

УДК 551.8 (262.54)
DOI: 10.23885/2500-0640-2017-3-4-43-59

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ

© 2017 г. Академик Г.Г. Матишов^{1,2}, В.В. Польшин³, К.В. Дюжова^{1,3},
К.С. Сушко³, В.В. Титов^{1,3}

Аннотация. С 2013 по 2016 г. Южный научный центр РАН проводил ежегодные комплексные экспедиции в Таганрогском заливе и приморской части дельты р. Дон с целью изучения позднечетвертичной истории и палеоландшафтов Приазовья. Основной целью наших исследований было комплексное изучение отобранных в этом районе колонок донных отложений и проведение сейсмоакустического профилирования акватории залива.

В результате был собран и обобщен обширный фактический материал по морфологии, литологии, археологии и биостратиграфии Азовского моря. Проведены комплексные исследования колонок донных отложений, получены датировки абсолютного возраста (¹⁴C) с их различных горизонтов. С помощью параметрического донного профилографа SES-2000 light изучены особенности донного рельефа, а также строение верхней части осадочной толщи залива. Исследованы береговые разрезы, сложенные континентальными отложениями четвертичного возраста. Проведены почвенно-литологические исследования в западной (приморской) части дельты р. Дон. Учитывая то обстоятельство, что на протяжении голоценовой истории (особенно в последние 2500–3000 лет) район Приазовья активно осваивался людьми, также были привлечены и проанализированы многочисленные археологические данные по этому региону.

Интерпретация полученных данных позволила произвести реконструкцию древнего рельефа и выявить особенности строения осадочной толщи голоценового возраста, а также более детально охарактеризовать не только современные условия седиментации на акватории Таганрогского залива и прилегающего к нему участка дельты Дона, но и проследить их изменения на протяжении последних 5500 лет.

Ключевые слова: дистанционное исследование донного рельефа, литология, палинология, биостратиграфия, палеогеография, Таганрогский залив, голоцен.

RESULTS OF INTEGRATED RESEARCHES OF THE TAGANROG BAY OF THE SEA OF AZOV HOLOCENE DEPOSITS

Academician RAS G.G. Matishov^{1,2}, V.V. Pol'shin³, K.V. Dyuzhova^{1,3}, K.S. Sushko³, V.V. Titov^{1,3}

Abstract. From 2013 to 2016 the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences conducted annual complex expeditions in the Taganrog Bay and the coastal part of the Don Delta to study the Late Quaternary history and paleolandscapes of the Sea of Azov. The main emphasis in our studies was made at an integrated study of bottom sediments columns sampled in this region and carrying out of seismoacoustic profiling of the Gulf water area.

¹ Южный научный центр Российской академии наук (Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

² Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russian Federation), Российская Федерация, 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17

³ Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук (Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: vlad0220vlad@mail.ru

As a result, extensive factual material on the morphology, lithology, archeology and biostratigraphy of the Sea of Azov was collected and generalized. Complex studies of columns of bottom sediments have been carried out. Datings of absolute age (^{14}C) have been obtained from their various horizons. Using the parametric bottom profiler SES-2000 light, the features of the bottom relief and the structure of the upper part of the sedimentary strata of the bay were studied. The coastal cross sections, composed by Quaternary continental deposits, were investigated. Soil-lithological studies have been carried out in the western (coastal) part of the Don Delta. Taking into account the fact that during the Holocene history (especially in the last 2500–3000 years) the area of the Sea of Azov region was actively developed by people, a numerous archaeological data on this region were attracted and analyzed.

The interpretation of the obtained data made it possible to reconstruct the ancient relief, and reveal the features of the structure of the Holocene sedimentary deposits. It also enabled to describe in more detail not only the current sedimentation conditions in the Taganrog Bay water area and the adjacent section of the Don delta, but also to track their changes during the last 5500 years.

Keywords: distant study of bottom relief, lithology, palynology, biostratigraphy, paleogeography, Taganrog Bay, Holocene.

ВВЕДЕНИЕ

Таганрогский залив это водоем эстуарного типа, расширенный интенсивными процессами абразии, протекавшими на общем фоне трансгрессивного поднятия уровня моря в позднем голоцене [1; 2]. В результате в последние несколько тысяч лет динамично менялись размеры залива, его глубины, конфигурация берегов, трансформировались очертания и расположение дельты р. Дон. Трансгрессия моря приводила к перекрытию речных осадков морскими, регрессия – к размыву и переотложению осадков речной системой Дона и накоплению аллювия. Эти изменения условий осадконакопления носили периодичный характер, что видно по составу и строению разреза донных отложений района [1; 3; 4].

