

УДК 902.672:561.26:551.7(262.54)

РЕЗУЛЬТАТЫ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО И ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ГРУНТОВЫХ КОЛОНОК АЗОВСКОГО ШЕЛЬФА

© 2007 г. Академик Г. Г. Матишов, Г. В. Ковалева, Е. Ю. Новенко

Поступило 15.12.2006 г.

При изучении современных и погребенных морских осадков большое значение имеют исследование диатомовых водорослей, пыльцы и спор. На основе диатомового и палинологического анализов могут быть уточнены некоторые вопросы стратиграфии донных отложений, выяснены физико-географические условия, существовавшие во время образования осадков. Диатомовые водоросли, пыльца и споры являются важнейшими биоиндикаторами климата голоцена и плейстоцена [8, 10]. Морские организмы, наряду с терригенным фактором, имеют ключевое значение в седиментогенезе Азовского моря [9, 14]. Влияние планктона и зообентоса заключается в фильтрации или адсорбировании пелагической и придонной взвеси. Из ракушечного материала сложены многие береговые валы, банки и азовские косы, которые на десятки километров протягиваются в море. Среди второстепенных поставщиков осадков выделяются эоловый перенос материала из степной зоны и подводный грязевой вулканизм, развитый в южной части моря. В экосистему Азовского моря попадают споры и пыльца культурных растений, а также широкий спектр загрязняющих веществ, в том числе сельскохозяйственные ядохимикаты, нефтяные углеводороды, тяжелые металлы и т.д.

Материалом для статьи послужили две грунтовые колонки, мощностью до 1 м, полученные в рейсе на нис “Приморец” в 2004–2005 гг. Пробоотбор донных осадков осуществлялся с помощью прямооточной грунтовой трубки. В соответствии с литологическими особенностями отложений колонки подвергались геологическому описанию, послойно отобранные пробы упаковывались в герметичную тару. Для спорово-пыльцевого анализа была отобрана колонка донных отложений в

осевой ложбине Таганрогского залива северней Ейска (на глубине 8 м) (рис. 1) с интервалом отбора образцов 1–2 см. В центральной части Темрюкского залива (глубина 12.3 м) была получена колонка осадков для изучения распределения диатомовых водорослей. Анализ диатомовых, спор и пыльцы в отложениях выполняли по стандартным методикам [3, 4].

Составной частью донных отложений являются створки диатомовых водорослей. Их общее содержание от всего материала, отлагающегося на дне Азовского моря, весьма незначительно – от 0.2 до 2.0% [15], но изучение распределения микроводорослей в осадках очень информативно. Еще в середине прошлого столетия был разработан и успешно применяется метод диатомового анализа [4]. Закономерности распределения ископаемых диатомовых водорослей неогеновых отложений азово-черноморского региона изучены очень подробно [5, 7, 11]. В то же время сведений о диатомовых водорослях из голоценовых отложений до сих пор нет.

Имеющиеся к настоящему времени палинологические исследования донных осадков Азовского моря характеризуют в основном верхнюю часть новоазовских отложений [2, 12, 15]. Состав спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб морского бассейна показал, что соотношение основных компонентов спектров не зависит от удаленности от берега.

В данной работе впервые детально анализируется распределение диатомовых, пыльцы и спор в голоценовых грунтах Азовского моря.

Диатомовый анализ. В разрезе глинистых илов Темрюкского залива (табл. 1) наибольшее видовое разнообразие диатомовых водорослей отмечается в поверхностном (0–10 см) горизонте (темно-серые илы). В осадках представлены современные планктонные диатомовые водоросли (преимущественно из родов *Coscinodiscus* и *Thalassiosira*). Доминирование какого-то одного вида не характерно (табл. 1).

