

**ГЕОЛОГО-
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
БОЛГАРСКОГО
СЕКТОРА
ЧЕРНОГО МОРЯ**



BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH AND OCEANOLOGY
MOSCOW STATE UNIVERSITY "M. V. LOMONOSOV"
DEPARTMENT OF GEOLOGY
SOFIA UNIVERSITY "CL. OCHRIDSKY"
DEPARTMENT OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

**GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL
RESEARCHES IN THE BULGARIAN
BLACK SEA ZONE**

SOFIA . 1980

PUBLISHING HOUSE OF THE BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ПАВЕЛ Н. КУПРИН (ответственный редактор), ЗДРАВКО К. БЕЛБЕРОВ,
АРКАДИЙ В. КАЛИНИН, ДИНЬО Д. КАНЕВ, ТОДОР И. КРЫСТЕВ

EDITORIAL BOARD:

PAVEL N. KUPRIN (Editor-in-Chief), ZDRAVKO K. BELBEROV,
ARKADIY V. KALININ, DINJO D. KANEV, TODOR I. KRUSTEV

© БАН, Институт морских исследований и океанологии
МГУ, Геологический факультет
СУ, Геолого-географический факультет
1980
с/о, Jusaurot, Sofia

ОБ АБСОЛЮТНОМ ВОЗРАСТЕ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОСАДКОВ ШЕЛЬФА

СЕРГЕЙ Д. НИКОЛАЕВ, ПЕТКО С. ДИМИТРОВ, ПАВЕЛ Н. КУПРИН,
ОЛЕГ Б. ПОРУНИН, ВАЛЕНТИН М. СОРОКИН

Надежность получаемых данных по геологии, палеогеографии и истории развития Черного моря в голоцене на современном уровне исследований определяется прежде всего точностью возрастной привязки изучаемых отложений. В то же время единая общепринятая стратиграфическая схема голоценовых отложений Азово-Черноморского бассейна отсутствуют. Вместо нее обычно используются три схемы: Архангельского и Страхова (1938) для глубоководной части Черного моря. Невесской (1965) для мелководной части Черного моря и схема Едигоряна, Алексиной и Глазуновой (1970) для Азовского моря.

Общим для этих схем является прежде всего выделение новоэвксинских отложений, отвечающих определенному состоянию Черного моря. С момента восстановления в верхнем плейстоцене двусторонней связи со Средиземным морем начинается осолонение Азово-Черноморского бассейна. Оно фиксируется в глубоководной части накоплением в осадках сапропеля и развитием процесса сероводородного заражения, в мелководной — появлением средиземноморских форм фауны, и прежде всего *Cardium edule*.

В мелководной части Черного моря над новоэвксинскими слоями выделяются бугазские, витязевские и каламитские слои, которым в глубоководной части приблизительно соответствуют древнечерноморские отложения, а в Азовском море — бугазские, витязевские и казантипские. Джеметинские отложения мелководной части Черного моря обычно параллелезуются с современными осадками в его глубоководной части и новоазовскими — в Азовском море.

Однако все эти стратиграфические подразделения выделены на основе детального изучения изменений в составе комплексов моллюсков. Смена же видового состава фауны определяется в данном случае сменой условий обитания и в первую очередь изменением солености воды.

Смена экологических условий происходила несинхронно в различных частях Азово-Черноморского бассейна. Например, осолонение заливов и лиманов Черного моря и всего Азовского моря в целом запаздывало по сравнению с глубоководной частью бассейна. Поэтому и объем стратиграфических подразделений, выделенных по однотипным комплексам моллюсков, в

различных районах Азово-Черноморского бассейна различный. Этот эффект запаздывания осолонения более или менее изолированных акваторий довольно значителен и особенно четко виден при изучении изменения изотопного состава кислорода карбоната раковин однотипных и разновозрастных комплексов моллюсков по стратотипическим колонкам Азовского и Черного морей. Например, джеметинский горизонт черноморских отложений соответствует новоазовскому и части казангипского горизонтов в Азовском море. Витязевский горизонт Азовского моря по своему объему шире витязевского горизонта Черного моря (Н и к о л а е в, 1977). В этой связи для сопоставления различных стратиграфических схем позднечетвертичных отложений особенно большое значение имеет определение их абсолютного возраста радиоуглеродным методом. Эти определения по разрезам осадков Черного и Азовского морей проводились неоднократно. Первыми были данные В и н о г р а д о в а и его сотрудников (1962), полученные по нижним частям сапропелевого слоя древнечерноморских отложений. Было установлено, что в прибоксфорском глубоководном участке накопление сапропелевого слоя началось 9350 ± 220 , на восточной окраине глубоководной котловины — 8000 ± 260 и в прикрымском районе — 7510 ± 240 лет тому назад.

