
КАСПИЙ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ:
ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕК

УДК 551.89/551.35(262.54)

**БИОСТРАТИГРАФИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ
В ДРЕВНЕ- И НОВОАЗОВСКОЕ ВРЕМЯ[#]**

© 2025 г. Г. Г. Матишов^{1,*}, Г. В. Ковалева¹, Е. П. Коваленко¹, К. В. Дюжова¹,
В. В. Польшин¹, В. В. Титов¹

¹ФИЦ Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

*E-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

Поступила в редакцию 30.03.2024 г.

После доработки 20.05.2024 г.

Принята к публикации 22.11.2024 г.

В статье обобщены данные по литологии и биостратиграфии древне- и новоазовских отложений и палеогеографии Азовского моря (с 6.5 тыс. л. н. до современности). Показано, что на ранних этапах становления бассейна большое влияние на флору и фауну оказывали черноморские виды, а начиная с 3 тыс. л. н. биота Азовского моря начала приобретать своеобразие. В статье описаны изменения фауны моллюсков, флоры диатомовых водорослей и пыльцевых спектров на разных временных этапах. Приведены маркерные таксоны для древне- и новоазовских отложений из разных районов Азовского моря. Диатомовый анализ показал, что стратиграфическую значимость для древнеазовских отложений имеют виды диатомовых *Paralia sulcata*, *Grammatophora marina*, *Thalassiosira eccentrica*, *Chaetoceros* spp. Для новоазовских отложений открытой части Азовского моря характерно присутствие иных таксонов диатомовых водорослей: *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, *A. octonarius* var. *tonsura*, *A. pseudopodolicus*, *Actinopterychus senarius*, *Thalassiosira decipiens*, *Chaetoceros* spp. Малакологические исследования показали, что в открытой части Азовского моря для разграничения древне- и новоазовских слоев можно использовать виды *Chamelea gallina*, *Gastrana fragilis*, *Politiitapes aureus*, *Loripes obriculatus*. Для новоазовских слоев центральной части Таганрогского залива характерно низкое таксономическое разнообразие, отсутствие гастропод (за исключением *Hydrobia acuta*) и исчезновение из отложений раковин *Mytilus galloprovincialis*. Результаты спорово-пыльцевого анализа показали сходство таксономического состава древне- и новоазовских слоев. На протяжении последних 3 тыс. лет наблюдается заметное участие в спорово-пыльцевых спектрах осадков компонентов — индикаторов антропогенной деятельности (культурных злаков и рудеральных растений). Сделан вывод о том, что для наиболее точного стратиграфического расчленения голоценовых отложений Азовского моря предпочтительно использовать комплексные биостратиграфические данные совместно с результатами радиоуглеродного датирования.

Ключевые слова: древнеазовские слои; новоазовские слои; голоцен; диатомовые; моллюски; пыльца; Азовское море

DOI: 10.31857/S2949178925010085, **EDN:** DNVQDH

1. ВВЕДЕНИЕ

Геологическая история Азовского моря рассматривается многими исследователями как трансформация одного из заливов Черного моря, что часто

приводит к отождествлению процессов, происходивших в этих водоемах после их обособления. В неогене размеры палеобассейнов часто превосходили акваторию современного Азовского моря, а в конце плейстоцена-начале голоцена оно периодически полностью прекращало существование как морской водоем (Семененко, Сиденко, 1979; Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007). Только к середине голоцена Азовское море обособилось в самостоятельный морской бассейн, сохранив при этом связь с Черным морем через Керченский пролив (Шнюков и др., 1974; Семененко,

[#] Ссылка для цитирования: Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Коваленко Е.П., Дюжова К.В., Польшин В.В., Титов В.В. (2025). Биостратиграфия донных отложений и палеогеография Азовского моря в древне- и новоазовское время. *Геоморфология и палеогеография*. Т. 56. № 1. С. 5–29. <https://doi.org/10.31857/S2949178925010085>. <https://elibrary.ru/DNVQDH>

Сиденко, 1979; Стратиграфия..., 1984; Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007).

История изучения Азовского моря началась еще в античное время с трудов Страбона, позже в XIX в. была связана с именами таких выдающихся деятелей, как А.Е. Норденшельд, адмирал Д.Н. Синявин, Ф.Ф. Врангель, И.Б. Шпиндлер, Н.И. Андрусов, А.А. Остроумов, и многими другими (Шнюков и др., 1974). Подробная история изучения гидрологии, геологии, геоморфологии и минералогии Азовского моря описана в монографии Е.Ф. Шнюкова и его коллег (Шнюков и др., 1974, с. 12–19), где приведены результаты исследований десятков выдающихся советских ученых. Публикаций, затрагивающих вопросы геологического строения, палеогеографии и биостратиграфии четвертичных отложений Азовского моря, значительно меньше.

Фундаментальные исследования четвертичных отложений Азовского моря были начаты в 60–70-х годах XX в. (Хрусталеv, Щербаков, 1974; Шнюков и др., 1974; Мамыкина, Хрусталеv, 1976; Семененко, Сиденко, 1979; Стратиграфия..., 1984). В этих работах представлены первые попытки стратиграфического расчленения четвертичных отложений Азовского моря и первые данные по определению абсолютного возраста слоев радиоуглеродным методом. Одновременно с этим появились работы по расчленению толщи донных отложений Азовского моря методами биостратиграфии (Невесская, 1965; Вронский, 1976; Исагулова, 1978), но, к сожалению, в этих публикациях нет данных радиоуглеродного датирования. Таким образом, в работах, содержащих сведения о радиоуглеродном возрасте отложений, практически нет данных биостратиграфии и, наоборот, в палеонтологических работах нет результатов определения абсолютного возраста отложений.

Еще одним спорным моментом было неравномерное изучение акватории Азовского моря и экстраполяция имеющихся данных на всю акваторию. В монографии “Геология Азовского моря” (Шнюков и др., 1974), ставшей на многие годы основной работой по этой теме, представлены результаты изучения грунтовых колонок, отобранных в прибрежной части (в бухтах и заливах), не затрагивая центральных районов. Позже вышла работа (Семененко, Сиденко, 1979), дополнившая данные по центральной части акватории Азовского моря. В монографии “Маринопалинология южных морей” (Вронский, 1976) методом спорово-пыльцевого анализа изучена всего одна 30-метровая колонка (с частотой отбора проб 1 м), отобранная в Белосарайском заливе, но выводы экстраполированы на всю акваторию Азовского моря.

Основные сведения о составе фауны моллюсков (Невесская, 1965; Хрусталеv, Щербаков, 1974) получены по результатам изучения грунтовых колонок, отобранных в прибрежной части, не захватывая центральную часть моря и Таганрогский залив. Вследствие этого в Азовском море комплексы двустворчатых моллюсков были описаны в основном из прикерченского и южного районов акватории, где Л.А. Невесская (1965) выделила “казантипские слои”, которые не были найдены в других районах моря. В большинстве приведенных работ установление стратиграфических слоев проводится по составу малакофауны, но такое разделение на витязевские, каламитские (сопоставляются с древнеазовскими) и джеметинские (соответствуют новоазовским) слои применимо только к открытой части Черного моря (Невесская, 1965).

В сводке “Стратиграфия СССР. Четвертичная система” (1984) обобщены имевшиеся на тот момент стратиграфические данные и установлены нижние границы древнеазовских (6500 л. н.) и новоазовских (3100 ± 170 л. н.) слоев четвертичных отложений Азовского моря. Позже появился еще целый ряд публикаций, обобщающих сведения о палеогеографии Азовского моря в четвертичный период (Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007; Палеогеография Приазовья..., 2019; Янина, 2023; Матишов, Титов, 2023 и др.).

Приведенный обзор публикаций показывает, что чаще всего изучение осадочной толщи Азовского моря основывалось на различиях литологического состава донных осадков и изменении видового состава моллюсков без сопоставления этих данных с определением возраста отложений. Только в последние 15 лет в практике проведения палеогеографических исследований Азовского моря стали широко применяться методы радиоуглеродного датирования (Матишов и др., 2009, 2016, 2018). Помимо определения абсолютного возраста отложений в тех же ядрах проводится и анализ биогенного материала: пыльцы, диатомовых, малакофауны (Палеогеография Приазовья..., 2019).