С момента строительства Цимлянского гидроузла и зарегулирования речного стока в 1952 г. естественный процесс седиментации на Нижнем Дону и взморье был нарушен. Произошло замедление паводковых течений, сокращение твердого стока Дона, изменение его фракционного состава. В речной взвеси снизилось содержание частиц песчаной размерности. Отсутствие паводкового дренажа и маловодья привели к заилению многочисленных протоков и гирл дельты. За последние полвека в устьевых зонах отложился характерный слой илистых отложений мощностью 0,5–1,5 м. Изменился химический состав донских вод, повысилась их общая минерализация. Происходит интенсивное зарастание тростником протоков дельты и участков устьевого взморья.

До строительства Цимлянского водохранилища скорость выдвигания донской дельты в те-

чение XIX и первой половины XX века могла достигать 60 м в год [5]. После зарегулирования стока дельта обмелела, бывшие судоходные протоки превратились в плавни. Доля речного аллювия в дельтообразовании снизилась до 3–4 %, то есть в 10 раз [6]. В современный период выдвигание морского края дельты фиксируется в районах впадения в залив крупных рукавов на южном и северном флангах. На всем остальном протяжении отмечается ее деформация и размыв (рис. 1).

Современные представления о позднечетвертичной истории развития региона имеют отрывочный и мозаичный характер. Существует дефицит данных абсолютных датировок слоев донных отложений. Сведения по биостратиграфии и литологии осадков также отрывочны и малочисленны. Ответы на многие вопросы, касающиеся истории развития Азовского моря в голоцене, дают систематические исследования, проводимые в последние 15 лет сотрудниками Южного научного центра РАН (рис. 2). За это время собран и обобщен обширный фактический материал по морфологии, литологии, археологии, биостратиграфии и возрасту осадков дельты Дона, устьевого взморья и Таганрогского залива (табл. 1). Проведены комплексные исследования колонок донных отложений, включая определение абсолютного возраста их различных горизонтов. Методами сейсмоакустики изучены особенности донного рельефа и строения верхней части осадочной толщи Таганрогского залива [1; 2; 7–16].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район работ на акватории Таганрогского залива с запада ограничивался линией Сазальницкая



Рис. 1. Западная (приморская) часть дельты Дона с участком устьевое взморья.

Fig. 1. The western (coastal) part of the Don River Delta with a section of estuarial seashore.

Таблица 1. Основные исторические и экологические характеристики Приазовья в голоцене
Table 1. Main historical and environmental features of the Sea of Azov region during the Holocene

Временной интервал (тыс. л.н.) Time interval (kyr B.P.)	Палеообстановка Paleoenvironments
Современный период (0–1,5) Modern period (0–1.5)	<ul style="list-style-type: none"> – малый ледниковый период / Little Ice Age; – средневековье / the Middle Ages; – Тана-Азак (XIII–XIV в.н.э.) / Tana-Azak (XIII–XIV Centuries A.D.); – переход от кочевого к стойловому животноводству / transition from nomadic to settled cattle breeding; – вымирание тарпанов, быков-туров, зубров / extinction of tarpans, aurochs, European bisons
Нимфейская трансгрессия (1,5–2,4) Nymphean transgression (1.5–2.4)	<ul style="list-style-type: none"> – формирование голоценовых песчаных отложений и азовских кос (1,9 тыс. л.н.) / formation of Holocene sandy deposits and Sea of Azov spits (1.9 kyr); – Танаис (III до н.э. – V в.н.э.) / Tanais settlement (III century B.P. – V century A.D.)
Фанагорийская регрессия (2,4–3) Fanagorian regression (2.4–3)	<ul style="list-style-type: none"> – речная эрозия / river erosion; – железный век (ранняя античность) / the Iron Age (early Antiquity); – Елизаветовское городище (V– III вв. до н.э.) / Elizavetovskoe settlement (V–III centuries B.P.)
Древнеазовская трансгрессия (3–10,3) Ancient-Azov transgression (3–10.3)	<ul style="list-style-type: none"> – климатический оптимум (5,5–6,7 тыс. л.н.) / climatic optimum (5.5–6.7 kyr); – рост солености вод Азовского моря / increase of salinity of the Sea of Azov; – образование черноземов (4,5–3 тыс. л.н.) / chernozem soils formation (4.5–3 kyr); – период бронзы, ранний железный век / The Bronze Age, the early Iron Age – Кобяково, Нижнегниловское городище (3 тыс. л.н.) / Kobyakovo, Nizhnegnilovskoe settlements (3 kyr); – пшеница и др. злаки (4 тыс. л.н.) / wheat and other cereals (4 kyr)

коса – Кривая коса, с востока – приморской частью дельты р. Дон. В ходе береговых экспедиций изучали разрезы четвертичных отложений в карьерах и обнажениях на южном и северном побережьях залива, а также разрезы аллювия и гидроморфных почв островной части дельты р. Дон.

