

УДК 551.3.051:551.35:902.66:551.799(262.54)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О СКОРОСТИ СЕДИМЕНТАЦИИ В АЗОВСКОМ МОРЕ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

© 2009 г. Академик Г. Г. Матишов, Г. В. Ковалева, В. В. Польшин

Поступило 05.05.2009 г.

Методы абсолютной геохронологии в совокупности с другими методами морской геологии и биологии позволяют получить данные о скоростях образования различных типов донных отложений. Шельфы морей и океанов отличаются очень большой неравномерностью скоростей осадконакопления. Темпы седиментогенеза в эстуариях достигают предельных для дна океана величин — от 0.3 до 3–4 мм/год и более [4, 11]. Очень высокие скорости на шельфе Северного Каспия — до 1 мм/год, а в устье Куры — до 6 мм/год. В открытом океане повышенные скорости (0.03–0.1 мм/год) характерны для материкового подножия.

Азовское море, представляющее собой один из крупнейших эстуарных водоемов, благодаря своему внутриматериковому географическому положению и экономической значимости изучено лучше многих других эстуариев [7]. Особенно детально исследованы особенности осадконакопления в условиях аридного климата [13]. Однако в связи с небольшим количеством геохронологических датировок нет четкого представления о реальном возрасте и соответствующих ему скоростях осадконакопления в позднечетвертичное время. С начала голоцена (около 10 тыс. л. н.) Азовское море стало формироваться как самостоятельный морской бассейн, в котором выделяют древнеазовские и новоазовские слои. По результатам радиоуглеродного датирования раковин моллюсков для низов новоазовских слоев определен возраст  $3100 \pm 170$  лет [12].

Цель настоящей работы — восстановить скорости и условия седиментации на шельфе Азовского моря (в позднем голоцене) по данным анализа грунтовых колонок (1–2 м). Основой для настоящего сообщения стали результаты многолетних экспедиционных работ в период с 2004 по 2008 г. включительно. В эти годы осуществлялись экспе-

диции на с/с “Приморец” (2004–2005 гг.), н/с “Денеб” (2007–2008 гг.), а также сезонные комплексные съемки в акватории Таганрогского залива на н/с “Профессор Панов”. В этих рейсах производился отбор донных осадков при помощи прямоточной грунтовой трубки, снабженной комплектом утяжелителей, лепестковым клапаном и сменяющимся полиэтиленовым вкладышем, предотвращающим загрязнение отобранных проб посторонними примесями.