Такие комплексные исследования позволяют уточнить и дополнить результаты опубликованных ранее стратиграфических работ. В первую очередь, это позволит ответить на вопрос, можно ли проводить стратиграфическое расчленение четвертичных отложений Азовского моря, основываясь только на данных о литологии, фауне моллюсков и спорово-пыльцевом анализе, как это проводилось в 60–70-е гг. XX в. Особенно этот вопрос актуален для описания наименее изученных древнеазовских слоев, которые по мнению некоторых авторов слабо отличаются от новоазовских отложений.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Азовское море — относительно небольшой внутриконтинентальный водоем, практически со всех сторон окруженный сушей, и лишь на юге (через Керченский пролив) он соединяется с Черным морем. Наибольшая длина современного Азовского моря (от Арабатской стрелки до устья р. Дон) составляет 360 км, ширина (между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов) — 180 км. Площадь моря составляет 39 тыс. км² при общей протяженности береговой линии 2686 км. Средняя глубина моря около 7 м, к центру моря и южнее (к Керченскому и Таманскому полуостровам) глубины постепенно увеличиваются и в отдельных частях акватории могут достигать 14 м. В северо-восточной части море образует вдающийся в сушу мелководный и опресненный Таганрогский залив. С южного берега Таганрогский залив отделяется от остальной акватории моря косой Долгой и ее подводным продолжением, а с северного берега — Белосарайской косой. Значительное влияние на все гидрологические процессы, происходящие в Таганрогском заливе, оказывает р. Дон, которая впадает в него с северо-востока (Палеогеография Приазовья..., 2019).

В результате проявления неотектонической активности в голоцене были сформированы современные структуры дна и очертания береговой линии Азовского моря (Хрусталева, Щербаков, 1974; Мамыкина, Хрусталева, 1980). Из-за разнонаправленного характера неотектонических движений, имеющих различную интенсивность в границах морской акватории, создавались условия для аккумуляции морских наносов или размыва участков дна. Основной район аккумуляции осадочного материала расположен на юге Азовского моря и в тектоническом плане приурочен к Индоло-Кубанскому прогибу. Здесь скорость отрицательных движений на протяжении голоцена составляла 3 мм/год. Участки дна с интенсивностью движений менее 1 мм/год характеризуются значительно меньшими объемами осаждающегося на них седиментационного материала и даже абразией коренного субстрата дна (Хрусталева, Щербаков, 1974; Мамыкина, Хрусталева, 1980). Для района Таганрогского залива характерны восходящие движения со скоростью 0.5–1.1 мм/год. Северное побережье и прилегающий участок морской акватории с неогена до настоящего времени испытывают дифференцированные движения со скоростью от 2.0 до –2.0 мм/год (Хрусталева, Щербаков, 1974).

Большую роль в развитии морского бассейна играли субаэральные этапы, когда площадь, занимаемая современной акваторией Азовского моря, представляла собой низменную равнину, дренируемую речными долинами (Шнюков и др., 1974). Большин-

ство исследователей (Шнюков и др., 1974; Хрусталева, Щербаков, 1974; Семенов, Сиденко, 1979; Стратиграфия..., 1984; Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007; Палеогеография Приазовья..., 2019) признают, что в конце плейстоцена — начале голоцена азово-черноморский бассейн пережил крупный регрессивно-трансгрессивный цикл развития, связанный с похолоданием в позднем плейстоцене и последующим потеплением в голоцене. Вся акватория Азовского моря в период максимума последнего позднеплейстоценового валдайского оледенения (22–16 тыс. л. н.) представляла собой низменную равнину, дренируемую реками (Янина, 2023). Большинство небольших рек являлось притоками палео-Дона, который впадал в Черное море в районе Керченского пролива. Одновременно с этим происходило и интенсивное углубление самого Керченского пролива (Шнюков и др., 1974; Семенов, Сиденко, 1979; Палеогеография Приазовья..., 2019).

В начале голоцена, около 9–8 тыс. л. н., случился прорыв средиземноморских вод через Босфор (Павлидис, Никифоров, 2007; Янина, 2023). После затопления котловины Черного моря на завершающем этапе новоэвксинской трансгрессии около 7–7.5 тыс. л. н. южная часть Азовского моря снова стала заполняться морскими водами. Вероятно, в период с 7 до 6.5 тыс. л. н. в южной части моря (на месте Керченского пролива и прилегающих районов) сформировался морской лиман, который постепенно увеличивался (Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007). Временем начала формирования современного Азовского моря (начало накопления древнеазовских осадков) можно считать 6.5 тыс. л. н. (Павлидис, Никифоров, 2007).

По опубликованным ранее результатам (Хрусталева, Щербаков, 1974; Шнюков и др., 1974; Семенов, Сиденко, 1979; Стратиграфия..., 1984) в акватории Азовского моря бурением вскрыты несколько слоев разного возраста: древнеэвксинские, карангатские морские, посткарангатские континентальные, новоэвксинские, древнеазовские и новоазовские слои. Данные изученности геологических разрезов плейстоцен-голоценового возраста свидетельствуют об ограниченном распространении карангатских, древне- и новоэвксинских слоев и более широком развитии древнеазовских. Новоазовские отложения, составляющие верхнюю часть осадочной толщи, за небольшим исключением имеют повсеместное распространение на площади дна Азовского моря. Некоторыми исследователями также отдельно выделяются переходные от древнеазовских к новоазовским — фангорийские слои (Хрусталева, Щербаков, 1974). Обобщив имеющиеся литературные данные, мы свели их в единую схему (табл. 1).

Таблица 1. Стратиграфические схемы четвертичных отложений Азовского моря

Table 1. Stratigraphic schemes of Quaternary sediments in the Sea of Azov

Отдел	Полупл.	Нижняя граница	Шнюков и др., 1974	Семенов, Сиденко, 1979	Стратиграфия СССР, 1984	Динамика ландшафтных компонентов... 2002	Павлидис, Никифоров, 2007	Даная работа
Голоцен, Q ^{IV}	Поздний	4 200 л. н.	Новоазовские слои 2 000 – 0 л. н.	Новоазовские (= Джеметинские) слои 3 450 – 0 л. н.	Новоазовские слои 3 100 – 0 л. н.	Современный бассейн 3 000 – 0 л. н.	Новоазовский бассейн 3 000 – 0 л. н.	Новоазовские слои 3 100 (3 400) (*3210 л. н.) – 0 л. н.
	Средний	8 200 л. н.	Древне-азовские слои	Древнеазовские (= Каламитские и витязевские) слои 6 200 л. н.	Древнеазовские слои 6 500 л. н.	Джеметинский бассейн 4 000 – 3 000 л. н.	Древнеазовский бассейн 6 500 – 3 000 л. н.	Древнеазовские слои 6 500 (*5670 л. н.) – 3 100 (3 400) л. н.
	Ранний	11 780 л. н.		Бугазские слои 8 280 л. н.	Поздний этап новоэвксинского бассейна 7 800 – 7 500 л. н.	Бугазско-витязевский бассейн 10 000 – 9 000 л. н.	Лиманная стадия 7 000 – 6 500 л. н.	Морские и континентальные отложения, не относящиеся к периоду существования Азовского моря
	Плейстоцен, Q ^{III}	130 000 л. н.	Новоэвксинские слои	Новоэвксинские слои 13 100 – 9 820 л. н.		Новоэвксинский бассейн ≈ 18 000 л. н.	Поздний этап Новоэвксинского бассейна 7 600 – 7 000 л. н.	
			Новоэвксинские слои	Карангатские слои 45 000 – 27 000 л. н.		Карангатский бассейн 130 000–80 000 л. н.		

Примечание. “≡” – тождественны, сопоставимы; * – значения радиоуглеродного возраста, выше – калиброванный (календарный) возраст.

3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы для статьи были получены в ходе научных исследований, проводимых в ЮНЦ РАН в 2006–2023 гг. (Матишов и др., 2018, 2023; Палеогеография Приазовья..., 2019). Основой для данной работы послужили 4 колонки (Tz-VII, St-1, K-155, K-59.19) донных отложений (рис. 1) и одна скважина (Д-5.20), пробуренная на дистальной части косы Долгой, в которых были выявлены морские отложения древнеазовского возраста.

Грунтовые колонки отобраны при помощи гравитационной грунтовой трубки в ходе рейсов ЮНЦ РАН на НИС “Денеб” в Азовском море, бурение скважин на побережье проводили ударно-канатным способом с использованием буровой установки ПБУ-2 (Матишов и др., 2023).

