

УДК 561.26:551.89(262.5)

А.П. ОЛЬШТЫНСКАЯ¹, Ю.А. ТИМЧЕНКО²

¹Ин-т геологических наук НАН Украины,
ул. Олесь Гончара, 55-б, 01601 Киев, Украина
e-mail: ol-lesia@mail.ru

²Киевский национальный ун-т им. Тараса Шевченко,
ул. Васильковская, 90, 03022 Киев, Украина
e-mail: maeotica@ukr.net

ИСКОПАЕМЫЕ ГОЛОЦЕНОВЫЕ ДИАТОМОВЫЕ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ, УКРАИНА

Впервые исследованы комплексы ископаемых диатомовых водорослей из донных осадков голоценового возраста прибрежной части Каркинитского сектора Черного моря. Получены новые данные о биоразнообразии диатомей. Прослежена вертикальная последовательность изменения таксономического состава и экологической структуры комплексов на протяжении голоценового времени. Реконструированы палеоэкологические обстановки двух участков прибрежной акватории.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, Черное море, донные осадки, голоцен.

Введение

Изучение ископаемых микроводорослей с кремневым скелетом (диатомовых, диктиоховых, эбридиевых) из донных осадков различных бассейнов является актуальной задачей как альгологии, так и палеонтологии. Прочные панцири диатомей и силикофлагеллат, как правило, длительное время сохраняются в ископаемом состоянии, позволяя не только проследить последовательные трансформации таксономического состава их сообществ во времени и источники происхождения современной биоты, но и пополнить сведения о биоразнообразии этих групп. Сравнение ассоциаций кремнистых микроводорослей из осадков различных возрастных уровней и экотопов дает возможность оценить их реакцию на меняющиеся условия внешней среды и воздействие абиотических факторов.

На протяжении позднего плейстоцена и голоцена (последние 10 тыс. лет) границы акватории Черного моря существенно изменялись. В мелководных и прибрежных участках северо-западного шельфа это приводило к смене континентальных условий лагунно-лиманными, лиманно-морскими, морскими и существенно отражалось на сочетаниях экологических групп диатомей. Изучение диатомей и силикофлагеллат из голоценовых осадков Каркинитского залива позволяет реконструиро-

© А.П. Ольштынская, Ю.А. Тимченко, 2013

ISSN 0868-8540. Альгология. 2013. Т. 23. № 3

341

вать палеоэкологические обстановки прибрежных акваторий и положение границы суша–море в позднечетвертичное время.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили образцы донных осадков из трех разрезов, расположенных на двух участках Каркинитского сектора Черного моря: в северной части залива вблизи о-ва Джарылгач и в районе мыса Тарханкут (рис. 1).



Рис. 1. Карта фактического материала

Извлечение кремнистых панцирей выполнено стандартным методом обработки пород для ископаемых диатомей (Диатомовые ..., 1974). Микроскопические исследования диатомей проводили при помощи светового микроскопа Olimpus CX4 и сканирующих электронных микроскопов JEOL 6490LV и JEOL NeoSCOP JSM-5000.

Для интерпретации палеоэкологических обстановок применяли методику расчета соотношений экологических групп диатомовых водорослей (Vos, De Wolf, 1988, 1993, 1994), согласно которой по разрезу прослеживаются вертикальные последовательности (сукцессии) видового состава диатомей и их экологических групп.

Экологические группы выделялись по формам существования организмов и по галобности. Тренды изменения процентных соотношений различных групп вверх по разрезу (вертикальная последовательность) положены в основу оценки характера и направленности трансформации палеоэкологических обстановок.

Результаты и обсуждение

1. Северная часть Каркинитского залива. Двумя скважинами вблизи о-ва Джарылгач (глубина моря 13,1 и 14,5 м) были раскрыты голоценовые и подстилающие их верхнеплейстоценовые отложения, содержащие остатки диатомей (рис. 2).