Отбор образцов керн в пределах морской акватории осуществляли с помощью гравитационной трубки модели Piston/Gravity corer 13.540 В с борта научно-исследовательских судов «Денеб» и «Профессор Панов». На взморье и в протоках дельты пробоотбор на глубинах 0,5–2 м производили с несамоходного понтона грунтовой трубкой, оснащенной вибромодулем. Средняя мощность отобранных колонок при использовании гравитационной трубки – до 2 м, вибрационной – около 3 м. При работе с трубками различных конструкций использовали

пластиковые и полиэтиленовые вкладыши, предотвращающие загрязнение донных отложений посторонними примесями. Отобранные колонки грунта описывали, маркировали и помещали в деревянные ящики для хранения керн. Все данные по отбору проб с координатами станций по GPS, промерами глубин и литологической характеристикой осадков заносили в полевые журналы. Производили фотодокументацию полевого материала.

Дистанционное исследование донного рельефа и толщи морских отложений осуществляли при помощи параметрического узколучевого профилографа SES-2000 licht с первичной частотой сигнала 100 кГц и вторичными частотами в диапазоне 4–15 кГц. Разрезы сейсмопрофилирования ориентировались в крест простирания основных морфологических элементов дна. Для сбора сейсмоакустических данных

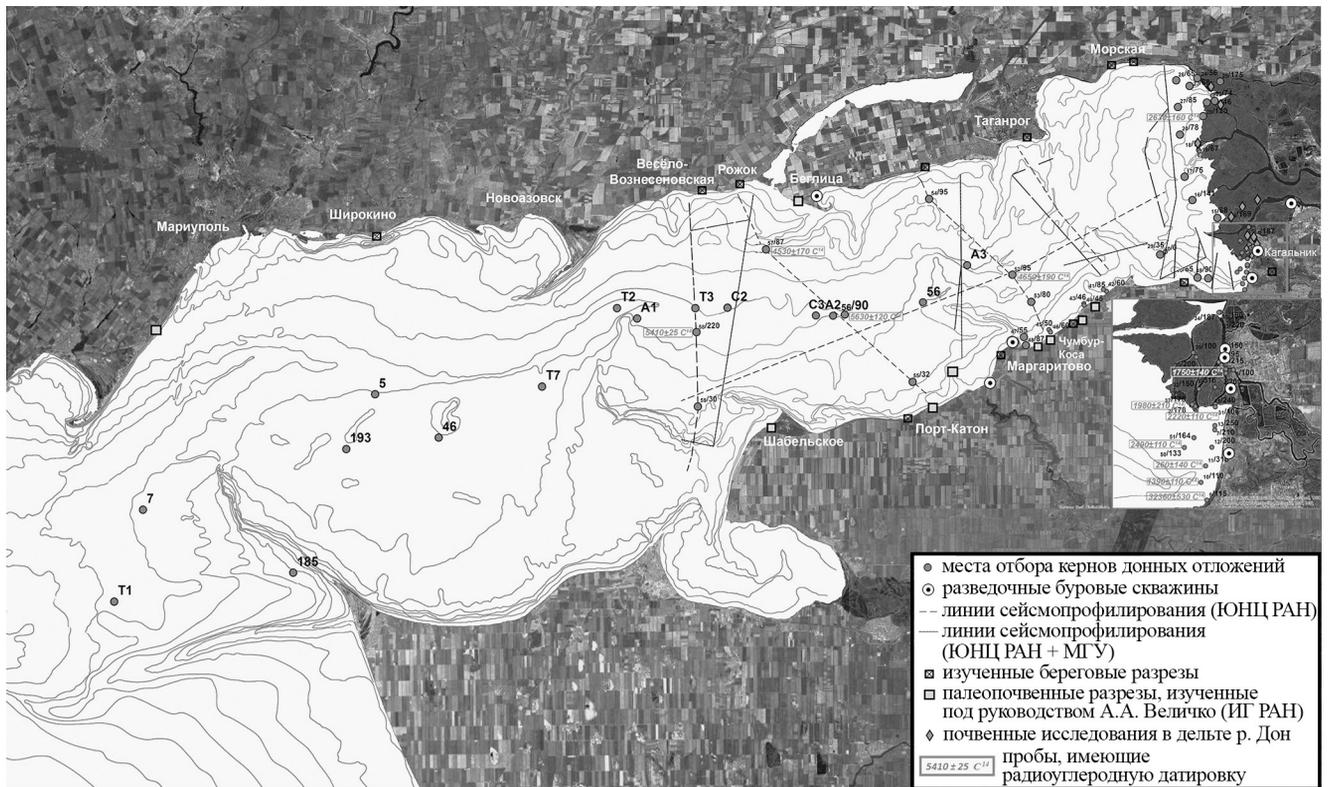


Рис. 2. Схема сбора фактического материала в Таганрогском заливе в 2002–2016 гг.