Обработка проб для спорово-пыльцевого анализа выполнена по стандартной сепарационной методике В. П. Гричука (1940). При разделении компонентов палиноспектров за 100% была принята сумма пылцы древесных, травянистых растений и спор. Содержание переотложенных форм рассчитано в процентах от общей суммы пыльцевых зерен и спор в образце. Для характеристики состава пылцы и спор использованы средние значения содержания таксонов отдельно в ново- и в древнеазовских слоях.

При выделении створок диатомовых водорослей из грунта применена методика обогащения пробы с помощью тяжелой жидкости ПД-6 (с удельным весом 2.6 г/см³) (Жузе, 1953). Для видовой идентификации диатомовых водорослей в световом микроскопе изготовлены постоянные препараты с использованием высокопреломляющей смолы Naphrax. Определение таксономической принадлежности микроводорослей выполнено с использованием светового (Leica DME) и сканирующего электронного микроскопов (Carl Zeiss EVO 40 XVP).

Отбор раковинного материала осуществлен послойно из грунтовых колонок и скважин с указанием степени сохранности раковин моллюсков, их видовой принадлежности и определением доли отдельных таксонов в малакоценозе.

Абсолютный возраст отложений установлен радиоуглеродным методом (¹⁴C) по образцам раковин моллюсков в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана Санкт-Петербургского государственного университета (Матишов и др., 2018, 2023). В публикации (за исключением табл. 1) использованы калиброванные (календарные) значения возраста, полученные с помощью программы OxCal 4.3 (калибровочная кривая IntCal 13, Christopher Bronk Ramsey, <https://c14.arch.ox.ac.uk>)

и OxCal 4.4.4 (калибровочная кривая IntCal 20, Bomb21NH1, Christopher Bronk Ramsey, <https://c14.arch.ox.ac.uk>). Максимальный возраст изученных осадков составил 6.5 тыс. л. н.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Литология и осадконакопление

Установлено, что в центральной части акватории Азовского моря верхние 2–2.8 м донных отложений сложены осадками новоазовского времени, сформировавшимися в последние 3 тыс. лет (Матишов и др., 2009, 2016, 2018, 2023; Палеогеография Приазовья..., 2019). В единичных случаях в нижних частях колонок мощностью до 3 м, отобранных в центральном, восточном и южном районах моря, отмечены древнеазовские отложения. Иная картина наблюдается в акватории Таганрогского залива. Здесь мощность новоазовских отложений сравнительно невелика (20–45 см), а нижние слои 1–2-метровых грунтовых колонок повсеместно сложены отложениями древнеазовского возраста, что указывает на транзитный характер осадконакопления в указанный временной период (Матишов и др., 2018).

Древнеазовская стадия развития Азовского моря охватывает временной интервал от 6.5 до 3.1 (3.4) тыс. л. н. и характеризуется максимальным расширением морских границ в голоцене. Проявлением этого являются древние береговые валы, вскрытые многочисленными скважинами на расстоянии 35–40 км от современного берега Азовского моря в районе дельты р. Кубани (Измайлов, 2005). Большое влияние на все процессы, происходившие в это время в Азовском море, оказала древнеазовская (иначе называемая новочерноморской, или джеметинской) трансгрессия.

Использование результатов абсолютного датирования донных отложений позволило произвести оценку интенсивности поступления осадочного материала на акваторию моря за последние 6 тыс. лет его развития. По нашим данным, усредненные значения скоростей осадконакопления на протяжении древне- и новоазовского этапов развития Азовского моря могли меняться от 0.2 до 2 мм/год в зависимости от районов аккумуляции аллохтонного и автохтонного материалов (Матишов и др., 2009, 2016). Минимальные значения скоростей седиментации приурочены к зонам транзита и слабой аккумуляции осадочного материала и совпадают с направлениями основных морских течений. В геоморфологическом плане эти зоны приурочены к участкам абразионных и абразионно-аккумулятивных равнин. Максимальные значения скорости

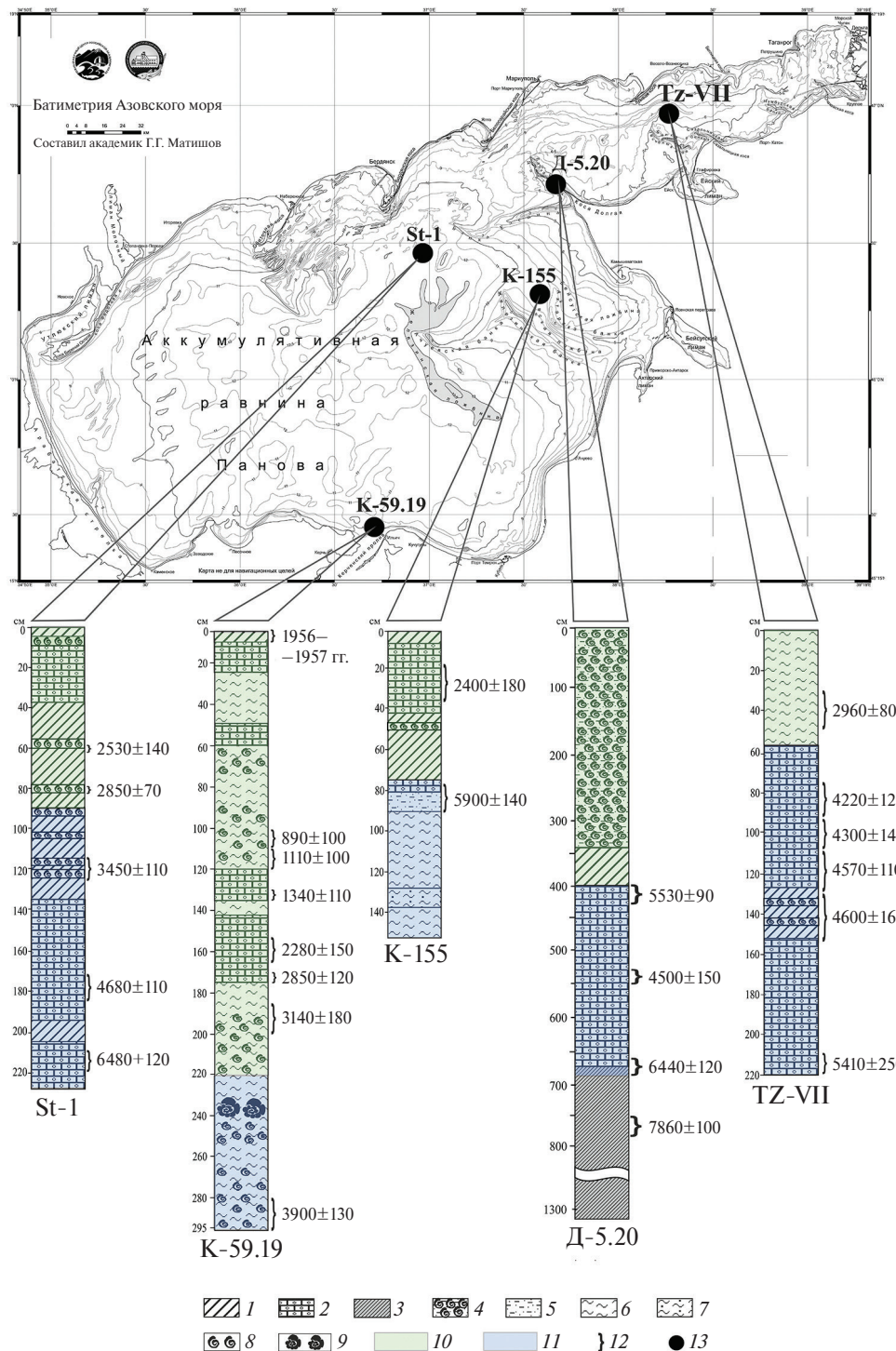


Рис. 1. Районы отбора, литология, стратиграфия и абсолютный (калиброванный) возраст отложений грунтовых колонок и скважины.

1 – глинистый ил; 2 – ракушечный детрит, заиленная ракуша; 3 – суглинок; 4 – ракушечный детрит с песчаным суглинком; 5 – песок илистый; 6 – алевроитово-глинистый ил; 7 – алевроит песчаный; 8 – раковины моллюсков; 9 – раковины фораминифер; 10 – новоазовские слои; 11 – древнеазовские слои; 12 – интервал проб с возрастной датировкой (калиброванный возраст); 13 – месторасположение станций отбора колонок.