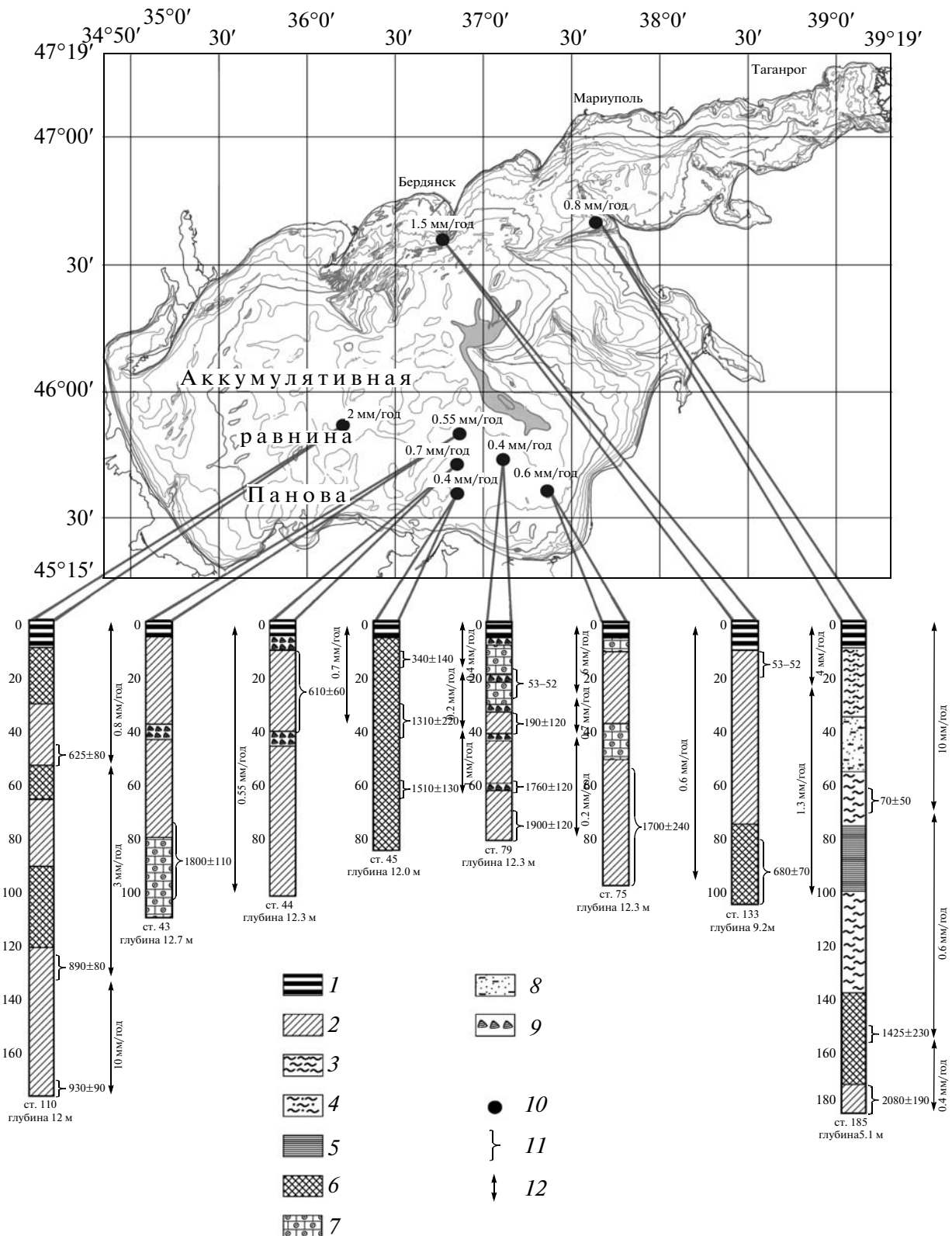
Помимо литологического состава и исследования доминирующих комплексов диатомовых водорослей и пыльцы было получено 16 определений абсолютного возраста донных осадков (рис. 1). Радиоуглеродные определения возраста были проведены в Лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода НИИ географии СПбГУ (рис. 1). Оптически стимулированное люминесцентное (ОСЛ) датирование [14, 15] выполнено в Лаборатории люминесцентного анализа Висконсинского университета в Чикаго (рис. 1).

Пробы для диатомового анализа были приготовлены по стандартной методике [2]. Идентификацию видовой принадлежности диатомовых осуществляли при помощи светового микроскопа Leika DME (иммерсионный объектив 100× и окуляр 10×), а также сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 40 XVP. Подготовку проб для спорово-пыльцевого анализа проводили по методу Гричука [1].

К настоящему времени накоплен обширный материал экспедиционных исследований, выполненных ММБИ КНЦ РАН и ЮНЦ РАН в 1997–2008 гг., который позволяет детально изучить геоморфологические особенности и стратиграфию новоазовских отложений, выявить основные закономерности распределения пыльцы и диатомовых водорослей.

Среди поверхностных донных отложений господствующее положение занимают глинисто-илистые осадки (фракция 0.01 составляет более 70%) (рис. 1). Они распространены примерно на трех четвертях площади шельфа, в основном на аккумулятивной равнине Панова [5, 7]. Кроме центральной и южной частей шельфа серые и темно-серые илы локально накапливаются во

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



**Рис. 1.** Средние скорости осадконакопления (мм/год) в Азовском море (в новоазовское время), литологические разрезы и абсолютный возраст осадков (ст. 110 и 185 – ОСЛ-датирование; ст. 43, 44, 45, 79, 75, 133 – радиоуглеродное ( $^{14}\text{C}$ ) датирование. 1 – обводненный глинистый ил, 2 – глинистый ил, 3 – алевритово-глинистый ил, 4 – песчаный алевритово-глинистый ил, 5 – песчано-глинистый мелкоалевритовый ил, 6 – сильноизвестковый глинистый ил, 7 – заиленная ракушка, 8 – песок мелкозернистый заиленный, 9 – ракушка и ракушечный детрит, 10 – станции отбора проб, 11 – интервал отбора проб с возрастной датировкой, 12 – средняя скорость осадконакопления за определенный этап.

впадинах лиманов и заливов, в вытянутых ложбинах между банками.

