скважина в центральной части акватории Азовского моря, гл. 13,0—13,8 м	<i>Cardium edule</i> , <i>Chlamys glabra</i>	»	35 960±2 000
Ки 233	То же	<i>Paphia senescens</i> , <i>Ostrea edulis</i>	»	34 270±2 200
Ки 289	Скважина в бухте Ярылгач, Черное море, гл. 4 м	<i>Cerithium vulgatum</i>	»	29 400
Ки 263	Скв. 26, Белосарайский залив Азовского моря, гл. 19,2 м	<i>Monodacna caspia</i>	Новый эвксин	13 100± 800
Ки 264	То же	<i>Viviparus fasciatus</i>	То же	10 900± 490
Ки 265	Скв. 27, Белосарайский залив Азовского моря, гл. 20—21,7 м	<i>Viviparus fasciatus</i>	» »	12 250± 400
Ки 284	То же	<i>Dreissensia polymorpha</i>	» »	11 480
Ки 282	Скв. 27, Белосарайский залив Азовского моря, гл. 15—20 м	<i>Viviparus fasciatus</i>	» »	9 820
Ки 328	Скв. 40, южнее острова Бирючий, Азовское море, гл. 6—7,4 м	Торф с <i>Planorbis</i> sp.	» »	11 470
Ки 260	Скв. 2 (точка 1-м, 1969 г.), поднятие Голицина, Черное море, гл. 2,3 м	<i>Viviparus fasciatus</i> , <i>Viviparus contectus</i>	» »	12 050± 470
Ки 283	То же	<i>Dreissensia polymorpha</i>	» »	12 360
Ки 286	Скв. 1 (точка 4-м, 1971 г.), поднятие Голицина, Черное море, гл. 2 м	<i>Viviparus fasciatus</i>	» »	10 200
Ки 261	Скв. 26, Белосарайский залив Азовского моря, гл. 18 м	<i>Cardium edule</i>	Бугазские слои	9 280±200
Ки 262	То же	<i>Monodacna caspia</i>	То же	8 940± 200
Ки 308	Скв. 39 в центральной части акватории Азовского моря, гл. 6,1 м	<i>Chione gallina</i>	Древнеазовские слои	6 200

Лабораторный номер	Место и глубина отбора образцов*	Вид моллюсков	Возраст по палеонтологическим данным	Возраст по $C^{14}$
Ки 307	Скв. 39, в центральной части Азовского моря, гл. 4,6 м	<i>Chione gallina</i>	То же	5 770
Ки 306	Скв. 36 у Белосарайской косы Азовского моря, гл. 8 м	<i>Cardium edule</i>	» »	3 450
Ки 332	Скв. 36 у Белосарайской косы Азовского моря, гл. 4 м	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Новоазовские слои	3 100 ± 170
Ки 306	Скв. 39 в центральной части Азовского моря, гл. 3,4 м	<i>Cardium edule</i>	То же	3 400

\* Глубины указаны от дна моря.

ские слои в объеме, предложенном Л. Б. Ильиной [7], считая их эквивалентом в Черном море каламитские и витязевские слои (табл. 2).

Бугазский горизонт характеризуется преобладанием новоэвксинской (каспийской) фауны моллюсков, наряду с которой появляются первые средиземноморские иммигранты, т. е. бугазский горизонт знаменует начало осолонения Черного моря.

Радиоуглеродный анализ фауны моллюсков из бугазских слоев (первое появление средиземноморских элементов фауны), дает возраст 9280—200 лет, а возраст залегающих выше древнеазовских слоев составляет 6200 и 5770 лет (снизу вверх). Таким образом, временной интервал бугазских слоев 9280—6200 лет.