Позднее американскими исследователями (D e g e n s, R o s s, 1972) начало осолонения определялось в 9000 лет, начало сероводородного заражения — в 7000 лет. Для нижней части современных отложений, выраженной кокколитовыми илами, ими получена цифра в 3000 лет. Близкие значения абсолютного возраста для тех же горизонтов приводятся Ш и м к у с о м с сотрудниками (1977, 1978).

В мелководных зонах Азовского моря В. Н. Семененко и Н. Н. Ковалюх верхнюю границу новозвксинских отложений датируют возрастом в 9280 лет, верхнюю границу бугазского слоя — 6200, а нижняя граница новоазовских отложений имеет возраст 3450 лет. Щ е р б а к о в с сотрудниками (1978) для внешней зоны шельфа Черного моря в районе Южного Крыма получили для кровли новозвксинских слоев значение около 8,5 тыс. лет, а для вышележащих переходных слоев — около 6,8 тыс. лет.

Во время первой болгарско-советской экспедиции на НИС „Московский Университет“ в 1977 году для радиоуглеродного датирования был отобран раковинный материал со станции 52, расположенной на внешней зоне шельфа НРБ. Координаты станции — $\varphi=43^{\circ}10'$ с.ш., $\lambda=28^{\circ}42,2'$ в.д., глубина моря 110 м.

Колонкой был вскрыт значительно редуцированный разрез осадков (снизу вверх). В интервале 70—35 см залегает глинистый ил, сменяющийся песчанистым алевроитом и песком с ракушей из *Dreissena polymorpha* и *Monodacna caspia*. Верхняя часть интервала — 35—32 см — сложена раковинами и раковинным детритом из тех же видов, с песком. Интервал 32—27 см представлен глинистым песком с большим количеством целой и битой ракушки из *Mytilus galloprovincialis*, *Dreissena polymorpha*, *Cardium edule*, *Monodacna caspia*. На глубине 27—21 см залегает темно-зеленый рыхловатый ил с размягченными раковинами, состоящими преимущественно из *Mytilus galloprovincialis*. Ил обогащен буроватым сапропелем, образующем местами тонкие прослойки.

Интервал 20—15 см складывается зеленоватым вязким глинистым илом с раковинами *Mytilus galloprovincialis* и небольшим количеством *Modiolus phaeolinus*. На глубине 15—5 см находится серый глинистый ил с большим ко-