Помимо планктонных форм диатомовых водорослей, на горизонтах 0–5 см и 5–10 см были отмечены бентосные виды (*Gyrosigma acuminatum*

*Южный научный центр
Российской Академии наук, Ростов-на-Дону
Мурманский морской биологический институт
Кольского научного центра
Российской Академии наук
Институт географии
Российской Академии наук, Москва*

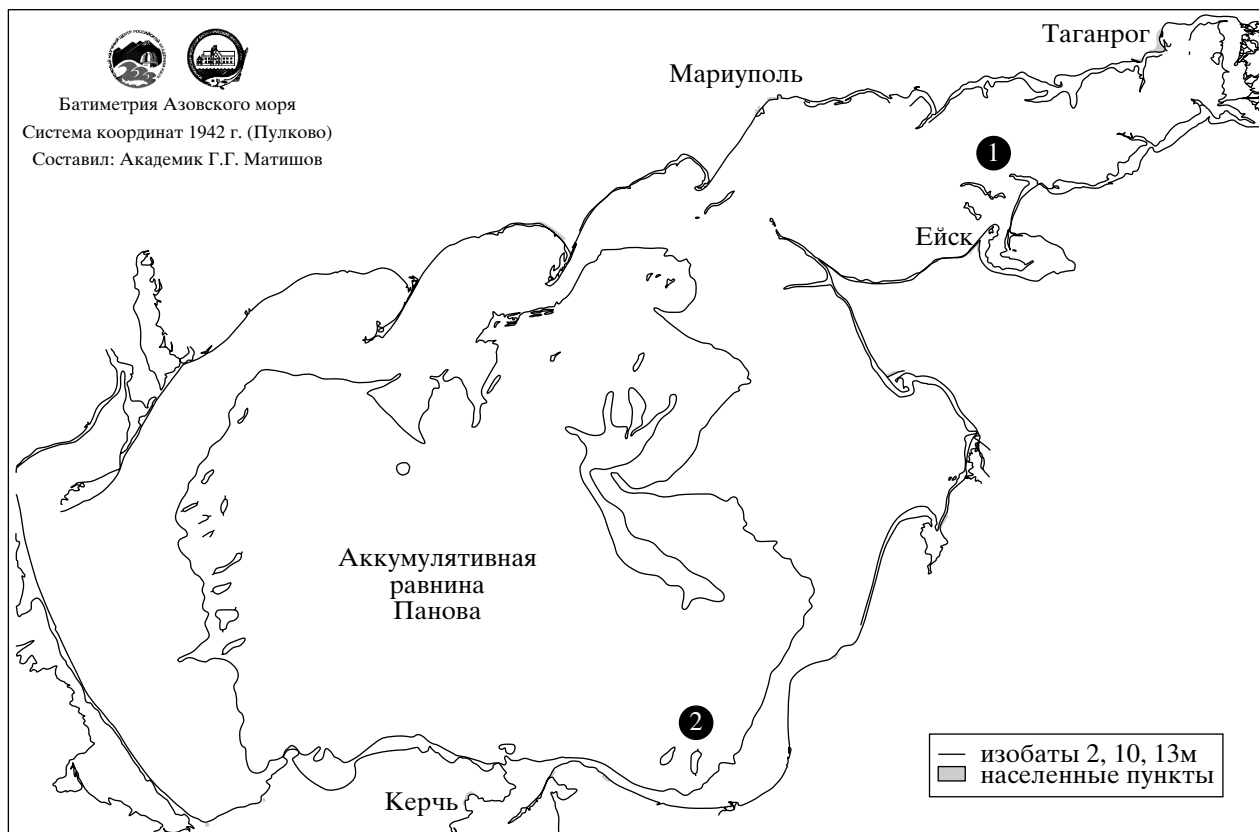


Рис. 1. Батиметрическая карта Азовского моря с обозначением места отбора грунтовых колонок (1 – для палинологического, 2 – для диатомового анализов).

var. gallica Grun., *Rhopalodia musculus* (Kütz.) Mull., *Diploneis bombus* Ehr.), которые могли попасть в донные отложения этого района из прибрежной зоны с выносами р. Кубань.

Судя по литологии и видовому составу диатомовых, горизонт 5–35 см неоднороден. Слой 10–35 см отличается выраженным доминированием *Actinoptychus senarius* (Ehr.)Ehr. (табл. 1).