А. П. Виноградов и др. [6], изучая изотопный состав соединений серы в Черном море, указывают: «Радиоуглеродным методом В. А. Гриненко были проанализированы включения, богатые органическим веществом,

Таблица 2

**Верхнечетвертичные отложения Азово-Черноморского бассейна и их абсолютный возраст по  $C^{14}$  (хроностратиграфическая шкала; составил В. Н. Семененко)**

Мелководная часть			Глубоководная часть, по [25]	
Горизонт	Слои (по Л. А. Невесской)	Возраст по $C^{14}$ , тыс. лет	Гидрологический режим	Литоологический состав
Черноморский	Джеметинские (новоазовские)	От 3400 и меньше	Начало сероводородного заражения, 7000 лет	I пачка — кокколитоовые илы, 3 000 лет II пачка — сапропель от 7 000 лет
	Каламитские и витязевские (древнеазовские)	6200—3400		
Новоэвксинский	Бугазские	9280—6200	Начало осолонения, 9 000 лет	III пачка — ленточные глины, от 25 000 лет
	Регрессия	9820—13 100	Опреснение, начало приблизительно 22 000 лет	
Карангатский	Верхнекарангатские	27 390		
	Среднекарангатские	30 800		
	Нижнекарангатские	36 900		

отобранные в ряде колонок, точно на границе новоэвксинских и древнечерноморских осадков; время конца новоэвксинской эпохи было установлено достаточно надежно и оно выразилось в 7500—8000 лет». В общем эта датировка близка к полученной нами, однако без детального палеонтологического анализа отбить точно границу между новоэвксинскими и древнечерноморскими (древнеазовскими) горизонтами довольно сложно, поскольку, как упоминалось выше, фауна имеет здесь переходный характер (бугазские слои). Очевидно, часть отложений бугазских слоев в данном случае была отнесена к новоэвксинским, чем и объясняется разница в датировках нового эвксина В. А. Гриненко и авторов.

Н. М. Страхов [19] указывает, что «основным событием в голоценовой истории Черного моря был прорыв средиземноморских тяжелых вод в новоэвксинский бассейн с опресненной водой каспийского типа. Этот прорыв, состоявшийся около 8000 лет назад, вызвал длинную серию геохимических изменений в воде и осадках». Нижняя граница новоэвксинских слоев, по нашим данным, имеет абсолютный возраст порядка 3450—23 400 лет.

Всего на протяжении нескольких последних лет нами было выполнено около 30 радиоуглеродных анализов (см. табл. 1), причем для проверки ряд образцов дублировался: отдельно анализировались разные роды раковин моллюсков из разновозрастных отложений. Все приведенные выше данные касаются мелководной части Азово-Черноморского бассейна.

Радиоуглеродные анализы глубоководных отложений Черного моря были выполнены по колонкам, отобранным американским научно-исследовательским судном «Атлантис-II» [25].

Возможность сопоставления радиоуглеродных датировок глубоководных и мелководных отложений Азово-Черноморского бассейна иллюстрирует табл. 2. Следует лишь отметить, что глубоководные осадки карангатского времени до сих пор не вскрыты.

В мелководной части Черного моря между новым эвксином и карангатом существовал длительный перерыв, отвечающий посткарангатской регрессии. Приведенные данные хорошо увязываются с рядом датировок по  $C^{14}$  из других районов.

Касаясь корреляции радиоуглеродных датировок верхнечетвертичных морских отложений Черноморского и Каспийского бассейнов нужно отметить, что, по данным И. А. Каплина и др. [8], возраст верхнехвалынской трансгрессии Каспия составляет  $12\,200 \pm 240$  лет, а нижней части новокаспийских отложений —  $6400 \pm 350$  лет, т. е. верхнехвалынская трансгрессия соответствует новоэвксинской, а новокаспийская — древнеазовской (древнечерноморской).

Марков К. К. и Сутова И. А. [9], анализируя данные о гляциоэвстатических изменениях уровня океана в течение четвертичного периода, пришли к выводу, что цифры —110 м (максимальное оледенение) и +10 м (межледниковая эпоха), дающие амплитуду колебания 120 м наиболее приемлемы. Авторы подчеркивают, что «береговые линии, расположенные на 10 м выше или 110 м ниже современного уровня океана являются геократическими [9], если они эвстатические, или их высотное положение обусловлено тектоническими движениями земной коры, следовавшими за образованием береговых линий». Близкую цифру (130 м) падения уровня Атлантического океана дают И. Д. Миллиман и К. О. Эмери [27].