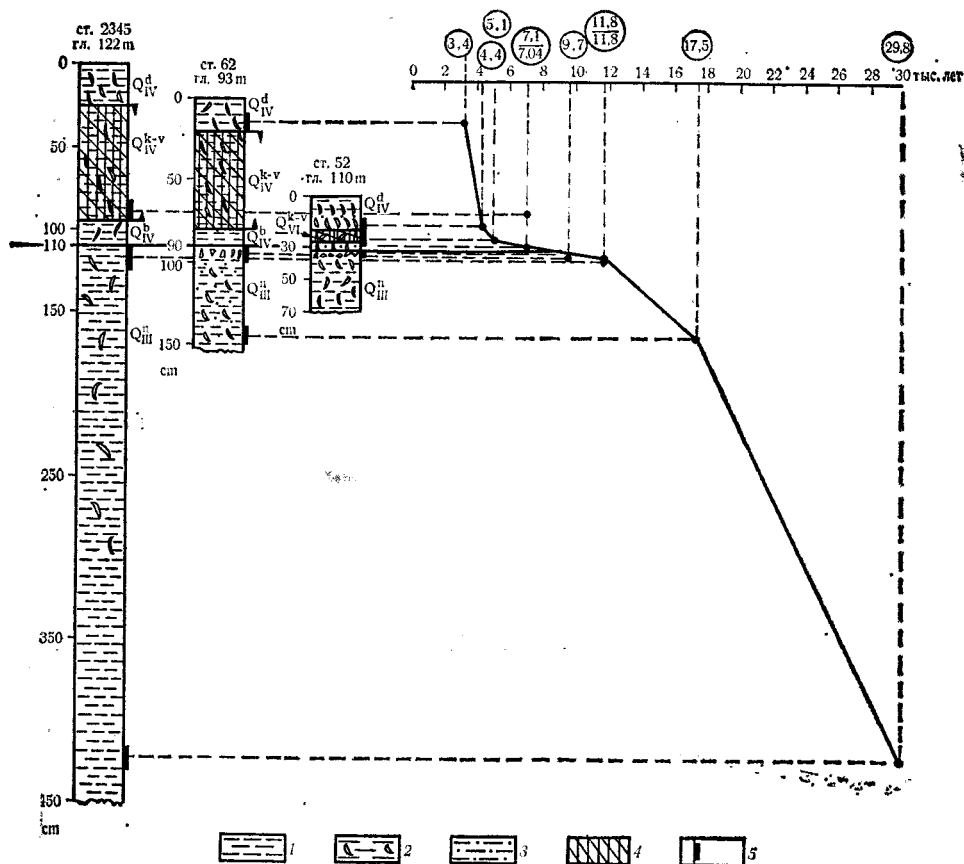


Рис. 1. Результаты изучения абсолютного возраста позднечетвертичных отложений
Колонка: 1 — илы глинистые; 2 — илы глинистые с раковинами моллюсков; 3 — илы песчано-глинистые; 4 — илы глинисто-сапропелевые; 5 — места отбора образцов; возраст отложений: Q^d_{IV} — джеметинские слои; Q^{k-v}_{IV} — каламитско-витаевские слои нерасчлененные; Q^b_{IV} — бугазские слои; Qⁿ_{III} — новозвксинские слои; цифрами в кружках обозначен абсолютный возраст изученных образцов в тысячи лет

личеством раковин *Modiolus phaseolinus*, причем около 15 см от дна фиксируется горизонт ракуши из модиолусов. Самый верхний слой — 5—0 см представлен светло-серым илом с большим количеством раковин *Modiolus phaseolinus*. Нижний слой (до 32 см) отнесен нами к новозвксинскому горизонту. Выше, в интервале 32—20 см, залегают древнечерноморские слои, сменяющиеся современными слоями (15—0 см); между 20 и 15 см выделяется переходный от древнечерноморских к современным слой осадков. Стратиграфическое расчленение и характеристика разреза осадков показаны на рис. 1.

Для радиоуглеродного анализа были отобраны раковины моллюсков из интервалов 13—20 см (МГУ—667), 20—27 см (МГУ—677), 27—30 см (МГУ—676) и 32—35 см (МГУ—675). Анализ проводился в Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ.

Во избежание возможного изотопного обмена углерода с атмосферной углекислотой сразу после взятия колонки образцы были герметично запаены

в полиэтиленовые пакеты. Непосредственно перед анализом раковины отмывались от ила дистиллированной водой, не содержащей углекислоты.

Радиоуглеродное датирование проводилось жидкостно-сцинтилляционным методом. В качестве счетного вещества использовался бензол, синтезированный из образцов. Двадцать процентов поверхностного слоя исследуемых раковин удалялось обработкой разбавленной соляной кислотой с целью очистки от возможных поверхностных загрязнений.

Измерение активности углерода проводилось на низкофоновом сцинтилляционном счетчике. В качестве стандарта современной активности использовался активированный бензол с коэффициентом пересчета на международный стандарт активности — 95% щавелевой кислоты NBS, равный 0,1992. При вычислении возраста использовался период полураспада ^{14}C , равный 5730 лет.

Для уточнения получаемых дат было проведено определение содержания родиюглерода в раковинах современных моллюсков, обитающих в Варненском заливе. Образцы современных раковин (были использованы *Mytilus galloprovincialis*) оказались обедненными родиюглеродом и дали кажущийся возраст, равный 1040 годам (с отсчетом от 1950 г.). Связано это с двумя причинами. Во-первых, обмен углекислоты атмосферы с углекислотой, растворенной в воде, затруднен, и поэтому водные организмы используют уже частично распавшийся родиюглерод. Во-вторых, морская абразия и речные воды выносят определенное количество нерадиоактивного углерода из размываемых древних отложений, что еще более усиливает эффект „удревнения“ современных раковин. Следовательно даты, полученные на основании определения родиюглерода в образцах, удревнены на 1040 лет и требуют введения поправки. Полученные результаты приведены в табл. I.

Интерпретация полученных данных (рис.1) позволяет получить возраст границ стратиграфических горизонтов. Если по оси абсцисс отложить возраст, по оси ординат — расстояние от дна, то наклон прямой, соединяющей возрастные точки, будет зависеть от скорости осадконакопления. Тем самым, исходя из постоянства средней скорости осадконакопления (около 3,9 см тыс./лет), можно определить возраст любого интересующего отрезка колонки.

Справедливость предположения постоянства скорости осадконакопления подтверждается тем, что все (кроме одной) возрастные точки лежат на одной прямой, проходящей через начало координат.