Fig. 1. Sampling areas, lithology, stratigraphy, and the absolute age of the cores and wells. Legend.

1 – clayey silt; 2 – shell detritus, silted shell; 3 – loam; 4 – shell detritus with sandy loam; 5 – silty sand; 6 – aleurite-clayey silt; 7 – sandy aleurite; 8 – mollusc shells; 9 – foraminifera shells; 10 – New Azov layers; 11 – Ancient Azov layers; 12 – age-dated sample interval; 13 – location of column sampling sites.

осадконакопления характерны для центрального района моря, являющегося основной зоной аккумуляции и совпадающего с областью максимальных глубин (Матишов и др., 2009, 2016).

Новоазовские слои, как правило, сложены пелитовыми, алевроитово-глинистыми и мелкоалевритовыми илами с маломощными (от 1–2 до 5–20 см) прослоями ракушечного детрита. По мере приближения к побережью в отложениях отмечается увеличение содержания ракушечного материала, песка и алевроита, что может быть связано с перемещением донных наносов и увеличением биомассы донных организмов от центра моря к его береговой зоне (Матишов и др., 2019).

Литологический состав *древнеазовских отложений* отличается от новоазовских более крупным фракционным составом. В древнеазовских слоях отмечается увеличение (относительно вышележащих новоазовских слоев) содержания ракушечного материала, алевроита и песка. Так, нижняя часть отобранной грунтовой колонки St-1 (рис. 1), сложенная осадками древнеазовского возраста (6480 ± 120 , 4680 ± 110 л. н.), представлена заиленной ракушей с вклиниванием прослоев глинистого ила. В составе отложений, сформировавшихся около 6 тыс. л. н. (5900 ± 140) и вскрытых грунтовыми трубками восточнее банки Железинской (К-155), отмечаются заиленные мелкозернистые пески с включениями раковинного материала. В центральной части акватории Таганрогского залива (керн Tz-VII) в отложениях древнеазовского возраста, сформировавшихся в интервале 5.5–4 тыс. л. н., также наблюдается отчетливое преобладание ракуши и ракушечного детрита с вклиниванием глинистого ила, содержащим прослой биогенного кальцита мощностью в 1–2 см. В южном районе моря (колонка К-59.19), где глубина достигает 10.6 м, нижняя часть разреза древнеазовского возраста представлена заиленной ракушей, выше которой залегают мягкопластичные глинистые и алевроитово-глинистые илы с прослойками раковинного материала.

Разрез скважины Д-5.20, пробуренной на дистанции косы Долгая, сложен образованиями плейстоцен-голоценового возраста (Матишов и др., 2023). Анализ данных бурения и датирования береговых отложений косы Долгой позволяет сделать вывод, что ее активное формирование проходило на протяжении последних 3 тыс. лет, в течение новоазовской стадии развития Азовского моря (Матишов и др., 2023). Однако самые древние отложения аккумулятивного тела были образованы около 6.5 тыс. л. н. в начальную стадию развития древнеазовской (новочерноморской) трансгрессии.

Подтвержденные результатами радиоуглеродного датирования и биостратиграфическими данными

отложения древнеазовского возраста в скважине Д-5.20 (см. рис. 1) вскрыты в интервале глубин от 4 до 7 м. Они представлены заиленной ракушей и темно-серыми (до черных) мягкопластичными глинами, содержащими включения раковинного материала. Под ними до глубины 13 м были прослежены коричневые тугопластичные тяжелые суглинки с пятнами гидроокислов железа и зернами марганца. С глубины 9.80 м в суглинках отмечаются прослой разнозернистого обводненного песка (Матишов и др., 2023).

4.2. Диатомовый анализ

Полученные нами ранее данные (Палеогеография Приазовья..., 2019) диатомового анализа позволили выявить общие тенденции в смене видового состава микроводорослей. Учитывая, что новоазовские отложения распространены в Азовском море повсеместно, а флора диатомовых этих слоев специфична и не имеет аналогов в черноморском бассейне, целесообразно начать описание именно с этого этапа. Это позволит выявить отличия видового состава диатомовых водорослей, обитавших в древнеазовское время, в сравнении с флорой из новоазовских слоев.

Для *новоазовских отложений* (от 3.1 (3.4) тыс. л. н. до настоящего времени) на акватории открытой части моря (за исключением Таганрогского залива) отмечено характерное чередование слоев, в которых попеременно доминируют *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, *Actinopteryx senarius* и покоящиеся споры представители рода *Chaetoceros*. Помимо этого, одним из часто встречающихся видов является *Thalassiosira decipiens*.

Особое внимание было уделено встречаемости редких (возможно эндемичных) таксонов: *Actinocyclus octonarius* var. *tonsuratus* и *A. pseudopodolicus*. Анализ распространения *A. octonarius* var. *tonsuratus* и *A. pseudopodolicus* в кернах показал, что самые ранние находки этих таксонов приходятся на нижние слои новоазовских отложений, которые соответствуют началу фанагорийской регрессии (около 3 тыс. л. н.). Для этого этапа развития Азовского моря характерно массовое развитие вида и разновидностей *Actinocyclus octonarius*. Исчезновение *A. octonarius* var. *tonsuratus* и *A. pseudopodolicus* во флористических комплексах диатомовых водорослей отмечено в период ордынской трансгрессии (от 600 до 400 л. н.). Таким образом, мы рассматриваем эти виды в качестве индикаторных таксонов, которые маркируют новоазовские слои.

Новоазовские отложения в Таганрогском заливе существенно отличаются от аналогичных из открытой части моря по распределению доминирующих видов диатомовых (Ковалева, Назаренко,

2019). Если в открытой части моря в новоазовских отложениях доминируют слои с разными вариантами *Actinocyclus octonarius*, а также с *Actinopterychus senarius*, то в заливе эти таксоны представлены единичными створками или фрагментами створок. Самыми массовыми таксонами в колонке Tz-VII (рис. 1) были два вида из рода *Thalassiosira*: *T. incerta* и *T. decipiens*. Пики численности этих видов сопоставляются нами с трансгрессивными стадиями. Обычные для новоазовских слоев споры *Chaetoceros* в керне Tz-VII не достигали такого обилия, как в колонках из открытой части Азовского моря. Тем не менее они, как и *T. incerta*, появлялись в периоды трансгрессий, когда территория Таганрогского залива превращалась в полноводный проточный водоем (вероятно, солоноватоводный). Помимо описанных выше таксонов следует отметить, что в колонке Tz-VII часто присутствуют пеннатные диатомовые из родов *Navicula*, *Nitzschia*, *Tryblionella* и др., характерные для бентосных и перифитонных биотопов. Мы связываем это с мелководностью залива и близостью побережья, где есть подходящие субстраты для развития этих экологических групп микроводорослей. Еще одной отличительной особенностью четвертичных осадков Таганрогского залива можно считать наличие нескольких слоев (26–45 см; 110–126 см; 170–190 см; 200–220 см), в которых створки диатомовых были обнаружены единично, либо они совсем отсутствовали, что может свидетельствовать о субаэральных условиях.

Отличительной особенностью древнеазовских отложений Азовского моря можно считать отсутствие в комплексе таких видов, как *Actinocyclus octonarius* var. *tonsura* и *A. pseudopodolicus*. Поскольку в новоазовских слоях самым массовым представителем рода *Thalassiosira* является *T. decipiens*, то еще одним маркером древнеазовских слоев можно считать частую встречаемость другого представителя этого рода — *Thalassiosira eccentrica*, а также морских видов из рода *Coscinodiscus*.

Еще один вид, который может иметь стратиграфическую значимость в качестве маркера древнеазовских отложений, — *Paralia sulcata*. Он редко встречается в современном планктоне, и только в южной части Азовского моря. В связи с этим мы считаем *P. sulcata* индикатором проникновения черноморских вод. Возраст древнеазовских отложений (из керна К-59.19, см. рис. 1), в которых регулярно встречается *P. sulcata*, составляет от 3900 ± 130 до 3140 ± 180 л. н., что сопоставимо с периодом новочерноморской (иначе называемой древнеазовской или джеметинской) трансгрессии. Подтверждением этого служит и тот факт, что в керне К-59.19 в слоях, где обнаружена

P. sulcata так же отмечены и фораминиферы. Фораминифер редко находят в современном Азовском море, но они обычны для Черного моря.