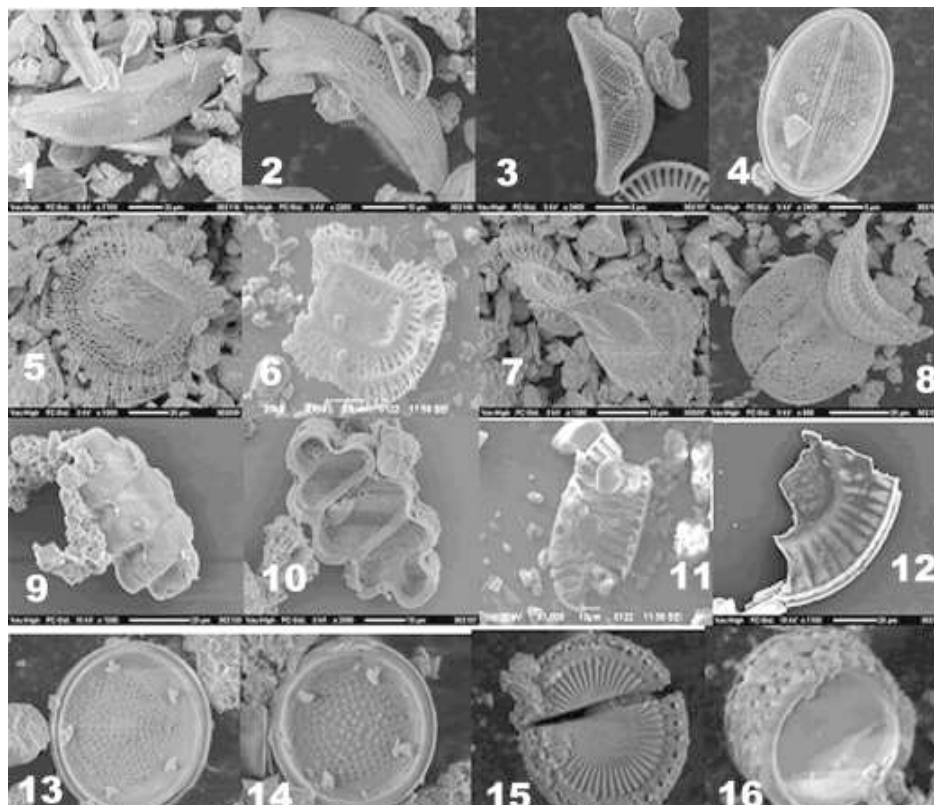


Рис. 2. Диатомовые водоросли верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений вблизи о-ва Джарылгач (СЭМ): 1, 2 – *Epithemia turgida* (Ehrenb.) Kütz; 3 – *E. sorex* Kütz; 4 – *Cocconeis placentula* Ehrenb.; 5–7 – *Campylodiscus daemelianus* Grunow; 8 – *C. echeneis* Ehrenb.; 9, 10 – *Terpsinol americana* (Bailey) Ralfs; 11 – *Surirella maeotica* Pant.; 12 – *Campylodiscus clypeus* Ehrenb.; 13, 14 – *Actinocyclus octonarius* Ehrenb.; 15, 16 – *Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve

В кровле верхнеплейстоценового горизонта обнаружены обильные и таксономически разнообразные (более 20 родов), преимущественно бентосные диатомеи. Многие тонкостенные створки раздроблены. Численно преобладают виды (%): *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb. (28–38), *E. turgida* (9–17), *E. sorex* (5–9), *Cocconeis placentula* (10–14), менее многочисленны *Anomooneis sphaerophora* (Ehrenb.) Pfit. (2–6), *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll. (3–4), *Rh. gibberula* (Ehrenb.) O. Müll. (3), *Navicula oblonga* Kütz. (3), *Tryblionella gracilis* W. Sm. (1–2), *Cymbella cymbiformis* Agardh (1–2), *C. cistula* (Hemp.) Kirch. (1), *C. ehrenbergii* Kütz. (1), *Ulnaria*

ulna (Ehrenb.) Comp. (1), *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (1). Доминирующие здесь эпифиты составляют около 76 % всех сохранившихся створок. Преобладают пресноводные (59 %) и солоноватоводно-пресноводные (14 %) таксоны, встречаются солоноватоводно-морские (3 %) и морские.

Такая ассоциация характерна для мелководных условий с низким уровнем солености (0,1–0,5 ‰). Обилие эпифитов указывает на низкодинамичные обстановки, обычные в пресноводных или распресненных морских лагунах, запрудах, озерах, старицах или каналах (Vos, De Wolf, 1988, 1993). В таких обстановках развивается эпипелон, составляющий в наших комплексах до 13 % и представленный солоноватоводными и пресноводными видами. Участие планктона здесь незначительно, до 2 % (рис. 3). Присутствие солоноватоводно-пресноводных аэрофилов (1 %) может указывать на заболачивание. Смешение автохтонных эпифитных, эпипелических и аэрофильных экологических групп свидетельствует о существовании в конце плейстоцена сильно распресненного залива (лимана или лагуны), но с соленостью, достаточной для развития на глинистом грунте солоноватоводного эпипелона. В кровле слоя несколько уменьшается доля морских и увеличивается число пресноводных эпифитов, указывая на усилившийся приток пресной воды на границе плейстоцена и голоцена.

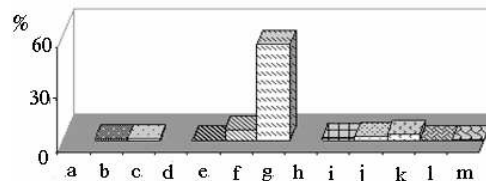


Рис. 3. Соотношение экологических групп диатомей в кровле верхнеплейстоценового горизонта (интервал отбора 17,5 м). Здесь и на рис. 4–6 буквами обозначены экологические группы. Планктон: а – морской, б – солоноватоводно-пресноводный, с – пресноводный; эпифиты: d – морские, e – морские-солоноватоводные, f – солоноватоводно-пресноводные, g – пресноводные; эпипелон: h – морской, i – морской-солоноватоводный, j – солоноватоводно-пресноводный, k – пресноводный; аэрофилы: l – морские-солоноватоводные, m – солоноватоводно-пресноводные

Выше по разрезу, в подошве бугазских отложений нижнего голоцена (8–9 тыс. лет назад) комплекс представлен (%): *Anomooneis sphaerophora* (26), *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenb. (24), *Epithemia turgida* (10), *E. adnata* (6), *Caloneis westii* (W. Sm.) Hend. (7), *C. latiuscula* (Kütz.) Cleve (3), *C. permagna* (Bail.) Cleve (2), *Campylodiscus clypeus* (4), *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. (3), *Navicula oblonga* (3), *Cymbella ehrenbergii* (2), *Tryblionella gracilis* (2), *Cocconeis placentula* (1). Эта ассоциация существенно отличается от нижележащей соотношением экологических групп (рис. 4). Доля эпипелона возрастает до 52 %, в т.ч. солоно-

ватоводно-пресноводного 28 %, солоноватоводно-морского до 14 % и пресноводного до 10 %; большинство видов – эвригалобы, но в целом состав эпипелона отражает повышение солености воды. Вторая по значимости экологическая группа – солоноватоводно-пресноводные аэрофилы (до 25 %). Группа эпифитов – менее 20 %, среди них доминируют пресноводные таксоны. Повышение солености сказалось на увеличении солоноватоводно-пресноводного планктона до 2 % и появлении морских видов (см. рис. 4).