Тонкодисперсный ил, в котором фракция <0.01 мм составляет более 85%, залегает в Железинской и некоторых других ложбинах и пологих впадинах морского дна на глубине 12–14 м (рис. 1). Все илистые осадки высокоорганичны, почти повсеместно имеют специфичный запах сероводорода и содержат преимущественно по периферии бассейна значительное количество ракушечного материала. Включения песчаных фракций составляют от 0.3 до 2.5%. Однако в отдельных местах, по мере приближения к побережью, примеси зерен песка в осадках могут достигать 7–17%.

Формирование горизонтально залегающих стратифицированных осадков мощностью от 0.5 до 2.5 м, характерных для азовского шельфа, происходило в новоазовское время. Радиоуглеродное и ОСЛ-датирование исследованных нами отложений показало, что максимальный возраст нижних слоев (100–180 см) составляет ~1500–2080 ± ± 190 лет, что позволяет отнести их к новоазовским слоям. Многочисленными грунтовыми колонками в основном вскрыты алеврито-глинистые и смешанные отложения, содержащие повсеместно створки раковин и их обломки. Типично вклинивание 20–40-сантиметровых прослоев серых органо-генно-детритусовых илистых песков. Обычно такие осадки формируются в прибрежных (литоральных) условиях.

Региональная дифференциация темпов аккумуляции в позднем голоцене определялась локальными геоморфологическими особенностями, зависимостью от состава и объема речного стока, действием волнения ветровых течений и биопродуктивностью Азовского бассейна. Две грунтовые колонки дают представление о характере и скорости седиментации в прибрежной зоне на современных глубинах дна 5–9 м (рис. 1).

К югу от косы Бердянской на протяжении примерно 700 лет скорость осадконакопления составляла 1.5 мм в год (рис. 1). Почти двухметровая толща между банками косы Долгой и Еленина (ст. 185) представлена сложным переслаиванием неоднородных по текстуре и структуре глинистых, алевритово-глинистых и песчаных алевритово-глинистых илов. Восемь разнородных по литологическому составу слоев 10, 20, 35 см толщиной указывают на многократную смену эстуарного режима на протяжении 2 тыс. лет. Верхний 70-сантиметровый разрез отложений формировался в XX в. (70 ± 50 лет) при скорости осадконакопления более 10 мм/год. Результаты палинологического анализа показали, что в донных отложениях на акватории Таганрогского залива только верхний слой (до глубины 60 см) содержит пыльцу сельскохозяйственных культур. Поскольку эпоха растениеводства в Приазовье началась

примерно 2–4 тыс. лет назад, эти слои были отнесены к новоазовскому времени [8].

В открытом море на аккумулятивной равнине Панова (глубина 12 м) средняя скорость новоазовского седиментогенеза составляла 2 мм/год (рис. 1). Во время нимфейской трансгрессии (930 ± 90 лет назад) скорость накопления глинистых илов достигала 10 мм/год. На прилегающей к Темрюкскому заливу части равнины Панова темпы осадконакопления были от 0.2 до 6 мм/год. Такой режим, очевидно, был обусловлен объемом выноса речных наносов р. Кубань и абразией берегов.

Спорово-пыльцевой анализ колонок донных отложений Азовского моря показал, что пыльцевые комплексы в пробах из разных литологических горизонтов обладают большим сходством [8]. Отмеченное увеличение (до 40 %) численности пыльцы древесных растений в нижних горизонтах колонок свидетельствует о том, что в период накопления этих отложений (~1300–1800 лет назад) климат на побережье моря был менее аридным, чем современный. Пыльца древесных пород представлена главным образом сосной и березой, отмечается уменьшение доли пыльцы широколиственных пород, особенно дуба. Присутствие ксерофитных и галофитных видов пыльцы маревых свидетельствует об аридизации климата во время формирования верхней части новоазовских отложений.

Результаты диатомового анализа донных отложений показал, что только верхние (до 20–35 см) слои осадков отличаются большим видовым разнообразием (более 70 видов) и содержат панцири диатомовых водорослей, доминирующих в современном планктоне Азовского моря. Состав массовых видов различается в зависимости от района отбора колонок. В центральной части в моря в верхних горизонтах найдено большое количество планктонных диатомовых, характерных для открытых участков моря. В массе встречаются споры нескольких видов рода *Chaetoceros*, створки *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, *Cyclotella tuberculata* Makar. et Log., представителей родов *Coscinodiscus*, *Thalassiosira* и др. В районах, расположенных недалеко от впадения рек или ближе к современному побережью, в верхних слоях колонок преобладают бентосные диатомовые из родов *Amphora*, *Fragilaria*, *Cymatopleura*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Pinnularia* и др.