Несколько заниженный возраст образца МГУ-677 объясняется, вероятно, вторичными изменениями карбонатного материала: горизонт, из которого взяты раковины, обогащен органическим веществом, и раковины были частично размягчены.

Таблица 1

Результаты радиоуглеродных определений абсолютного возраста раковин моллюсков по колонке 52

Горизонт колонок, см	Индекс и номер образца	Возраст (лет) и аналитическая точность	Возраст с поправкой на 0-момент
13—20	МГУ-667	5430 ± 65	4390
20—27	МГУ-677	6150 ± 70	5110
27—30	МГУ-676	8080 ± 200	7040
32—35	МГУ-675	9660 ± 70	8620

Как следует из приведенных материалов, верхняя граница новоэвксинских отложений приходится на 8,2 тыс. лет. Исходя из того, что верхняя часть новоэвксинских отложений представлена песчанистыми отложениями с обильной битой ракушей, можно предположить размыв в верхней части этих отложений. Однако, если он и был, то, судя по данным абсолютного возраста, перерыв не мог быть сколько-нибудь продолжительным. Граница между переходными слоями и „древним мидиевым илом“ имеет возраст около 6,9 тыс. лет.

Положение границы между современными (джеметинскими) и древне-черноморскими (каламитскими) отложениями менее определено. Если проводить ее по времени первого появления *Modiolus phaseolinus*, то она будет располагаться на 20—21 см и отвечать 5 тыс. лет. Если границу проводить по моменту полного исчезновения *Mytilus galloprovincialis*, что пожалуй более правильно, то она должна располагаться на уровне 15—16 см от верха колонки и соответствовать 3,8—4 тыс. лет.

В дополнение к полученным результатам был изучен абсолютный возраст отложений колонок станций 62 (глубина моря 93 м, $\varphi=42^{\circ}25,5'$ с.ш.: $\lambda=28^{\circ}17,2'$ в. д.) и 2345 (глубина моря 122 м, $\varphi=42^{\circ}24,2'$ с. ш.: $\lambda=28^{\circ}19'$ в. д.).

Станция 62 вскрыла в основном терригенный разрез позднечетвертичных отложений (снизу вверх). Интервал 150—90 см представлен песком с ракушей, главным образом дрейссенами. В верхней части интервала (со 105 см) залегает песчанистый ил с раковинами *Dreissena rostriformis*. Эти отложения в интервале 90—80 см сменяются глинистым илом с песком и ракушей. Наиболее распространены митилусы, дрейссены и монодакны. Выше (80—0 см) располагается глинистый ил с раковинами *Mytilus galloprovincialis*, с глубины 20 см сменяющимся *Modiolus phaseolinus*. Нижний интервал — 150—90 см — отнесен нами к новоэвксинскому горизонту. Нижняя граница современных (джеметинских) отложений проводится в колонке 62 на глубине 20 см от дна.

Осадки станции 2345 представлены глинистым илом с ракушей. Длина колонки — 450 см. Стратиграфическое расчленение колонки, проведенное на основе смены фауны моллюсков, позволяет установить следующие границы горизонтов: новоэвксинского — 450—110 см, переходного (бугазского — 110—95 см, древнего мидиевого ила (витязевско-каламитского) — 95—25 см. Вышележащие осадки отнесены к современному (джеметинскому) горизонту.

Для определения абсолютного возраста были отобраны раковины колонки 62 из новоэвксинского горизонта (инт. 150—140 и 110—90 см) и джеметинского (20—10 см). В колонке 2345 отобраны раковины из новоэвксинского (инт. 440—420 см и 125—110 см) и из низов витязевско-каламитского (инт. 85—95 см) горизонтов. Радиоуглеродные определения проводились в отделе физико-геологических исследований Института океанологии АН СССР и в лаборатории абсолютного возраста Вудхолского океанографического института, США (табл. 2). Как следует из этих данных, возрастные определения по колонкам станций 62 и 2345 хорошо укладываются в прилагаемую схему.

Таким образом, результаты изучения абсолютного возраста донных отложений с внешнего края болгарского шельфа Черного моря позволили установить границы стратиграфических горизонтов голоцена в изученном районе.