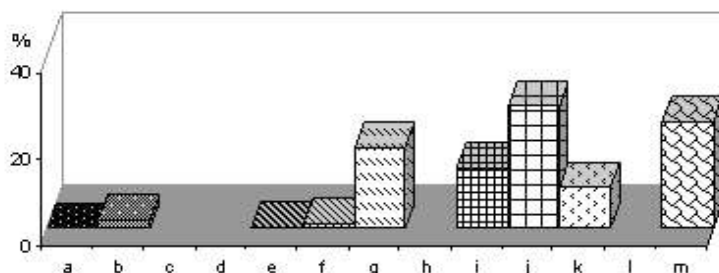


Рис. 4. Соотношение экологических групп диатомей в подошве бугазского горизонта нижнего голоцена (интервал отбора 16,1 м)

Такое соотношение автохтонных эпифитных, эпипелических и аэрофильных экологических групп характерно для мелководных прибрежных, периодически осушаемых водоемов (Vos, De Wolf, 1993). Обстановки существовавшего здесь в конце плейстоцена распресненного залива изменились: в бугазское время периодическое заболачивание чередовалось с временным поднятием уровня воды. Это подтверждается и присутствием в осадках полуразложившихся растительных остатков. Видовой состав эпипелона характерен для мелководной зоны с достаточно чистой водой (Vos, De Wolf, 1988). В комплексе присутствуют виды, толерантные как к солоноватоводно-морским, так и пресноводным условиям. Такие обстановки характерны для узких заливов, эстуариев и лагун.

Выше по разрезу в ниже- и среднеголоценовых отложениях встречены обедненные, таксономически однообразные ассоциации, в которых доминируют виды рода *Campylodiscus* ("кампилодискусовые" комплексы). Суммарная доля трех видов – *C. echeneis*, *C. daemelianus* и *C. clupeus* – составляет в разных слоях от 88 до 95 %; в основном они и формируют группу солоноватоводно-морского эпипелона. Доля эпифитов составляет около 2–3 %, доля планктонных и тихопелагических видов – 2–4 %. Преобладание автохтонного солоноватоводно-морского эпипелона при относительно низкой численности эпифитов характерно для отложений илистых равнин, где макрофиты, как правило, отсутствуют (Vos, De Wolf, 1993).

Видовой состав и экологический характер "кампилодискусовых" комплексов из осадков нижнего и среднего голоцена различен.

В более раннем из них (нижняя часть витязевских отложений, около 7 тыс. лет назад) доля пресноводных эпифитов и эпипелона несколько выше, что указывает на приток в лагуну в это время пресной воды. Основной состав комплекса (%): *Campylodiscus echeneis* (27–74), *C. clypeus* (16–39), *C. daemelianus* (4–31), *Epithemia adnata* (до 7), *E. turgida* (1–3), *Rhabdonema* sp. (9), *Surirella striatula* Turp. (до 6), *Amphora proteus* Greg. (до 3), *Anomoeoneis sphaerophora* (2–3), *Cumatopleura elliptica* W. Sm. (до 2), *Actinocyclus octonarius* (до 2), *Diploneis domblittensis* (Grunow) Cleve (1–2), *Caloneis westii* (1), *Cyclotella meneghiniana*, *Chaetoceros* sp., *Tryblionella gracilis*, *Ellerbeckia arenaria* (Moore ex Ralfs) Crawford, *Achnanthes brevipes* Agardh, *Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve.

Среди тихопелагических видов присутствует представитель современной океанической литорали *Terpsinol americana*, не отмечавшийся прежде в четвертичных осадках Черного моря, но известный в отложениях миоцена, особенно нижнего и верхнего сармата (Макарова, Козыренко, 1966; Kozyrenko, 2006). Этот вид обитает в солоноватых и морских водах современных субтропической и тропической зон; область его распространения ограничена преимущественно побережьями (литоралью) и устьями рек (Witkowski, 1991, 2000). В голоценовых осадках Балтийского моря присутствие вида *T. americana* является биостратиграфическим маркером атлантического климатического оптимума (Witkowski, 1991), его появление в Балтике связывают с голоценовой литориновой трансгрессией (Risberg, 1986; Grönlund, 1993).

Группа солоноватоводно-морского эпипелона, характерная для вод с соленостью 5–17 ‰, могла сформироваться в условиях узких заливов, эстуариев и лагун (Vos, De Wolf, 1988). Соотношение экологических групп диатомей указывает на существование в описываемом районе на протяжении раннего голоцена условий, характерных для солоноватоводно-морского залива (лагун) или илистой равнины.

В кровле витязевских и в вышележащих среднеголоценовых каламитских отложениях (древнее 3,5 тыс. лет) экологический характер диатомей несколько иной: более 90 % составляют солоноватоводно-морской и морской эпипелон, в планктоне исчезают пресноводные элементы (рис. 5). Таксономический состав комплексов беднее, чем в нижележащем слое: преобладают *Campylodiscus echeneis* (34–54), *C. daemelianus* (9–52), *C. clypeus* (4–39), встречены *Terpsinol americana* (до 3–4), *Grammatophora marina*. (до 2–4), *Paralia sulcata* (до 2), *Diploneis bombus* Ehrenb. (до 1–3), *Achnanthes brevipes* (до 1–2), *Tryblionella punctata* W. Sm. (до 1), *Anomoeoneis sphaerophora*, *Cumatopleura elliptica*, *Actinocyclus octonarius*, *Surirella maeotica*, *S. striatula*. На всех уровнях этой части разреза присутствуют *T. americana* и солоноватоводно-морской *S. maeotica*, известный из отложений сармата, мэотиса и плиоцена Черноморского региона (Макарова, Козыренко, 1966) и не упоминавшийся ранее для четвертичных осадков.