Следующий горизонт (35–48 см) характеризуется большим содержанием (более 50 %) целых раковин моллюсков *Cerastoderma*, реже *Abra*, а также раковинного детрита. В слое 35–48 см отмечено массовое развитие *A. senarius* (= *A. undulatus* Ehr.), здесь присутствует вымершая разновидность *A. undulatus* var. *tamanica* Jouse и переходные формы между видом и разновидностью. Подобные явления массового развития вида и его разновидностей могут свидетельствовать о специфических гидродинамических условиях прибрежного мелководья в водоеме, существовавших на протяжении достаточно длительного периода. По литературным данным [4] *A. senarius* (рис. 2) обитает в сублиторали и случайно попадает в планктон. В современном Азовском море вид был отмечен довольно редко и только в планктоне.

Более подробное изучение диатомовых в литологическом слое 48–95 см показало, что горизонты 48–64, 64–74, 74–84, 84–95 см однородны по составу диатомовой флоры, что указывает на сходные условия в период формирования осадков этого слоя. Однако процентное соотношение двух массовых видов (*Actinoscyclus octonarius* Ehr., *A. senarius*) меняется в сторону доминирования *A. octonarius* в более глубоких горизонтах. Следует отметить, что *A. octonarius* (рис. 2) – солонатоводно-морской вид, встречающийся обычно в прибрежных опресненных участках умеренно-теплых морей. В Азовском море этот вид отмечается единично в летне-осенний период при солености 11–13 ‰.

Указанные выше виды (за исключением *A. undulatus* var. *tamanica*) встречаются в современном фитопланктоне Азовского моря и некоторые виды (*Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Thalassiosira baltica*, *Thalassiosira aculeata*, *Thalassiosira eccentrica*) достигают массового развития. Несмотря на то, что *A. octonarius* и *A. senarius* изредка встречаются в планктоне Азовского моря, они не достигают такого массового развития, как в донных осадках на горизонтах глубже 10 см.

Массовое развитие *A. octonarius* в Керченско-Таманском районе отмечено в конце миоцена [1], а

Таблица 1. Описание колонки донных отложений из Темрюкского залива

Литологический слой	Слой, см	Вид диатомовых водорослей	
		массовые	единичные
Глинистый ил темно-серого, с оттенками зелёного цвета, жидкой консистенции. Присутствуют створки раковин <i>Cerastoderma</i> , <i>Mya</i> и <i>Abra</i> .	0–5	<i>Coscinodiscus granii</i> Gough., <i>Coscinodiscus gigas</i> Ehr., <i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.)Ostf., <i>Thalassiosira aculeata</i> Pr.-Lavr., <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl., <i>Biddulphia mobiliensis</i> Bailey, <i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun., Споры <i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> var. <i>gallica</i> Grun.; <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr.; <i>Cyclotella tuberculata</i> Makar.et Log.; <i>Skeletonema costatum</i> (Grev.)Cleve; Обломки створок: <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundstrom; <i>Ditylum brightwelli</i> (West) Grun.; <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.
Глинистый ил темно-серого цвета вязкой консистенции. В интервале 5–10 см – целые створки раковин <i>Cerastoderma</i> . Далее по всему слою раковинный детрит и шлам.	5–10	<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Grev.)Ostf., <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl., <i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.)Ostf., Споры <i>Chaetoceros</i> spp., Обломки створок <i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr. <i>A. undulatus</i> var. <i>tamanica</i> Jouse <i>Rhopalodia musculus</i> (Kutz.) Mull. <i>Diploneis bombus</i> Ehr., Обломки створок: <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr. и <i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.
	10–35	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr., <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl.	<i>Ditylum brightwelli</i> (West) Grun., <i>Thalassiosira</i> sp. Обломки створок: <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr., <i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.
Раковинные илы. Присутствуют как целые раковины, так и раковинный детрит. Содержание раковин – более 50%; чаще <i>Cerastoderma</i> и незначительно – <i>Abra</i> .	35–48	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr. <i>A. undulatus</i> var. <i>tamanica</i> Jouse	<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl., <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr., Обломки створок: <i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.
Вязкие темно-серые глинистые илы, плотной консистенции. Целые раковины содержатся в интервале 64–74 см, а раковинный детрит и шлам в интервале 90–95 см.	48–64	<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr. <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr. <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl.	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr., <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl., <i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr. <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr., <i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.
	64–74	<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr. <i>Actinoptychus senarius</i> (Ehr.)Ehr. <i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.)Cl.	
	74–84	<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.	
	84–95	<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.	