Следует отметить, что в керне К-155 отмечено полное исчезновение в осадках створок диатомовых водорослей на глубине ниже 75 см, возраст которых датирован 5900 ± 140 л. н. Это подтверждает представления о том, что восточная часть моря начала затопливаться не ранее 6 тыс. л. н. (Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007).

Как было описано выше, новоазовские отложения Таганрогского залива отличаются по видовому составу диатомовых водорослей от таковых собственно моря, что в полной мере относится и к древнеазовским слоям. Помимо того, что в древнеазовских слоях Таганрогского залива практически отсутствуют представители рода *Actinocyclus*, наиболее массовыми видами там были *Thalassiosira incerta* и *T. decipiens*.

Если для древнеазовских отложений открытой части моря (особенно в южных районах) маркерным видом можно считать *Paralia sulcata*, то в Таганрогском заливе ее аналогом является *Grammatophora marina*. Современный ареал обитания *G. marina*, также как и у *P. sulcata*, ограничивается южным районом Азовского моря (северная часть Керченского пролива), где средняя соленость воды составляет не менее 12–14‰. Обнаружение *G. marina* в древнеазовских отложениях колонки Tz-VII может быть связано с проникновением морских вод на территорию Таганрогского залива в ходе новочерноморской трансгрессии (Ковалева, Назаренко, 2019).

Наиболее древние (6440 ± 120 л. н.) из изученных нами древнеазовских отложений в скважине Д-5.20 вскрыты в горизонте 670–740 см. Там обнаружен солоноватоводно-морской комплекс диатомовых водорослей (отличной сохранности), сходный с обнаруженным в нижних слоях колонки Tz-VII. Наиболее массовыми по численности были планктонные формы (споры *Chaetoceros*, *Thalassiosira decipiens*, *T. incerta*, *Coscinodiscus* sp.), но по видовому разнообразию тут преобладали бентосные и эпифитные формы из родов *Cocconeis*, *Tryblionella*, *Diploneis*, *Gyrosigma*, *Surirella*, *Campylodiscus*. Здесь так же, как и в керне Tz-VII, встречается *Grammatophora marina*.

Стоит отметить, что комплекс видов с присутствием *Campylodiscus daemelianus*, *Grammatophora marina*, *Diploneis bombus*, *Tryblionella punctata* найден ранее в бугазско-вятиевских отложениях (аналогичных древнеазовским) в северо-западной части Черного моря (Тимченко, 2012). Такой комплекс видов может свидетельствовать о существовании

здесь неглубокого залива (или лагуны), закрытого от глубоководной части моря.

4.3. Малакологический анализ

Сопоставление данных по видовому составу моллюсков из древне- и новоазовских отложений с результатами радиоуглеродных датировок впервые позволило описать малакоценозы, обитавшие в акватории Азовского моря на протяжении точно установленных временных интервалов.

Комплекс видов из нижних слоев *древнеазовских отложений* возрастом 6440 ± 120 л. н. описан из керна Д-5.20 косы Долгой. Для этого возраста характерна фауна моллюсков с преобладанием эвригалинных видов *Hydrobia acuta*, *Cerastoderma glaucum*, *Abra segmentum* и умеренно эвригалинного *Bittium reticulatum*, а также присутствием *Lentidium mediterraneum*. Аналогичный фаунистический комплекс описан из витязевских слоев Черного моря (Невесская, 1965). В этом же горизонте керна Д-5.20 присутствуют единичные раковины менее эвригалинного вида *Chamelea gallina*, которые, по данным Невесской (1965), преобладают в каламитских слоях, и галофильного вида *Gastrana fragilis*. Такой комплекс малакофауны подтверждает, что древнеазовские отложения тождественны каламитским и витязевским слоям черноморского бассейна.

В северо-восточной части Азовского моря (колонка К-155) в слоях, раковинный материал из которых датирован возрастом 5900 ± 140 л. н., также численно преобладают эвригалинные виды *Cerastoderma glaucum*, многочисленны *Hydrobia acuta* и *Bittium reticulatum*, а в нижележащих слоях обычны *Abra segmentum* и *Gastrana fragilis*.

Слои, для которых получена датировка 4600 ± 160 л. н., и более современные, отличаются по составу малакофауны. В центральной части Таганрогского залива (кern Tz-VII) для указанного временного интервала обычен вид *Mytilus galloprovincialis*. Его появлением в черноморских отложениях Невесская (1965) маркирует каламитские слои, формировавшиеся в условиях повышения солености. В районе косы Долгой (скважина Д-5.20) в отложениях возраста 4500 ± 150 л. н. отмечены умеренно эвригалинные виды *Rissoa lineolata* и *Polititapes aureus*, а также галофильный *Gastrana fragilis*.

В центральной части Таганрогского залива (Tz-VII), в слое, датированном 4220 ± 120 л. н., отмечено доминирование комплекса видов двустворчатых моллюсков *Cerastoderma*—*Mytilus*—*Abra* и появление гастропод семейства Rissoidea. Древнеазовские отложения возрастом 3900 ± 130 л. н. из колонки, отобранной в районе Керченского пролива (К-59.19), содержат многочисленные раковины *Abra nitida* (= *Abra milashevichi*), присутствием которых Невес-

ская (1965) маркирует казантипские (= каламитские) слои, соответствующие древнеазовским слоям.

Видовой состав малакофауны нижних слоев *новоазовских отложений* (возраст 3140 ± 180 л. н.) в прикерченском районе (К-59.19) отличается от древнеазовских слоев изменением комплекса видов. Тут отмечено доминирование *Hydrobia acuta*, заметное снижение численности *Abra nitida*, а также отсутствие галофильных видов, что может свидетельствовать об ухудшении условий обитания для моллюсков в период начала фанаторийской регрессии.

В центральной части Таганрогского залива (Tz-VII) отмечено формирование обедненного малакоценоза (из слоев, датированных возрастом 2960 ± 80 л. н.) с доминированием пелофильных двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum*, *Abra segmentum* и эврибионтной гастроподы *Hydrobia acuta*, что может указывать на изменение гидродинамических условий, связанных с понижением уровня моря.

В отложениях из северо-восточной части моря (К-155) возрастом 2400 ± 180 л. н. многочисленны виды, характерные для современных сообществ моллюсков Азовского моря. Помимо них в малакоценозе того времени присутствуют галофильные виды *Gastrana fragilis* и *Chamelea gallina*, не представленные в современной малакофауне Азовского моря. В южной части моря (колонка К-59.19) слои, для которых получена датировка 1340 ± 110 л. н., и более молодые содержат комплексы моллюсков, сходные с обитающими в районе Керченского пролива в современный период.

В целом, анализируя структуру малакоценозов из древне- и новоазовских слоев, нельзя однозначно отметить виды, маркирующие их разграничение. Для центральной части Таганрогского залива отличительной особенностью новоазовских слоев является низкое таксономическое разнообразие, отсутствие морских гастропод (за исключением *Hydrobia acuta*) и исчезновение из отложений раковин *Mytilus galloprovincialis*. Для района косы Долгой в качестве маркеров древнеазовских отложений можно рассматривать гастропод семейства Rissoidea. В открытой части Азовского моря для разграничения древне- и новоазовских слоев можно использовать виды *Chamelea gallina*, *Gastrana fragilis*, *Polititapes aureus*, *Loripes obriculatus*, характерные для древнеазовских отложений. Однако в районе Керченского пролива, где *C. gallina*, *G. fragilis*, *P. aureus*, *L. obriculatus* обитают и в настоящее время, использовать их в качестве маркеров невозможно.

4.4. Спорово-пыльцевой анализ

Особенностью состава палиноспектров Азовского моря является чередование периодов увеличения и уменьшения доли пыльцы древесных компонентов при стабильном преобладании пыльцы трав (Матишов и др., 2018). Данная ритмичность прослеживается на протяжении всего изученного периода в древне- и новоазовских слоях. На спектры из донных отложений разных участков моря значительное влияние оказывают растительные сообщества, произрастающие на побережье, поэтому состав пыльцы и спор одновозрастных отложений различных районов может отличаться.