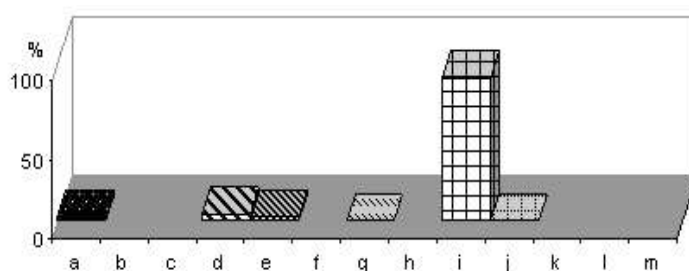


Рис. 5. Соотношение экологических групп диатомей из каламитского горизонта среднего голоцена (интервал 2,39 м)

Состав диатомей указывает на то, что в витязевское время при сохранении условий солоноватоводно-морского залива (лагуны) приток пресных вод уменьшился. Увеличение аллохтонной составляющей в кровле этого слоя осадков свидетельствует о более динамичном режиме и поступлении морских вод.

Вернеголоценовые джеметинские отложения (моложе 3,5 тыс. лет) содержат значительно более разнообразный комплекс диатомей (представители 22 родов), который по соотношению экологических групп (рис. 6) существенно отличается от нижележащих. Морской планктон составляет более 63 %; доля эпипелона уменьшилась почти до 26 %, доминируют солоноватоводно-морские виды. Число эпифитов в сравнении с подстилающим горизонтом несколько возросло, преобладают формы солоноватоводно-морские.

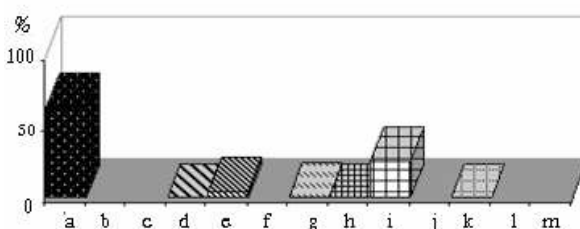


Рис. 6. Соотношение экологических групп диатомей из джеметинского горизонта (верхний голоцен) (глубина 2 м)

Видовой состав диатомей изменился и в комплексе заметно преобладание прибрежно-морских видов: *Actinocyclus octonarius* – 46 %, *A. subtilis* (Greg.) Ralfs – 7, *Paralia sulcata* – 10, *Diploneis bombus* и *Campylodiscus echeneis* – по 7 %, *C. daemelianus* и *D. smithii* (Bréb. ex W. Sm.) Grunow – по 2 %, *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O. Müll. – 4, *Thalassiosira eccentrica* и *Tryblionella punctata* до 3 %, *T. granulata* (Grunow) D.G. Mann – 1 %.

Солоноватоводно-морской эпипелон обычно характерен для узких заливов и устьев рек с соленостью воды 5–17 ‰. Морской планктон представляет собой аллохтонную группу, формирующуюся при солоно-

сти 15–17 % в обстановках морской литорали и приливных каналов (Vos, De Wolf, 1988). Доминирование морского планктона и тихопланктона характерно для приливных участков мелководья, где аллохтонная составляющая господствует над бентосом. Преобладание планктона до 60 % типично для лагун с приливами низкого уровня (Vos, De Wolf, 1994).

Вероятно, активный приток морских планктонных и тихопелагических видов в ранее обособленный от открытого моря залив был вызван повышением уровня моря в конце голоцена.

Изменение соотношений экологических групп в комплексах диатомей снизу вверх по разрезу свидетельствует о последовательной трансформации условий их существования. Появление или исчезновение определенных видов дает возможность судить о характере абиотических изменений и сопоставлять их с одновозрастными палеогеографическими событиями в других водоемах.

Палеоэкологические обстановки позднего плейстоцена, характерные для низкодинамичных мелководных водоемов с низким уровнем солености, возникающие в пресноводных озерах, старицах или устьях рек, в голоцене изменились. Начавшееся с бугазского времени заметное осолонение привело в середине витязевского времени к установлению вблизи о. Джарылгач условий, типичных для мелководных морских заливов, частично отделенных от моря, и сказалось на составе микроводорослевых ассоциаций. Диатомеи этих осадков представлены преимущественно группами солоноватоводно-морского и морского эпипелона. Комплексы на 64–95 % состоят из трех видов рода *Campylodiscus* в различных сочетаниях. Им свойственно не только крайне низкое видовое разнообразие, но и преобладание грубопанцирных створок, а также значительная их раздробленность.

Экологические условия существования трех видов рода *Campylodiscus*, составляющих основу "кампилодискусовых" комплексов нижнего и среднего голоцена, сходны. Это мезогалобы, алкалифилы, бореальные виды (Гусяков и др., 1992). Особенно сходные условия характерны для *C. echeneis* и *C. chlypeus*.

В украинском секторе Черного моря *C. echeneis* и *C. daemelianus* встречаются на илисто-песчаных грунтах в Тендровском, Джарылгачском заливах, у берегов Крыма, в Шаболатском, Днестровском и Сухом лиманах (Гусяков и др., 1992), изредка на илистом грунте, в верховье Севастопольской бухты и близ устья р. Дунай (Прошкина-Лавренко, 1963), а также в Суджукской лагуне у входа в Новоросийскую бухту (Прошкина-Лавренко, 1963). В территориальных водах Румынии *C. echeneis* вместе с *C. daemelianus*, обитают в дельте и дельтовых озерах Дуная, в литоральных озерах Добруджи, в морской воде на открытой литорали и в придельтовых участках (Cărăuș, 2002). В Черном море *C. chlypeus* встречается у берегов Румынии, обилен в озерах и ручьях дельты Дуная (Cărăuș, 2002). Вид *C. daemelianus* присутствует в современной диатомовой флоре Черного, Каспийского и Азовского

морей (Прошкина-Лавренко, 1963), в Каспийском море он является реликтом Понто-Каспийского бассейна (Karajeva, Makarova, 1973). Недавно вид обнаружен в соленых озерах Крыма (Бакальское озеро и Камыш-Бурунский пляж), где он указан как солоноватоводно-морской, типичный для морских заливов и лиманов (Неврова, Шадрин, 2005).