Основываясь на данных более 80 радиоуглеродных датировок из отложений шельфа Атлантического океана, они пришли к выводу, что уровень Атлантического океана в период от 35 000 до 30 000 лет соответствовал современному. Эти данные целиком совпадают с приведенными нами данными по карангатским отложениям Черного и Азовского морей. В результате последующего оледенения, как указывают Миллиман

и Эмери, уровень Атлантического океана понизился на 130 м 16 000 лет назад. Это вызвало понижение уровня Черного моря, т. е. послекарангатскую регрессию.

Голоценовая трансгрессия, по данным Миллимана и Эмери, началась 14 000 лет назад и продолжалась около 7000 лет, т. е. общему повышению уровня мирового океана соответствовала новоэвксинская трансгрессия в Азово-Черноморском бассейне. По данным В. С. Брокера и др. [24], радиоуглеродные датировки образцов донных отложений Атлантического океана показали, что резкое повышение температуры поверхностных слоев дна океана произошло одновременно в разных районах около  $10\,700 \pm 700$  лет назад, что совпадает со серединой новоэвксинской трансгрессии. Очевидно, это вызвало таяние ледников.

Карангатская трансгрессия, видимо, так же соответствует по возрасту межстадиалу гёта-эльв в Швеции, где, по результатам изучения фораминифер и анализа данных по  $C^{14}$  [23], происходила деградация оледенения с последующей трансгрессией моря от 30 000 лет до 26 000. Межстадиал гёта-эльв, в свою очередь, сопоставляется с паудорфом и фармдейлом. По данным этого автора, перерыв в осадконакоплении между 26 000—16 000 лет (т. е. послекарангатская регрессия в Черном море) соответствовал распространению ледникового покрова.

Новоэвксинская трансгрессия соответствует позднему аллереду — верхнему дриасу Западной Европы, так как на основании радиоуглеродных датировок раковин морских моллюсков, проведенных в фиордах Северной Норвегии Холмсом и др. [26], максимум подвижок приходится на интервал от 11 500 до 10 300 лет.

Приведенные нами данные об абсолютном возрасте морских верхнечетвертичных отложений Азово-Черноморского бассейна в ряде случаев расходятся с мнением многих авторов о времени образования этих осадков. Так, еще Н. И. Андрусов высказал лишь предположение о том, что тирренские (карангатские) отложения соответствуют рисс — вюрму, и эта точка зрения господствует до настоящего времени.

Регрессию карангата большинство авторов связывают с вюрмским оледенением, после которого возник опресненный новоэвксинский бассейн. Однако трансгрессия карангата не может быть сопоставлена с рисс-вюрмским интерстадиалом, так как, по мнению большинства палеонтологов, изучавших его фауну моллюсков, это был бассейн с соленостью, близкой к нормальной, а в начале межледниковья должен был быть резкий приток пресных вод с суши. Поэтому фауна моллюсков должна была иметь не солонолюбивый, а солоноватоводный, если не пресноводный характер в таком хотя бы бассейне как Азовское море, контур которого в карангатское время практически не отличался от современного. Трансгрессия карангата, очевидно, связана с тектоническими подвижками, вызвавшими переуглубление Босфора, и поднятием уровня Мирового океана. Эти соображения подтверждаются и приведенными выше новыми данными по корреляции морских и континентальных отложений (вклинивание морских карангатских отложений в верхней части серии лессовидных суглинков Восточного Крыма) и нашими данными по абсолютной геохронологии.

Следует отметить, что Л. А. Невеская и Е. Н. Невеский [12], на основании подсчета мощностей илов и аккумулятивных тел в Каркинитском заливе, пришли к выводу о том, что «в первом приближении можно считать, что окончание карангатской эпохи отделено от нашего времени сроком в 8—9 тыс. лет», т. е. их точка зрения была наиболее, если можно так сказать, «близкой» к полученным нами результатам.