в данном случае может свидетельствовать о переложении створок этого вида в донных осадках.

Спорово-пыльцевой анализ. В литологическом отношении вскрытые осадки представлены темно-серыми глинистыми илами. Вниз по колонке (с 10 см) отложения становятся более уплотненными и содержат раковинный материал. Палинологическое изучение разреза осадочных отложений, вскрытого в осевой ложбине Таганрогского залива, показало, что спорово-пыльцевые спектры по всей колонке обладают большой степенью сходства (рис. 3). Для них характерно низкое содержание пыльцы древесных пород (10–15%), и только на глубине 62–66 см ее процентное соотношение возрастает до 50%. Постоянные компоненты этой группы – сосна, береза, дуб, вяз, орешник и граб. Периодически встречается пыльца грецкого ореха, липы и бука. Среди кустарников отмечены кизил и ива.

Группа пыльцы травянистых растений отличается высоким разнообразием. Абсолютные доминанты спорово-пыльцевых спектров – пыльца полыни (*Artemisia*, 30–40%), маревых (*Chenopodiaceae*, 25–42%) – компонентов южных степей, и злаков (*Poaceae*, до 20%). В небольшом количестве, но постоянно присутствует пыльца растений, характерных для степных и луговых сообществ, – представителей широко распространенных семейств: гречишные (*Polygonaceae*), бобовые (*Fabaceae*), розоцветные (*Rosaceae*), губоцветные (*Lamiaceae*), крестоцветные (*Brassicaceae*), цикориевые (*Cichoriaceae*) и др. Следует отметить присутствие пыльцы показательных видов сообществ южных степей (*Ephedra*, видов семейства *Plumbaginaceae*) и лугово-степных местообитаний (*Polygonum bistorta*, *Plantago lanceolata*, *Linum*, *Convolvulus*, *Centaurea*, *Malva*).

Палинологические данные свидетельствуют, что верхний полуметровый слой илистых отло-