Подобные комплексы солоноводных лагунных диатомей с доминированием грубопанцирных видов рода *Campylodiscus* характерны также для межледниковых отложений Европы и Азии: гольштейнских (Северная Франция) (Vanhoorne, Denys, 1987), росс-вюрмских (Дальний Восток) (Короткий и др., 2005, 2006), голоценовых (Балтийское море) (Кессел, Раукас, 1988; Witkowski, 1991; Grönlund, 1993).

Условия существования кремнистых микроводорослей в позднем голоцене изменились, что подтверждается сменой видового состава и увеличением разнообразия диатомей из джеметинских осадков. Доминирование аллохтонных экологических групп свидетельствует о повышении уровня моря в конце голоцена.

2. Район мыса Тарханкут является вторым исследованным участком в прибрежной части Каркинитского сектора Черного моря. Современная глубина моря составляет 58 м. Из голоценовых отложений северо-западнее мыса Тарханкут изучались диатомовые и силикофлагеллаты. Панцири кремнистых микроводорослей содержатся во всех исследованных образцах слоя осадков мощностью 114 см. Определено более 80 таксонов видового уровня.

В нижней части разреза станции 60/1 (интервал 104–114 см), остатки диатомовых водорослей наиболее многочисленны, их створки имеют исключительно хорошую сохранность, обломки встречаются редко. Характерная особенность – крупные размеры створок диатомей, присутствие спикул кремнистых губок, фораминифер и пыльцы преимущественно хвойных растений, незначительное количество растительного детрита. В комплексе определено более 60 видов и разновидностей кремнистых микроводорослей, принадлежащих 30 родам.

Среди диатомей доминируют представители родов *Surirella*, *Diploneis*, *Thalassiosira*, *Paralia* и *Campylodiscus*, виды которых составляют основную массу ассоциации. Численно преобладают створки *Diploneis smithii* (40 % всего комплекса), многочисленны *Thalassiosira eccentrica* (до 16 %), *Surirella fastuosa* (около 5 %), *Actinocyclus octonarius* (> 1 %), *Campylodiscus thuretii*, *Paralia sulcata* (около 3 %). Эти виды часто встречаются в препарате при использовании объектива ×20. Менее обильны створки видов *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grunow, *Surirella striatula*, *Diploneis litoralis* (Donkin) Cleve, *D. ovalis* (Hilse) Cleve, *Campylodiscus daemelianus*, *Toxarium undulatum* Bailei, *Ulnaria ulna*, *Coscinodiscus janischii* A.S., *Coscinodiscus radiatus* Ehrenb., *Psammodiscus nitidus* Greg., *Tryblionella compressa*, *Trachineis aspera* (Ehrenb.) Cleve, достигающие 1–2 % в комплексе. Спорадически встречаются мелкие *Thalassiosira tenera*, крупные створки и целые панцири видов *Surirella gemma*, *Lyrella lyra* (Ehrenb.) Karajeva, а также единичные крупные

обломки *Terpsinol* cf. *musica* Ehrenb. Как отмечено выше, род *Terpsinol* впервые фиксируется в четвертичных донных отложениях Черноморского бассейна именно в этом секторе.

В целом, ассоциация диатомовых более чем на 60 % состоит из бентоса и эпифитов. Среди бентоса наиболее обильны эвригалинные литоральные *D. smithii*, *D. ovalis*, *S. fastuosa*, *C. thuretii*. В то же время наличие значительного количества хорошо развитого крупного морского планктона — *A. octonarius*, *Th. eccentrica*, *H. scoticus*, *C. janischii* — и многочисленных мелких створок *P. sulcata* свидетельствует о достаточной для планктона глубине воды, свободном водообмене и солёности, близкой к нормальной.

Состав диатомей указывает на формирование их в спокойных условиях прибрежной области шельфа с незначительным поступлением в водоем терригенного материала. Это подтверждается очень хорошей сохранностью панцирей и крупными размерами створок. Присутствие пресноводного литорального *U. ulna*, типичного для водоемов с незначительным течением, также является показателем спокойного гидродинамического режима и относительной близости берега. Характер комплекса в целом, а именно существенное преобладание представителей родов *Campylodiscus* и *Surirella*, указывают на развитие диатомовых в относительно обособленном от моря лимане открытого типа или бухте. В слое осадков из интервала 104–114 см встречено много целых створок моллюсков и мелких фораминифер, больше в подошве слоя, что также подтверждает спокойные условия обитания биоты во время формирования толщи осадков.

Видовой состав диатомей наиболее характерен для верхней части бугазских отложений нижнего голоцена северо-западного шельфа (рис. 7) (Забелина, 1974; Забелина, Щербаков, 1975; Ольштынская, 2008; Ольштынская, Тимченко, 2011).

Вверх по разрезу колонки (интервал 104–70 см) таксономический состав диатомовых существенно отличается от описанной ассоциации. Их видовое и родовое разнообразие значительно ниже, всего встречено 27 видов из 19 родов. Изменилось соотношение планктонной и бентосной групп, а также экологический облик комплекса в целом.