Палиноспектры осадков *древнеазовского времени* центральной части моря и Таганрогского залива содержат небольшую долю пыльцы древесных растений, средние значения которой не превышают 25%. Основную часть составляет пыльца мелколиственных деревьев (*Alnus* sp., *Betula* sp., до 5%), в меньшей степени на состав секторов оказывает влияние пыльца *Pinus* sp. (в среднем до 3%). В группе пыльцы трав отмечено преобладание пыльцы *Amaranthaceae* и *Artemisia* spp., средние значения содержания которых достигают 31%. Меньшее количество пыльцы мезофильного разнотравья (представители семейств *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Scrophulariaceae*) отмечено в осадках центральной части моря, а максимальное — в слоях скважины Д-5.20 (рис. 1), что, вероятно, связано с локальным влиянием луговой растительности.

Состав пыльцы и спор древнеазовских отложений колонки К-59.19, отобранной в Керченском проливе, значительно отличается от палиноспектров других изученных участков моря. В верхних горизонтах древнеазовских отложений среднее значение пыльцы деревьев выше, чем в остальных изученных колонках (29%). В отличие от спектров из прочих кернов, большую роль в формировании этой доли играет пыльца хвойных (*Pinus* sp., *Piceae* sp.), широколиственные и мелколиственные породы принимают меньшее участие. В осадках колонки К-59.19 отмечено нетипичное соотношение компонентов в группе пыльцы трав. Доля пыльцы *Amaranthaceae* ниже, чем в других изученных отложениях (в среднем 23%), пыльца *Artemisia* spp. не превышает средних значений в 4%, доля прочих травянистых растений также невелика. Здесь выявлено наибольшее (среди всех изученных отложений) количество спор и переотложенных палиноморф из более древних слоев (в среднем до 8%).

Для всех изученных древнеазовских осадков характерно практически полное отсутствие пыльцы индикаторов антропогенной деятельности: культурных злаков и сорных видов. Наиболее ранние находки пыльцы культурных злаков встречены

на границе перехода от древне- к новоазовским отложениям около 3 тыс. л. н.

В палиноспектрах *новоазовских слоев* центральной части моря и Таганрогского залива преобладает пыльца трав, содержание которой находится в среднем на уровне 80%. Доминирующими компонентами является пыльца *Amaranthaceae* (до 26%) и *Artemisia* spp. (до 31%). В отложениях колонки Тз-VII отмечено незначительное преобладание пыльцы *Amaranthaceae*, что объясняется влиянием галофитов в растительном покрове побережья Таганрогского залива. В спектрах донных отложений ранних этапов новоазовского времени для центрального района моря и Таганрогского залива установлен максимум содержания пыльцы *Artemisia* spp. Вопрос о возможности рассмотрения этого явления, как характерного признака границы древне- и новоазовских слоев, нуждается в дополнительных исследованиях.

Новоазовские слои в колонке К-59.19 содержат большое число пыльцы древесных растений, в среднем 36%, что может объясняться ее переносом с территорий Крыма и Северо-Западного Кавказа. Это значение складывается прежде всего за счет пыльцы *Pinus* sp., а также пыльцы широколиственных пород (*Quercus* sp., *Carpinus* sp., *Fagus* sp.). Основное отличие палиноспектров из донных отложений этого района от других участков акватории заключается в относительно невысоком содержании пыльцы *Artemisia* spp. (11%) и *Amaranthaceae* (16%).

В отложениях новоазовского времени заметно усиливается влияние пыльцы растений, связанных с деятельностью человека. Это, прежде всего, пыльца культурных злаков, которая в составе палиноспектров может достигать значений до 3%, а также большое разнообразие пыльцы сорных видов (*Rumex* sp., *Polygonum aviculare*, *Urtica dioica*, *Centaurea cyanus* и др.).

5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Опираясь на то, что в Азовском море бурением вскрыто несколько слоев разного возраста (древнеэвксинские, карангатские морские, пост-карангатские континентальные, новоэвксинские, древнеазовские и новоазовские слои), отдельные исследователи считают, что история этого морского бассейна началась десятки тысяч л. н. Многие ученые (Шнюков и др., 1974; Хрусталева, Щербачев, 1974; Семенов, Сиденко, 1979; Стратиграфия..., 1984; Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007; Палеогеография Приазовья..., 2019) признают тот факт, что в конце плейстоцена — начале голоцена в азово-черноморском бассейне прослеживается крупный регрессивный цикл, когда на месте современного Азовского моря была равни-

на (возможно, с неглубокими лиманами). Поскольку трансгрессивный этап и заполнение котловины Черного моря средиземноморскими водами произошли в начале голоцена (около 9–8 тыс. л. н.), только 7–7.5 тыс. л. н. южная часть Азовского моря снова стала заполняться морскими водами. Таким образом, как минимум несколько сотен лет, на месте нынешнего Азовского моря не существовало морского бассейна. Мы согласны с мнением (Динамика..., 2007; Павлидис, Никифоров, 2007), что только в период с 7 до 6.5 тыс. л. н. в южной части Азовского моря (на месте Керченского пролива и прилегающих районов) сформировался морской лиман, который постепенно увеличивался. Исходя из этого, временем начала существования Азовского моря как самостоятельного водоема можно считать 6.5 тыс. л. н.

Несомненно, существует относительная преемственность фауны моллюсков и флоры диатомовых водорослей Азовского моря от черноморского бассейна, но обеспечивалась она, преимущественно, за счет водообмена через Керченский пролив. Уже на ранних этапах существования древнеазовского водоема и фауна моллюсков, и флора диатомовых, имеют заметные отличия от аналогичных видовых комплексов, обитавших в то же время в новочерномоском бассейне. Позднечетвертичные комплексы диатомовых водорослей, обитавшие в конце плейстоцена–начале голоцена (Тимченко, 2012), существенно отличаются от флоры диатомовых водорослей древнеазовского бассейна. Только в самых нижних слоях древнеазовского возраста, обнаруженных на косе Долгой, выявлен флористический комплекс (с присутствием *Campylodiscus daemelianus*), частично схожий с обнаруженным в бугазско-витязевских отложениях (аналогичных древнеазовским) в северо-западной части Черного моря (Тимченко, 2012). Аналогов диатомового комплекса, обитавшего в новоазовское время в Черном море, не известно. Новоазовские слои характеризуются чрезвычайно высоким разнообразием вариантов вида *Actinocyclus*, включая массу переходных морфологических форм (Гогорев и др., 2018). Из отложений этого периода описаны новая разновидность *A. octonarius* var. *tonsura* и вид *A. pseudopodolicus*, которые используются как маркирующие для новоазовских слоев.

Заполнение бассейна Азовского моря происходило очень неравномерно (Павлидис, Никифоров, 2007), что подтверждают и наши данные. Так, в грунтовой колонке, отобранной восточнее Железинской банки (К-155, см. рис. 1), в слоях, соответствующих возрасту 5900 ± 140 л. н. и древнее, полностью отсутствуют створки диатомовых водорослей. Это может указывать на то, что в этот

период там не существовало водоема. Слои с перерывами в накоплении створок диатомовых водорослей отмечены нами и в центральной части Таганрогского залива (колонка Tz-VII, см. рис. 1). Возраст этих слоев (5410 ± 250 – 2960 ± 80 л. н.) позволяет отнести их к древнеазовским и предположить, что на этом этапе заполнение акватории Таганрогского залива проходило неравномерно с существенными колебаниями уровня вод.

Мы склонны сомневаться в том, что можно осуществить детальное стратиграфическое расчленение четвертичных отложений Азовского моря, опираясь только на анализ биостратиграфических данных, без учета радиоуглеродных датировок. Как показал анализ фауны моллюсков, в сильно опресненном Азовском море нельзя выделить виды, которые позволяли бы однозначно разделить древне- и новоазовские слои. Точное выделение новоазовских слоев на основе диатомового анализа возможно в открытой части моря, в Таганрогском заливе такое деление затруднено. Флора диатомовых из древнеазовских слоев заметно отличается от новоазовских только в районе, прилегающем к Керченскому проливу, в центральной части моря и далее к заливу влияние “древнеазовских” (черноморских) видов сводится к минимуму. Результаты спорово-пыльцевого анализа показали, что спектры ново- и древнеазовских осадков похожи по составу таксонов. На границе слоев можно отметить увеличение количества пыльцы индикаторов антропогенной деятельности (культурных злаков и рудеральных растений), которые стабильно встречаются в осадках, образованных только в последние 3 тыс. лет.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Временем начала существования Азовского моря как самостоятельного морского водоема следует считать 6.5 тыс. л. н. На ранних этапах становления этого бассейна наибольшее влияние на флору и фауну оказывало влияние черноморских вод. Однако с начала формирования новоазовских слоев (около 3 тыс. л. н.) биота Азовского моря стала приобретать своеобразие, формируя уникальные (заметно отличающиеся от черноморских) комплексы видов моллюсков и диатомовых водорослей. Детальное изучение видового разнообразия диатомовых водорослей из новоазовских слоев позволило описать новые таксоны микроводорослей: *Actinocyclus octonarius* var. *tonsura*, *A. pseudopodolicus*, *Thalassiosira azovica*. Вопрос об эндемичности и времени возникновения этих таксонов остается открытым, но за пределами бассейна Азовского моря (ни в ископаемых отложениях, ни в современных водоемах) эти виды пока не найдены.