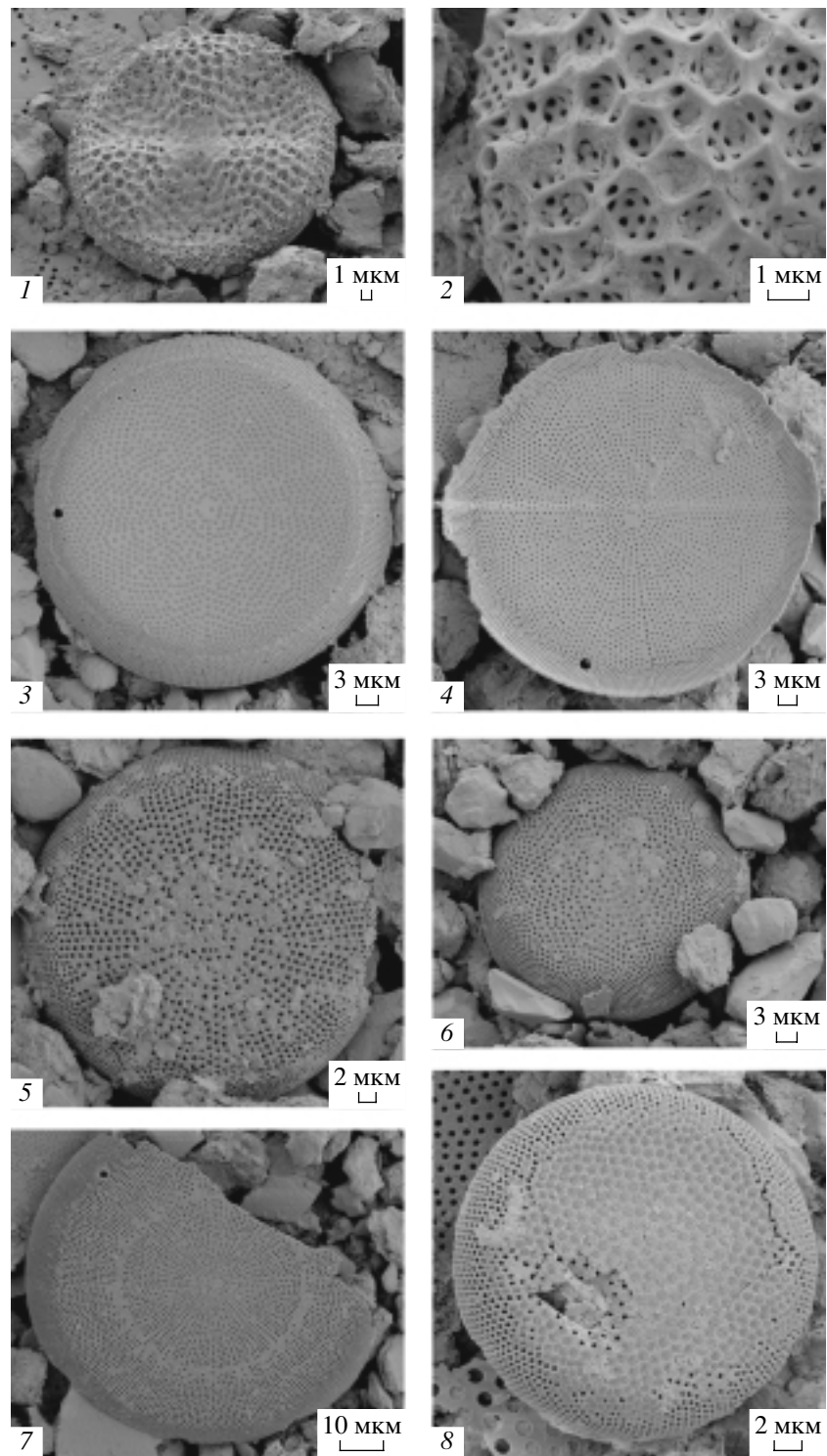


Рис. 2. Доминирующие виды диатомовых водорослей (1, 2 – *A. senarius* (Ehr.) Ehr.; 3–8 – типовая форма и разновидности *A. octonarius* Ehr.).

жений Таганрогского залива содержит следы влияния сельскохозяйственного земледелия. Постоянным компонентом рассмотренных спектров является пыльца культурных злаков. С глубины 55 см их содержание образует непрерывную кри-

стату. Некоторое увеличение количества пыльцы культурных злаков наблюдается в интервалах 50–40 см и выше 20 см. В качестве индикаторов антропогенного влияния на растительный покров можно отметить пыльцу конопли (*Cannabis*) и гречихи