Среди планктона преобладают литоральный *Paralia sulcata*, доминирующий по численности в верхней части интервала, обильны *Th. eccentrica* и *H. scoticus*. В меньшем количестве присутствуют морские планктонные *A. octonarius*, *C. janischii*, *Thalassiosira* cf. *lineata*, встречаются единичные створки *Chaetoceros* sp. В сравнении с более древним комплексом уменьшается абсолютная численность бентоса. В бентосной группе господствует *Diploneis smithii*, вторым доминантом становится *Tryblionella compressa*. Массовые в нижележащем комплексе *S. fastuosa* и *C. thureti* встречаются значительно реже. Низкие оценки обилия имеют *Trachineis aspera*, *D. ovals*, единичными экземплярами представлены *Martyana martyi* (Héríb.) Round и *Epithemia turgida*. Характер диатомовой ассоциации указывает на смену спокойных лагунных условий в этой части

акватории более активным гидродинамическим режимом. Показателем этого является множество обломков крупных и тонкостенных створок диатомей и присутствие обломков моллюсков в породе. Увеличение численности морского планктона и сокращение эпипелона свидетельствуют о повышении уровня моря. При сохранении условий солоноватоводно-морского залива (лагуны) заметно увеличился приток морской воды и повысилась ее соленость.

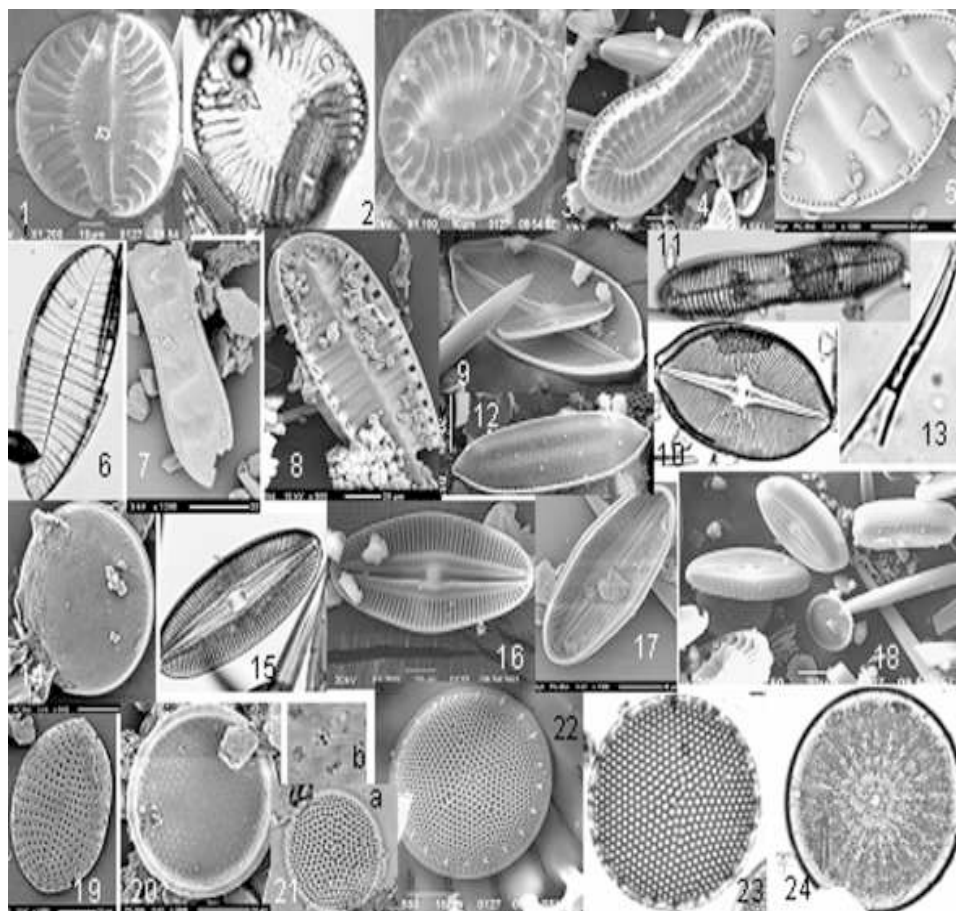


Рис. 7. Диатомовые водоросли бугазских отложений мелководной части западного побережья Крыма (1 км на северо-запад от м. Тарханкут): 1, 2 – *Campylodiscus thuretii* Bréb.; 3 – *Surirella fastuosa* Ehrenb.; 4 – *Surirella pandura* Perag.; 5 – *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Sm.; 6 – *Surirella gemma* Ehrenb.; 7 – *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm.; 8 – *Surirella ovata* Kütz.; 9 – *Petroneis latissima* (Gregory) A.J. Stickle et D.G. Mann; 10 – *Petroneis humerosa* (Bréb.) A.J. Stickle et D.G. Mann; 11 – *Diatoma constricta* (Grunow) D. Williams; 12 – *Tryblionella compressa* (J.W. Bailey) M. Poulin.; 13 – *Rhizosolenia calcaravis* Schultze; 14 – *Hyalodiscus scoticus* (Kutz.) Grunow; 15–18 – *Diploneis smithii* (Bréb.) Cleve; 19 – *Cocconeis scutellum* Ehrenb.; 20, 21 – *Thalassiosira tenera* Proschk-Lavr. (b – фрагмент внутренней поверхности створки, вырост с опорами); 22, 23 – *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenb.) Cleve; 24 – *Actinocyclus octonarius* Ehrenb.