Периодически менявшиеся на протяжении древне- и новоазовского времени (последние 6.5 тыс. лет) климатические и, соответственно, гидрологические условия нашли отражение в последовательной смене доминирующих видов микроводорослей и моллюсков. Несмотря на небольшую площадь акватории Азовского моря как для древнеазовских, так и для новоазовских отложений, выявлены различные маркерные таксоны моллюсков и диатомовых водорослей, характерные для разных районов. В первую очередь, существенно отличается видовой состав стратиграфически значимых таксонов в Таганрогском заливе и открытой части моря. И даже в открытой части моря (исключая залив) заметны отличия видового состава моллюсков и диатомовых по мере удаления от Керченского пролива и влияния черноморских вод. Южный и прикерченский районы Азовского моря заметно отличаются и по составу пыльцевых спектров, поскольку именно там наиболее сильно сказывается влияние Крыма и Кавказа, которое выражается в увеличении доли пыльцы древесных растений.

Как показал анализ собственных и литературных данных, для наиболее точного стратиграфического расчленения четвертичных отложений Азовского моря предпочтительней использовать комплекс биостратиграфических данных совместно с результатами радиоуглеродного датирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РНФ № 23-17-00232. В ходе исследования использовалось оборудование Центра коллективного пользования объектов № 501994 ЮНЦ РАН (<https://ckprf.ru/catalog/ckp/501994/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вронский В.А. (1976). Маринопалинология южных морей. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та. 200 с.
- Гогорев Р.М., Ковалева Г.В., Назаренко А.В. (2018). *Actinocyclus pseudopodolicus* sp. nov. и внутривидовой комплекс *A. octonarius* (Bacillariophyta) из голоценовых отложений Азовского моря. *Новости систематики низших растений*. Т. 52. Вып. 1. С. 33–61. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2018.52.1.33>
- Гричук В.П. (1940). Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа. *Проблемы физической географии*. Вып. 8. С. 53–58.
- Динамика ландшафтных компонентов бассейнов Северной Евразии за последние 130000 лет. Атлас-монография. Вып. II. Общая палеогеография. (2002). Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС. 232 с.
- Жузе А.П. (1953). К методике технической обработки горных пород в целях диатомового анализа. В сб.: *Диатомовый сборник*. Л.: Изд-во ЛГУ. С. 206–220.
- Измайлов Я.А. (2005). Эволюционная география побережий Азовского и Черного морей. Кн. 1. Анапская пересыпь. Сочи: Лазаревская полиграфия. 174 с.
- Исагулова Е.З. (1978). Палинология Азовского моря. Киев: Наукова думка. 88 с.
- Ковалева Г.В., Назаренко А.В. (2019). Диатомовый анализ голоценовых отложений Таганрогского залива. *Наука Юга России*. Т. 15. № 2. С. 53–66. <https://doi.org/10.7868/S25000640190206>
- Мамыкина В.А., Хрусталев Ю.П. (1980). Береговая зона Азовского моря. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та. 176 с.
- Матишов Г.Г., Дюжова К.В., Ковалева Г.В., Польшин В.В. (2016). Новые данные об осадконакоплении и биостратиграфии древне- и новоазовских отложений (Азовское море). *Доклады академии наук*. Т. 467. № 4. С. 463–467. <https://doi.org/10.7868/S0869565216100194>
- Матишов Г.Г., Дюжова К.В., Новенко Е.Ю. (2018). Изменение ландшафтно-климатических условий Приазовья в среднем и позднем голоцене. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. № 3. С. 67–78. <https://doi.org/10.7868/S2587556618030081>
- Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Арсланов Х.А. и др. (2018). Результаты радиоуглеродного датирования голоценовых отложений Азовского моря. *Доклады академии наук*. Т. 479. № 6. С. 655–658. <https://doi.org/10.7868/S0869565218120113>
- Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. (2009). Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене. *Доклады академии наук*. Т. 428. № 6. С. 820–823.
- Матишов Г.Г., Польшин В.В., Титов В.В. и др. (2023). Результаты комплексного исследования береговых кос Таганрогского залива Азовского моря. *Наука Юга России*. Т. 19. № 1. С. 17–28. <https://doi.org/10.7868/25000640230103>
- Матишов Г.Г., Титов В.В. (2023). Климатические изменения в Приазовье за последние 126 тысяч лет и проблема маловодья. *Вестник Российской академии наук*. Т. 93. № 12. С. 1127–1135. <https://doi.org/10.31857/S0869587323120058>
- Невесская Л.А. (1965). Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. *Труды Палеонтологического института АН СССР*. Т. 105. 391 с.
- Павлидис Ю.А., Никифоров С.Л. (2007). Обстановка морфолитогенеза в прибрежной зоне Мирового океана. М.: Наука. 455 с.
- Палеогеография Приазовья в голоцене. (2019). Под ред. акад. Г.Г. Матишова. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 384 с.
- Семененко В.Н., Сиденко О.Г. (1979). Отражение глубинных структур в морских четвертичных отложениях центральной части Азовского моря В сб.: *Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей*. М.: Наука. С. 87–98.
- Стратиграфия СССР. Четвертичная система (полумом 2). (1984). Под ред. И. И. Краснова. М.: Недра. 556 с.

- Тимченко Ю.А. (2012). Нижне-среднеголоценовые комплексы диатомей тендровско-каркинитской части шельфа Черного моря и их стратиграфическое значение. *Тектоника и стратиграфия*. Вып. 39. С. 137–144. <https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2012.93160>
- Хрусталева Ю.П., Щербаков Ф.А. (1974). Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та. 148 с.
- Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н., Усенко В., и др. (1974). Геология Азовского моря. Киев: Наукова думка: 248 с.
- Янина Т.А. (2023). Динамика природной среды Азовского моря в условиях последнего климатического макроклимата. *Вестник Российской академии наук*. Т. 93. № 12. С. 1136–1144. <https://doi.org/10.31857/S0869587323120113>

PALEOGEOGRAPHY AND BIOSTRATIGRAPHY OF THE SEA OF AZOV BOTTOM SEDIMENTS IN THE ANCIENT AND NEW AZOV PERIODS¹

G. G. Matishov^{a, #}, G. V. Kovaleva^a, E. P. Kovalenko^a,
K. V. Dyuzhova^a, V. V. Polshin^a, and V. V. Titov^a

^a Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[#] E-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

The article summarizes the data on paleogeography, lithology, and biostratigraphy of the Ancient Azov and New Azov deposits of the Sea of Azov (6.5 kyr BP). It is shown that the Black Sea species had a great influence on the flora and fauna during the early stages of the basin formation and the biota of the Sea of Azov began to acquire specific features only 3 thousand years ago. The article describes changes in the fauna of molluscs, the flora of diatoms and pollen spectra at different time stages. Marker taxa for the Ancient and New Azov sediments from different areas of the Sea of Azov are given. Diatom analysis indicates that such species of diatoms as *Paralia sulcata*, *Grammatophora marina*, *Thalassiosira eccentrica*, and *Chaetoceros* spp. have stratigraphic significance for the Ancient Azov sediments. The New Azov sediments of the open part of the Sea of Azov are characterized by the presence of other diatoms taxa: *Actinocyclus octonarius* var. *ralfsii*, *A. octonarius* var. *tonsure*, *A. pseudopodolicus*, *Actinopterychus senarius*, *Thalassiosira decipiens*, and *Chaetoceros* spp. Malacological studies indicate that the species *Chamelea gallina*, *Gastrana fragilis*, *Polititapes aureus*, and *Loripes obriculatus* may be used to distinguish the Ancient and New Azov layers in the open part of the Sea of Azov. Low taxonomic diversity, the absence of gastropods (with the exception of *Hydrobia acuta*) and the disappearance of *Mytilus galloprovincialis* shells from sediments characterize the New Azov strata of the Central Taganrog Bay. The results of the spore-pollen analysis indicate that the boundary of the Ancient and New Azov sediments can be identified only by the appearance of pollen – indicators of anthropogenic activity (cultivated cereals and ruderal plants) – registered in sediments of the past 3 thousand years. The authors conclude that it is preferable to use integrated biostratigraphic data combined with the results of radiocarbon dating for the most precise stratigraphic separation of the Quaternary sediments in the Sea of Azov.