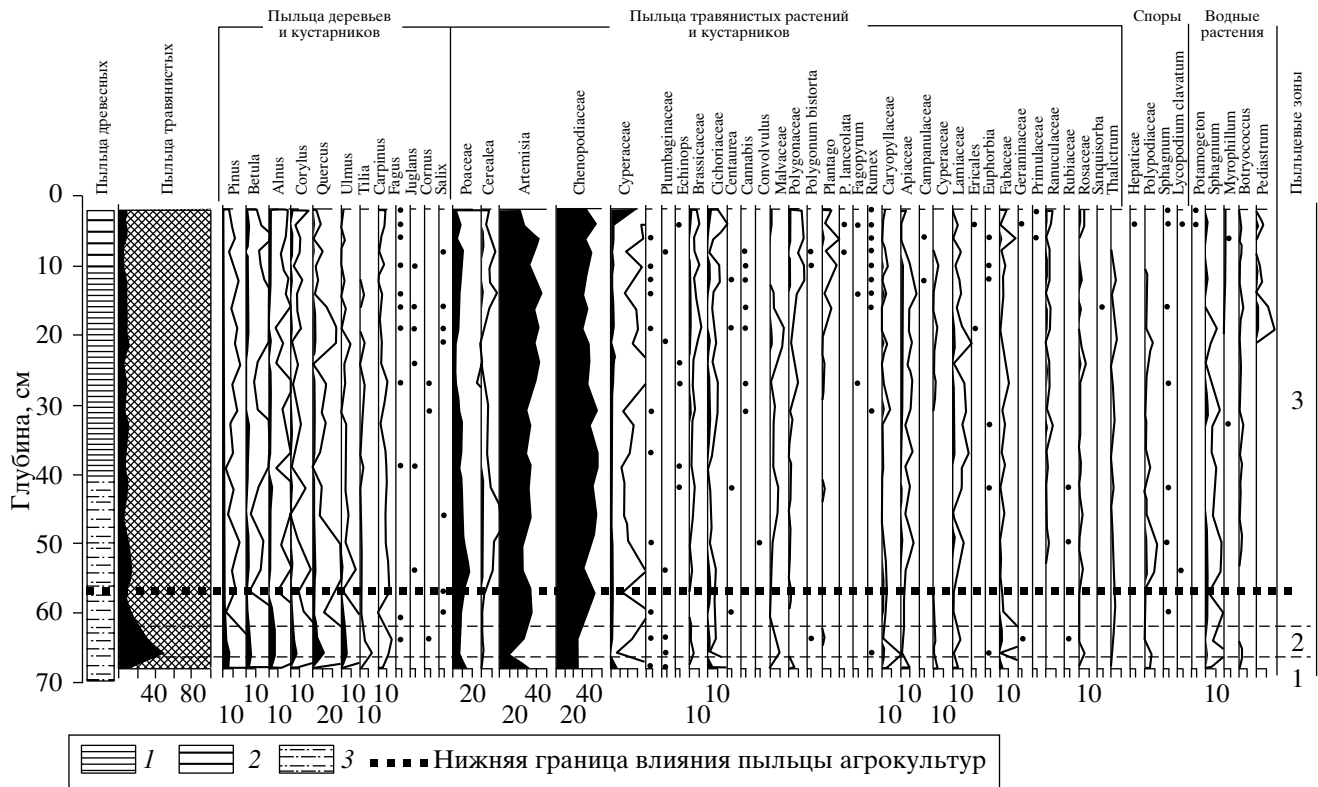


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза донных отложений Таганрогского залива Азовского моря. Литология: 1 – ил глинистый; 2 – ил алевритово-глинистый, песчаный; 3 – песок с ракушей. Процентные соотношения компонентов спектра рассчитаны от суммы пыльцы древесных пород и травянистых растений. Дополнительный контур показывает содержание малых компонентов с увеличением в 10 раз.

посевной (*Fagopyrum sagittatum*), частота встречаемости которых возрастает в верхних 20 см профиля. Пыльца щавеля (*Rumex*), цикориевых и спор печеночных мхов (*Hepaticae*) может отражать развитие ассоциаций на нарушенных грунтах.

Несмотря на столь однообразный характер спорово-пыльцевых спектров, в разрезе можно выделить три спорово-пыльцевые зоны. Они также отличаются консистенцией грунта, количеством примеси раковинного материала и цветом осадка.

Зона 1 (короткий интервал ниже 66 см) и зона 3 (62–0 см) идентичны по составу и соотношению основных компонентов спектра. В период формирования этих осадков на прилегающей территории были распространены сообщества южных степей. Влияние хозяйственной деятельности человека постепенно возрастало. Наиболее сильно оно проявилось во время формирования верхних 20 см разреза, т.е. в современное время.