Выше по разрезу диатомей изучены из интервала 54–15 см. Многочисленные их остатки в этих осадках имеют хорошую сохранность и сходный таксономический состав по всему интервалу. Весь комплекс микрофоссилий представлен 43 видами и внутривидовыми таксонами диатомовых, которые принадлежат к 20 родам, и одним видом силикофлагеллат *Distephanus octonarius* (Ehrenb.) Deflandre. Численно преобладают прибрежно-морские виды: мелкие створки *P. sulcata*, менее обильны солоноватоводные *Grammatophora oceanica* (Ehrenb.) Grunow и *G. marina* (Lyngb.) Kütz. В значительном количестве присутствуют тонкие и длинные хорошо сохранившиеся створки пресноводных *U. ulna* и *Toxarium undulatum*, характерные для спокойных вод. Встречены крупные панцири бентосных *Amphitetras antediluvianum* Ehrenb., *Anomoeoneis* sp., *Auliscus sculptus* (W. Smith) Ralfs.

В планктонной ассоциации в большом количестве присутствуют споры и длинные щетины видов рода *Chaetoceros*. Представители морского планктона *A. octonarius*, *Coscinodiscus radiatus* и *Th. eccentrica* имеют значительно более мелкие размеры по сравнению с такими же видами из нижележащих слоев разреза. Нижняя часть интервала (44–54 см) характеризуется более разнообразным морским планктоном и более крупными створками бентосных *A. antediluvianum* и видов *Diploneis*, меньшим числом тонких целых створок *Ulnaria* и *Toxarium*, что свидетельствует о более динамичных условиях, чем при формировании вышележащего слоя 15–25 см. Таксономический состав диатомей и силикофлагеллат из интервала 54–15 см соответствует каламитским слоям среднего голоцена (Забелина, 1974; Забелина, Щербаков, 1975; Ольштынская, 2008; Ольштынская, Тимченко, 2011).

Еще выше по разрезу (0–10 см), в верхнеголоценовых джеметинских осадках, диатомовый комплекс представлен 40 таксонами, среди которых по численности и разнообразию доминируют бентосные солоноватоводные *Lyrella hennedyi* (W. Sm.) Gusl. et Karaeva, *Tryblionella compressa*, *Cocconeis scutellum*, *Grammatophora marina*. Планктон однообразен, но обилен, преобладают литоральный *P. sulcata*, *Coscinodiscus radiatus* и типичный морской *Endictia oceanica* Ehrenb. Характер бентоса и однообразии планктона указывают на незначительное понижение солености воды при формировании этого комплекса по сравнению с нижележащим (интервал 15–54 см). Экологический облик диатомовой ассоциации поверхностного слоя осадков соответствует условиям современной прибрежной части северо-западного шельфа Черного моря.

Изменение видового состава диатомей и характера их экологических группировок снизу вверх по разрезу станции 60/1 позволяет проследить последовательную трансформацию на протяжении голоценового времени условий существования диатомей вблизи современного мыса Тарханкут. В начале раннего голоцена на этом участке морской акватории диатомей обитали в относительно обособленном от моря лимане открытого типа или бухте, благоприятной

как для развития эпифитов, так и захоронения их створок в ископаемом состоянии. Флора диатомовых водорослей была таксономически разнообразной, с крупными створками, отличалась обилием хорошо развитого бентоса.

На протяжении голоцена происходило повышение солености, увеличение глубины и активизация гидродинамического режима, что способствовало изменению таксономического состава диатомей, увеличению численности морских элементов, преобладанию планктона, ухудшению сохранности ископаемого материала.

Выводы

Впервые в прибрежной части Каркинитского залива Черного моря обнаружены и изучены три новых местонахождения позднечет-вертичных диатомовых водорослей.

Прослеженные последовательности изменения таксономического состава и соотношения экологических групп диатомей по разрезам позволили оценить условия обитания кремнистых микроводорослей в мелководной части залива от конца позднего плейстоцена и на протяжении голоцена и высказать предположения о направленности изменений палеоэкологических обстановок. В это время район характеризовался незначительной глубиной, литоральными или сублиторальными условиями и периодическим колебанием солености воды. В конце позднего плейстоцена современная акватория представляла собой низкодинамичный мелководный водоем или систему водоемов с низким уровнем солености, соответствующим распресненным морским лагунам, пресноводным озерам или старицам. Ассоциация диатомей представлена смешением автохтонных эпифитных, эпипелических и аэрофильных экологических групп с доминированием пресноводных и солоноватоводно-пресноводных видов *Epithemia adnata*, *E. turgida*, *E. sorex*, *Cocconeis placentula*.

Начавшееся в голоцене осолонение и повышение уровня моря отразилось на условиях обитания и составе микроводорослевых ассоциаций. В толще ниже- и среднеголоценовых осадков содержатся богатые и таксономически разнообразные ассоциации диатомовых и силикофлагеллат, экологический облик которых характерен для частично отгороженных от открытого моря солоноватоводных лагун и морских заливов. В осадках наиболее мелководной части моря при сохранении характерного облика ассоциации диатомей, напротив, отличаются таксономической бедностью. Особенностью диатомовой флоры является обилие в бентосе представителей родов *Campylodiscus*, *Surirella*, *Diploneis*, *Tryblionella* и *Terpsinol*, а в планктонной составляющей – *Paralia*, *Actinocyclus* и *Thalassiosira*.

Сравнение диатомовых комплексов двух участков изученного сектора Чёрного моря показывает, что в северной части залива вблизи о. Джарылгач существенное влияние оказывало распреснение, среди диатомей отмечен значительный процент пресноводных таксонов.

В районе мыса Тарханкут разновозрастные уровни разреза содержат большее количество планктонных морских и солоноватоводных видов, роль пресноводных менее значима.