Keywords: Ancient Azov layers; New Azov layers; Holocene; diatoms; molluscs; pollen; Sea of Azov

ACKNOWLEDGMENTS

The study was carried out with the support of RSF No. 23-17-00232. During the research, the equipment of the Center for Collective Use of Facilities No. 501994 of the YuNTS RAS was used (<https://ckp-rf.ru/catalog/ckp/501994/>).

REFERENCES

- Gogorev R.M., Kovaleva G.V., Nazarenko A.V. (2018). *Actinocyclus pseudopodolicus* sp. nov. and infraspecific complex of *A. octonarius* (Bacillariophyta) from Holocene

sediments of the Sea of Azov. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. Vol. 52. Iss. 1. P. 33–61. (in Russ.)

Grichuk V.P. (1940). Method of processing sedimentary rocks poor in organic residues for the purposes of pollen analysis. *Problemy fizicheskoi geografii*. Iss. 8. P. 53–58. (in Russ.)

Isagulova E.Z. (1978). *Palinologiya Azovskogo morya* (Palynology of the Azov Sea). Kiev: Naukova dumka (Publ.). 88 p. (in Russ.)

Izmailov Ya.A. (2005). *Evolutsionnaya geografiya poberezhii Azovskogo i Chernogo morei. Kniga 1. Anapskaya peresyp'* (Evolution geography of the Black Sea and Sea of Azov coasts. Book 1. Anapa sand barrier). Sochi: Lazarevskaya poligrafiya (Publ.). 174 p. (in Russ.)

¹ For citation: Matishov G.G., Kovaleva G.V., Kovalenko E.P., Dyuzhova K.V., Polshin V.V., and Titov V.V. (2025). Paleogeography and biostratigraphy of the Sea of Azov bottom sediments in the Ancient and New Azov Periods. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 56. No. 1. P. 5–29. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2949178925010085>. <https://elibrary.ru/DNVQDH>

- Khrustalev Yu.P., Shcherbakov F.A. (1974). Pozdnechetvertichnye otlozheniya Azovskogo morya i usloviya ikh nakopleniya (Late Quaternary deposits of the Sea of Azov and conditions of their accumulation). Rostov-on-Don: Rostovskii universitet (Publ.). 148 p. (in Russ.)
- Kovaleva G.V., Nazarenko A.V. (2019). The diatoms analysis of Holocene deposits of Taganrog Bay. *Nauka Yuga Rossii*. Iss. 15. No. 2. P. 45–58. (in Russ.)
<https://doi.org/10.7868/S25000640190206>
- Krasnov I.I. (Ed.). (1984). Stratigrafiya SSSR. Chetvertichnaya sistema (polutom 2). (Stratigraphy of the USSR. Quaternary system. Iss. 2). Moscow: Nedra (Publ.). 556 p. (in Russ.)
- Mamykina V.A., Khrustalev Yu.P. (1980). Beregovaya zona Azovskogo morya (Coastal zone of the Sea of Azov). Rostov-on-Don: Rostovskii universitet (Publ.). 176 p. (in Russ.)
- Matishov G.G., Dyuzhova K.V., Kovaleva G.V., Pol'shin V.V. (2016). New data on sedimentation and biostratigraphy of Ancient and New Azov deposits (Sea of Azov). *Doklady Earth Sci.* Vol. 467. P. 371–375.
<https://doi.org/10.1134/S1028334X16040048>
- Matishov G.G., Dyuzhova K.V., Novenko E.Yu. (2018). Changing of landscape-climatic condition of coasts of the Azov Sea in the middle and late Holocene. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. No. 3. P. 67–78. (in Russ.).
<https://doi.org/10.7868/S2587556618030081>
- Matishov G.G., Kovaleva G.V., Arslanov Kh.A. et al. (2018). Results of Radiocarbon Dating of Holocene Deposits from the Sea of Azov. *Doklady Earth Sci.* Vol. 479. Part 2. P. 452–455.
<https://doi.org/10.1134/S1028334X1804027X>
- Matishov G.G., Kovaleva G.V., Pol'shin V.V. (2009). New Data on the Sedimentation Rate in the Sea of Azov in the Late Holocene. *Doklady Earth Sci.* Vol. 429. No. 8. P. 1369–1372.
<https://doi.org/10.1134/S1028334X09080285>
- Matishov G.G., Polshin V.V., Titov V.V. et al. (2023). Results of an integrated study of the coastal spits of the Taganrog Bay of the Sea of Azov. *Nauka Yuga Rossii*. Vol. 19. No. 1. P. 17–28. (in Russ.).
<https://doi.org/10.7868/25000640230103>
- Matishov G.G., Titov V.V. (2023). Climate changes in the Sea of Azov region over the last 126 thousand years and the problem of low flow. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*. Vol. 93. No. 12. P. 1127–1135. (in Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0869587323120058>
- Matishov G.G. (Ed.). (2019). Paleogeografiya Priazov'ya v golotsene (Paleogeography of the Sea of Azov Region in the Holocene). Rostov-on-Don: SSC RAS (Publ.). 224 p. (in Russ.).
- Nevevskaya L.A. (1965). Late Quaternary bivalve mollusks of the Black Sea, their taxonomy and ecology. Proceedings of the Paleontological Institute of the USSR Academy of Sciences. *Trudy Paleontologicheskogo instituta AN SSSR*. Iss. 105. 391 p. (in Russ.).
- Pavlidis Yu.A., Nikiforov S.L. (2007). Obstanovki morfologogeneza v pribrezhnoi zone Mirovogo okeana (The situation of morpholithogenesis in the coastal zone of the World Ocean). Moscow: Nauka (Publ.). 455 p. (in Russ.).
- Semenenko V.N., Sidenko O.G. (1979). Reflection of deep structures in marine quaternary sediments of the central part of the Sea of Azov. In: *Pozdnechetvertichnaya istoriya i sedimentogenez okrainnykh i vnutrennikh morei*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 87–98. (in Russ.).
- Shnyukov E.F., Orlovskiy G.N., Usenko V.P. et al. (1974). Geologiya Azovskogo morya (Geology of the Sea of Azov). Kiev: Naukova dumka (Publ.). 246 p. (in Russ.)
- Tymchenko Yu.A. (2012). Lower-middle Holocene diatom assemblages of the tendrovsko-karkinitzka part of the Black Sea and their stratum value. *Tektonika i stratigrafiya*. Vol. 39. P. 137–144. (in Russ.).
<https://doi.org/10.30836/igs.0375-7773.2012.93160>
- Velichko A.A. (Ed.). (2002). Dinamika landshaftnykh komponentov basseinov Severnoi Evrazii za poslednie 130000 let. Atlas-monografiya. Vyp. II. Obshchaya paleogeografiya (Dynamics of landscape components of the basins of Northern Eurasia over the past 130,000 years. Atlas-monograph. Iss. II. General paleogeography). Moscow: GEOS (Publ.). 232 p. (in Russ.).
- Vronskiy V.A. (1976). Marinopalinologiya yuzhnykh morei (Marine pollen analysis of the Southern Seas). Rostov-on-Don: Rostovskii universitet (Publ.). 200 p. (in Russ.)
- Yanina T.A. (2023). Dynamics of the natural environment of the Azov Sea under during the last climatic macrocycle. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*. Vol. 93. No. 12. P. 1136–1144. (in Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0869587323120113>
- Zhuze A.P. (1953). To the technique of technical processing of rocks for diatom analysis. In: *Diatomovyi sbornik*. Leningrad: Leningradskii universitet (Publ.). P. 206–220. (in Russ.)