Приведенные геохронологические данные позволяют судить и о темпах эволюции фауны моллюсков во времени. Так, 3 тыс. лет (13 100—9820 лет) — времени существования изолированного новоэвксинского бассейна и обитавших в нем солоноватоводных видов, которые были

общими для Черного и Каспийского морей, было недостаточно для появления новых видов. Эта точка зрения была высказана и Л. А. Невеской, однако период существования новоэвксинского бассейна, вычисленный ею эмпирически, оценивался в 5—10 тыс. лет [12] и несколько десятков тысяч лет [15]. В бугазское время (9000 лет назад) в Черном море в фауне моллюсков появляются первые средиземноморские иммигранты. Моллюсковая фауна Черноморского бассейна отличается от ее средиземноморских предков в пределах видов — на уровне морф и подвидов. Таким образом, для образования таксонов подвидового ранга при миграции из бассейна с нормальной соленостью в бассейн с пониженной соленостью, потребовалось немногим меньше 10 000 лет.

Составленная нами таблица представляет собой первую попытку сопоставления биостратиграфических данных по морским верхнечетвертичным отложениям с данными абсолютной геохронологии. Таким образом, предлагается хроностратиграфическая шкала морских верхнечетвертичных отложений Азово-Черноморского бассейна.

Полученные результаты могут иметь и определенное практическое значение в связи с начавшейся геологической съемкой шельфа Азово-Черноморского бассейна, поскольку они позволяют, выполнив радиоуглеродный анализ органогенных материалов, идентифицировать палеонтологически немые осадки с приведенной шкалой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусов Н. И.— Ежегодник геол. и минерал. России, 1904—1905, 7, 6.
2. Андрусов Н. И.— Изв. Акад. наук, серия 6, 1918, 12, 1.
3. Арсланов Х. А., Громова Л. И. Авт. свид. 1136238/23—4 от 26.IX 1967 г.
4. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическая история Черного моря. Изд. АН СССР, М.—Л., 1938.
5. Величко А. А. Лесс — перигляциал — палеолит на территории Средней и Восточной Европы (для VIII конгресса ИНКВА). М., 1969.
6. Виноградов А. П., Гриненко В. А., Устинов В. И.— Геохимия, 1962, 10.
7. Ильина Л. Б.— История гастропод Черного моря. Изд. АН СССР, М., 1966.
8. Каплин П. А. и др.— В сб.: Проблемы периодизации плейстоцена. Л., 1971.
9. Марков К. К., Суетова И. А.— В сб.: Соврем. проблемы географии, М., 1964.
10. Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., 1948.
11. Невеская Л. А.— ДАН СССР, 1958, 121, 1.
12. Невеская Л. А., Невеский Е. Н.— ДАН СССР, 1961, 136, 5.
13. Невеская Л. А., Невеский Е. Н.— ДАН СССР, 1961, 137, 4.
14. Невеская Л. А.— ДАН СССР, 1962, 143, 5.
15. Невеская Л. А. Позднечетвертичные двусторчатые моллюски Черного моря. «Наука», М., 1965.
16. Пазюк Л. И. и др.— В сб.: Геология побережья и дна Черного и Азовского морей, 5, К., 1972.
17. Серебрянный Л. Р. Радиоуглеродный метод и его применение для изучения палеогеографии четвертичного периода. Изд. АН СССР, М., 1961.
18. Соболевич Э. В., Ковалюх Н. Н., Бондаренко Г. Н.— Геохимия, 1973, 4.
19. Страхов Н. М. Геологическая эволюция Черного моря в голоцене. Международный геохимический конгресс, Тезисы докладов. М., 1971.
20. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. Изд. АН СССР, М., 1963.
21. Шнюков Е. Ф. и др.— В сб.: К геологии акватории Азовского моря. «Наукова думка», К., 1968.
22. Шнюков Е. Ф. и др.— В сб.: Новые данные по геологии, геохимии и минералогии плиоценовых и постплиоценовых отложений акватории Азовского моря. «Наукова думка», К., 1969.
23. Broten F.— Geoloska Förninges i Strockholm Förhandlingar, 1961, 83, 2, 505.
24. Brocker W. S., Kulp J. L.— Bulletin of the geological society of America, 1955, 66, 12, 2.
25. Degens E. T. and Ross D. A.— Chemical geology, 1972, 10, 1.
26. Holmes C. W., Andersen B. G.— Geological Survey Professional Paper, Washington, 1964, 475-D.
27. Milliman J. D. and Emery K. O.— Science, 1968, 162.

Институт геологических наук АН УССР.  
Институт геохимии и физики минералов АН УССР

Статья поступила  
27.VI 1973 г.