Для **зоны 2** (66–62 см) характерно повышенное содержание пыльцы древесных, в основном за счет дуба, вяза, ольхи и орешника. В то же время количество пыльцы полыни и маревых сокращается. Отмечено некоторое повышение содержания пыльцы луговых трав (*Fabaceae*, *Caryophyl-*

laceae, *Rosaceae*). Очевидно, в период накопления отложений этих образцов происходило продвижение границы лесостепи к югу, что привело к увеличению доли пыльцы древесных в спектрах. На прилегающей территории были распространены луговые степи.

Возможно, литологический состав и палинологическая характеристика осадков горизонта 62–66 см (рис. 3) отражают климатические изменения, связанные с увеличением увлажнения в начале новоазовского времени. В любом случае можно считать, что отложения этого уровня накапливались до интенсивного антропогенного воздействия на экосистему водоема.

Результаты палинологического анализа с интервалом отбора образцов 1–2 см в данном разрезе позволяют дать характеристику изменения растительности с высоким временным разрешением. В целом, характер рассмотренных спорово-пыльцевых спектров обнаруживает высокую степень сходства как с донными морскими отложениями [2], так и с континентальными отложениями голоцена северо-восточного Приазовья [13].

Таким образом, проанализированный видовой состав диатомовых водорослей и соотношение основных компонентов спорово-пыльцевых спек-

тров позволяют по-новому проследить некоторые биостратиграфические и палеогеографические закономерности в метровой осадочной толще Азовского шельфа. Безусловно, что главное место в поступлении терригенных наносов в Азовское море занимает абразия берегов в совокупности с гидрохимическими и гидробиологическими факторами, а также геоморфологией дна. Результаты палинологического анализа показывают, что донные осадки до глубин 60 см содержат споры и пыльцу сельскохозяйственных культур. Эпоха растениеводства в Приазовье началась примерно 2–4 тыс. лет назад. С этого времени экосистема Азовского шельфа стала испытывать антропогенное влияние.

Авторы выражают глубокую признательность А.А. Улановой, Г.Г. Вайфу (Graham Gary Wife) и С. Гуннаршону (Stefan Gunnarsson) из Центра эволюционной биологии Уппсальского университета в Швеции (Evolutionary Biological Centre, Uppsala University, Sweden), благодаря которым были сделаны микрофотографии диатомовых водорослей в электронном сканирующем микроскопе “Zeiss Supra 35-VP”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Е.С. // Вестн. СПбГУ. 2001. Сер. 3. В. 3. № 19. С. 105–109.
2. Вронский В.А. В кн.: // Палинология голоцена и маринопалинология. М.: Наука, 1973. С. 124–132.
3. Гричук В.П. // Пробл. физ. географии. 1940. В. 8. С. 53–58.
4. Диатомовый анализ / Под. ред. А.Н. Криштофовича. Л.: Госгеолитиздат, 1949. Т. 1. 239 с.
5. Жузе А.П., Мухина В.В. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения. М.: Наука, 1980. С. 52–86.
6. Исагулова Е.З. Палинология Азовского моря. Киев: Наук. думка, 1978. 88 с.
7. Макарова И.В., Козыренко Т.Ф. Диатомовые водоросли из морских миоценовых отложений юга Европейской части СССР. М.; Л.: Наука, 1966. 68 с.
8. Матишов Г.Г. Мировой океан и оледенение Земли. М.: Мысль, 1986. 280 с.
9. Матишов Г.Г., Гаргона Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
10. Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Общая экология и палеогеография полярных океанов. Л.: Наука, 1990. 224 с.
11. Ольштынская А.П. Кайнозойский этап развития диатомовой флоры Украины. Автореф. дис. д-ра геол. наук. Киев, 1999. 35 с.
12. Панов Д.Г., Вронский В.А., Александров А.Н. // ДАН. 1964. Т. 155. № 4. С. 818–821.
13. Разрез новейших отложений Северо-восточного Приазовья / Под. ред. К.К. Маркова. М.: Изд-во МГУ, 1976. 160 с.
14. Хрусталева Ю.П. Основные проблемы геохимии седиментогенеза в Азовском море. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. 247 с.
15. Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н., Усенко В.П. и др. Геология Азовского моря. Киев: Наук. думка, 1974. 246 с.