В нижних слоях отложений независимо от района отбора колонок видовой состав диатомовых сильно обеднен. Массовыми являются только два вида — *Actinocyclus ostonarius* Ehr. и *Actinopterychus senarius* (Ehr.) Ehr. Несмотря на то, что они встречаются в современной флоре диатомовых Азовского моря, эти виды не достигают такого массового развития, на которое указывает количество створок в слоях глубже 15–20 см. Учи-

тывая экологию *A. octonarius* и *A. senarius*, которые обычно обитают в прибрежных опресненных участках умеренно теплых морей [2, 10], можно предположить, что во время накопления этих слоев (~1500–1900 лет назад) водоем был мелководнее, чем современное Азовское море.

Массовое развитие *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehr., а также их разновидности [3] может свидетельствовать о специфических гидродинамических условиях прибрежного мелководья, существовавших на протяжении достаточно длительного периода. Резкое различие в видовом составе доминирующих видов диатомовых водорослей позволяет предположить, что выше слоя 30–35 см мог происходить размыв отложений в результате трансгрессивно-регрессивных фаз развития водоема [9]. Сходные выводы о перерывах в морском осадконакоплении, связанных с фанаторийской (2.5–3 тыс. лет назад) регрессией, получены в результате сейсмоакустического профилирования [6].

Таким образом, методами абсолютной геохронологии и литобистратиграфии установлено, что двухметровый осадочный покров и современный рельеф дна Азовского моря формировался в новоазовское время (около 2 тыс. лет назад). Данные анализа восьми колонок показывают, что в общих чертах средняя скорость новоазовского осадконакопления варьировалась от 0.4–0.8 до 1.5–2.0 мм/год (рис. 1). Аналогичные значения скорости седиментогенеза (0.25–0.5 мм/год) в позднефанаторийский цикл новоазовского времени получены в результате сейсмоакустического профилирования дна Азовского моря [6]. Приведенные скорости сами по себе не являются предельными. В отдельных случаях в зависимости от геоморфологического положения и близости береговых обрывов скорость аккумуляции достигала 4–6 мм/год.

Работа выполнена в рамках проекта “Палеоклиматические и биогеоценоотические изменения в бассейнах внутренних морей как отражение

глобальных событий плейстоцена и голоцена” Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 15 “Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем”.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гричук В.П.* // Пробл. физ. географии. 1940. В. 8. С. 53–58.
2. Диатомовый анализ / Под ред. А.Н. Криштофовича. Л.: Госгеолитиздат, 1949. Т. 1. 239 с.
3. *Ковалева Г.В.* // Материалы III сессии Палеонтологического общества РАН: Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология. 2–6 апреля 2007, Санкт-Петербург. СПб., 2007. С. 68–70.
4. *Леонтьев О.К.* Морская геология. М.: Высш. шк., 1982. 344 с.
5. *Матишов Г.Г.* // ДАН. 2006. Т. 409. № 3. С. 375–380.
6. *Матишов Г.Г.* // Вестн. Южн. науч. центра РАН. 2007. Т. 3. № 3. С. 32–40.
7. Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / Под ред. Г.Г. Матишова. Апатиты, 1999. 366 с.
8. *Матишов Г.Г., Новенко Е.Ю.* В кн.: Азовское море в конце XX – начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. Апатиты: КНЦ РАН, 2008. Т. 10. С. 112–133.
9. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ковалева Г.В. и др.* // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны: Материалы междунар. симпозиума. Азов, Ростов н/Д. 26–29 сентября 2006 г. Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 2006. С. 119–123.
10. *Прошкина-Лавренко А.И.* Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 190 с.
11. *Сафьянов Г.А.* Эстуарии. М.: Мысль, 1987. 189 с.
12. Стратиграфия СССР. Четвертичная система. М.: Недра, 1984. Полутом 2. 556 с.
13. *Хрусталева Ю.П.* Закономерности осадконакопления во внутриконтинентальных морях аридной зоны. Л.: Наука, 1989. 261 с.
14. *Aitken M.J.* // Archaeometry. 1975. V. 17. P. 132–138.
15. *Jain M., Botter-Jensen L., Singhvi A.K.* // Radiat. Meas. 2003. V. 37. P. 67–80.