В позднем голоцене условия существования кремнистых микроводорослей существенно изменились, повышение солености, увеличение глубины и активизация гидродинамического режима способствовали смене их видового состава, увеличению численности морских элементов, преобладанию планктона. В комплексах заметно доминирование прибрежно-морских *Actinocyclus octonarius*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiatus*, *Diploneis bombus* и *Campylodiscus echeneis*. Экологический облик диатомовой ассоциации поверхностного слоя осадков в целом соответствует условиям современных прибрежных участков северо-западного шельфа Черного моря.

Авторы выражают благодарность официальному представителю фирмы "ТокиоВоэки" в Украине и фирме JEOL Ltd за предоставленную возможность работы на сканирующем электронном микроскопе NeoSCOP JSM-5000.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гусяков Н.Е., Загордонец О.А., Герасимюк В.П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. — Киев: Наук. думка, 1992. — 252 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 1. — Л.: Наука, 1974. — 404 с.
- Забелина Е.К. Распределение диатомей в колонках осадков из северо-западной части Черного моря // Микропалеонтология океанов и морей. — М.: Наука, 1974. — С. 173–177.
- Забелина Е.К., Щербаков Ф.А. К стратиграфии верхнечетвертичных отложений Черного моря // Докл. АН СССР. Сер. геол. — 1975. — 221. — № 4. — С. 909–912.
- Кессел Х., Раукас А. Стратиграфический ранг и возрастные рубежи Эхенейсовых отложений // Изв. АН Эст. ССР. Геология. — 1988. — 1, № 37. — С. 26–34.
- Короткий А.М., Белянина Н.И., Гребенникова Т.А. и др. Позднечетвертичные морские отложения в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море) // Тихоокеан. геол. — 2005. — 24, № 3. — С. 32–48.
- Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Караулова Л.П., Мохова Л.М. Позднечетвертичные морские отложения Восточного Приморья (Японское море) // Там же. — 2006. — 25, № 2. — С. 57–72.
- Макарова И.В., Козыренко Т.Ф. Диатомовые водоросли из морских миоценовых отложений юга европейской части СССР. — М.; Л.: Наука, 1966. — 70 с.
- Неврова Е.Л., Шадрин Н.В. Донные диатомовые водоросли соленых озер Крыма // Мор. экол. журн. — 2005. — 4, № 4. — С. 61–71.
- Ольштынская А.П. Корреляция разнофациальных верхнечетвертичных отложений

- Черноморского региона по диатомеям // Новости палеонтол. и стратиграф.: вып. 10–11: Прилож. к журн. Геол. и геофиз. – 2008. – **49**. – С. 451–454.
- Ольштынская А.П., Тимченко Ю.А.* Особенности формирования структуры голоценовых диатомовых комплексов Черного моря // Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия: XII Междунар. науч. конф. диатомол. – Москва, 2011. – С. 250–252.
- Прошкина-Лавренко А.И.* Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 244 с.
- Cărăuș I.* Algae of Romania: A distributional checklist of actual algae // Stud. și cerc. biol. – 2002. – **7**. – P. 1–694.
- Grönlund T.* Diatoms in surface sediments of the Gotland Basin in the Baltic Sea // Hydrobiologia. – 1993. – **269/270**. – P. 235–242.
- Karayeva N.I., Makarova I.V.* Specific features and origin of the Caspian Sea diatom flora // Mar. Biol. – 1973. – **21**. – P. 269–275.
- Kozyrenko T.F.* Species of the genus *Terpsinoë* Ehrenb. (*Bacillariophyta*) from the Miocene of Middle Russia, Moldova, and Ukraine // Advances in phycological studies. – Sofia; Moscow, 2006. – P. 43–54.
- Risberg J.* *Terpsinoë americana* (Bailey) Ralfs, a rare species in the Baltic fossil diatom flora // 9th Intern. Diatom Symp. – Bristol, 1986. – P. 207–218.
- Vanhoorne R., Denys L.* Further paleobotanical data on the Herzelee Formation (Northern France) // Bull. Assoc. franç. etude Quatern. – 1987. – **1**. – P. 7–18.
- Vos P.C., De Wolf H.* Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects // Hydrobiologia. – 1993. – **296/270**. – P. 285–296.
- Vos P.C., De Wolf H.* Methodological aspects of paleoecological diatom research in coastal areas of the Netherlands // Geol. Mijnbouw. – 1988. – **67**. – P. 31–40.
- Vos P.C., De Wolf H.* Palaeoenvironmental research on diatoms in Early and Middle Holocene deposits in Central North Holland (Netherlands) // Netherlands J. Aquat. Ecol. – 1994. – **28**, N 1. – P. 97–115.
- Witkowski A.* An occurrence of living *Terpsinoë americana* (Bailey) Ralfs in bottom sediments of the Puck Bay (The Southern Baltic Sea), Poland // Diatom Res. – 1991. – **6**, N 2. – P. 413–415.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D.* Diatom flora of marine coasts. I. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2000. – P. 41.

Поступила 20 августа 2012 г.
Подписал в печать С.П. Вассер

A.P. Olshtynskaya¹, Yu.A. Tymchenko²

¹Institute of Geological Sci. NAS of Ukraine,
55-b, Olesya Gonchara St., 01601 Kiev, Ukraine
e-mail: ol-lesia@ mail.ru

²Kiev Taras Shevchenko National University,
90, Vasilkovskaja St., 03022 Kiev, Ukraine
e-mail: maeotica@ukr.net

**FOSSIL HOLOCENE DIATOMS OF THE KARKINITSKYI BAY,
THE BLACK SEA, UKRAINE**

The fossil diatom assemblages in Holocene coastal deposits of the Black Sea, Karkinitnyi region were investigated firstly. New data on diatom diversity and vertical transformation of taxonomical composition and ecological structure allowed to reconstruct the Holocene palaeoenvironments in two lagoons.

Key words: diatoms, the Black Sea, bottom sediments, the Holocene.