Верхняя граница новоэвксинских отложений имеет возраст 8,0—9,0 тыс. лет, переходных (бугазских) — около 7 тыс. лет, древнего мидиевого ила (витязевско-каламитского) — 3,5—4,0 тыс. лет. Следует подчеркнуть, что данные по абсолютному возрасту границ отдельных слоев позднечетвертичных

Таблица 2

Результаты радиоуглеродных определений абсолютного возраста раковин моллюсков по колонкам 52, 62 и 2345

Станция	Интервал, см	Возраст (лет) и аналитическая точность	Геологический возраст	Лаборатория, определившая возраст	Индекс и номер образца
52	13—20	4390 ± 65	Q_{IV}^{d-k}	МГУ (СССР)	МГУ-667
52	20—27	5110 ± 70	Q_{IV}^k	МГУ (СССР)	МГУ-677
52	27—30	7040 ± 200	Q_{IV}^v	МГУ (СССР)	МГУ-676
52	32—35	8620 ± 70	Q_{III}^n	МГУ (СССР)	МГУ-675
62	10—20	3450	Q_{IV}^d	Вудс Хол (США)	2. 426
62	90—100	11430 ± 330	Q_{III}^n	ИОАН (СССР)	ИОАН-787
62	140—150	17180 ± 300	Q_{III}^h	ИОАН (СССР)	ИОАН-
2345	85—95	6880 ± 260	Q_{IV}^k	Вудс Хол (США)	2. 430
2345	110—125	11590 ± 240	Q_{III}^n	ИОАН (СССР)	ИОАН-791
2345	420—440	29100 ± 680	Q_{III}^n	ИОАН (СССР)	ИОАН-165

отложений различных районов Черного моря, приведенные в работах Ш и м к у с а и др. (1977, 1978), Щ е р б а к о в а и др. (1977, 1978), D e g e n s, R o s s (1972) и др., также указывают, что завершение новоэвксинского этапа развития, накопление сапропелевых илов в сероводородное заражение Черного моря началось 8—9 тыс. лет тому назад.

Средняя скорость осадконакопления за последние 8—9 тыс. лет на краю болгарского шельфа колеблется от 3,9 до 13,4 см/1000 лет, и изменения ее были обусловлены гидрологическими причинами.

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский, А. Д., Н. М. Страхов. 1938. Геологическое строение и история развития Черного моря. М., АН СССР. 226 с.
- Виноградов, А. П., В. А. Гриненко, В. И. Устинов. 1962. Изотопный состав соединений серы в Черном море. — Геохимия, 10, 851—873.
- Едигорян, З. П., И. А. Алексина, К. Н. Глазунова. 1970. Стратиграфия верхнечетвертичных отложений дна Азовского моря. — Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода, 37, 47—54.
- Невеская, Л. А. 1965. Позднечетвертичные двусторчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. М., Наука. 319 с.
- Николаев, С. Д. 1977. Корреляция голоценовых отложений Черного и Азовского морей по изотопно-кислородным данным. — В: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М., Наука. 141—149.
- Семеновенко, В. Н., Н. Н. Ковалюх. 1973. Абсолютный возраст верхнечетвертичных отложений Азово-Черноморского бассейна по данным радиоуглеродного анализа. — Геолог. журн. XXXIII, вып. 6, 97—102.
- Шимкус, К. М., А. В. Комаров, И. В. Гракова. 1977. К стратиграфии глубоководных верхнечетвертичных осадков Черного моря. — Океанология (М.), XVII, вып. 4, 675—678.
- Шимкус, К. М., А. Ю. Митропольский, Н. Н. Ковалюх. 1978. Новые данные по геохронологии осадков Черного моря и скоростям осадконакопления. — Геолог. журн. 38, 7, 44—53.
- D e g e n s, E. T., D. A. R o s s. 1972. Chronology of the Black Sea over the last 25 000 years. — Chemical geology, 10, 1, 1—16.

ON THE ABSOLUTE AGE OF THE UPPER-QUATERNARY DEPOSITS OF THE SHELF

SERGEY D. NIKOLAEV, PETKO S. DIMITROV, PAVEL N. KUPRIN,
OLEG B. PORUNIN, VALENTIN M. SOROKIN

(Summary)

The article presents the radiocarbon datings of samples from Upper-Quaternary deposits taken along the sections of three columns. The latter are situated along the peripheral part of the shelf and its boundary with the continental slope. In all instances the determinations were made on the shells of molluscs. The Djemetin and the Kalamit layers are characterized both by two samples, the Bourgas layers by one sample, and the Novoluxine layers by five samples.

The beginning of the accumulation of the Djemetin layers was determined at 3,800—4,000 years, the Kalmit-Vityaz layers at 6,900—7,100 years, and the Bourgas layers (the entire Holocene as well) at 9,000—9,700 years.

An overflow of the upper parts of the Novoluxine deposits was established during the time interval of 11,800 to 9,700 years. The correlation dependence has been shown between the absolute age of the stratigraphic subdivisions and their thickness, and references have been made of the differences in the rates of the Upper-Quaternary sedimentation which are characteristic for each column investigated.