Fig. 2. The scheme of the actual material sampling in the Taganrog Bay in 2002–2016.

применяли программное обеспечение «SESWIN». Последующую их визуализацию осуществляли при помощи программы постобработки ISE.

Отбор почвенных проб в дельте Дона выполняли с помощью ручного бура РБ-10 послойно через каждые 20 см до глубины почвообразующей породы (песчаных аллювиальных грунтов). В среднем глубина пробуренных шурфов в районе исследованной составила 1–1,5 м.

Гранулометрический анализ проводили комбинированным методом. Для разделения крупных фракций донных осадков применяли набор лабораторных сит с диаметром ячеек 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,1 и 0,05 мм. Пелитовые и мелкоалевритовую фракции разделяли методом отмучивания с использованием таблиц времени осаждения частиц различного диаметра [17; 18]. Классификацию и типизацию осадков осуществляли на основе десятичной шкалы по преобладающей фракции. С помощью сит с диаметром ячеек 0,5 и 1 мм проводили отбор раковинного и костного материала из исследуемых пород.

Образцы для спорово-пыльцевого анализа подготавливали по стандартной методике [19]. Построение спорово-пыльцевых диаграмм проводили с помощью программы TILIA и приложения TILIA-

Graph [20]. Датировки абсолютного возраста донных отложений (^{14}C) были получены в лаборатории палеогеографии и геохронологии четвертичного периода НИИ географии СПбГУ (руководитель Х.А. Арсланов). Значения календарного возраста (cal BP) определяли с помощью калибровочных программ «CalPal» и OxCal 4.2.

ОПИСАНИЕ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Донный рельеф восточной части Таганрогского залива. Рельеф шельфа представляет собой плосковолнистую равнину, которая плавно переходит в авандельту Дона со средними глубинами 2–3 м. На Таганрогском взморье Дон сформировал многорукавную дельту. С юга к ней примыкает устьевая зона р. Кагальник, которая впадает в залив в районе одноименного села. Наиболее мелководные участки залива расположены в его северной части. Максимальные отметки глубин (до 7–9 м) приурочены к палеодолине Дона, которая прослеживается в рельефе шельфа до центральной части Азовского моря.

От клифов – разрушающихся берегов южного побережья – на 3 км к центру залива полого по-

гружается выработанная в коренных суглинках и глинах абразионная подводная терраса. В этом районе в донном рельефе наблюдается чередование участков размыва дна и аккумуляции наносов (подводных продолжений кос, валов и гряд). На глубине около 3 м уступ абразионной террасы постепенно погружается под отложения голоценового возраста (рис. 3).

С севера от абразионной террасы под полуметровым слоем илистых осадков голоценового возраста (календарный возраст отложений в основании слоя, cal BP: 4650 ± 190 л.н.) погребены древние формы аккумулятивного рельефа, образовавшиеся при более низком уровне моря. Наносы погребенных прибрежных валов сложены желто-серым мелко-среднезернистым полевошпатово-кварцевым песком с бурыми прослоями глинистого материала и прослеживаются параллельно южному берегу залива (рис. 4).

Береговая зона восточной части Таганрогского залива. Побережье эстуария характеризуется высокой интенсивностью литодинамических

процессов. Скорость относительного повышения уровня моря в голоцене обусловила быстрые темпы абразии берегов [1; 6]. Участки абрадируемого коренного берега чередуются с районами аккумуляции осадочного материала, которые представлены пляжами, пересыпями и косами. Особенностью современной динамики побережья является преобладание абразии и локальный характер аккумуляции наносов.

В геологическом строении побережья принимают участие породы возрастом от позднего миоцена до голоцена [21]. Основания береговых обрывов сложены аллювиальными песчаными и лиманными глинистыми отложениями ранне- и среднеплейстоценового времени. Опускаясь ниже уровня моря, они формируют подошву, на которой залегают осадки голоценового возраста. На северном берегу залива от п. Морской Чулек до западной оконечности Таганрогского полуострова и местами западнее дельты р. Миус под голоценовыми отложениями залегают верхнемиоценовые глины и ракушечные известняки среднего сармата.

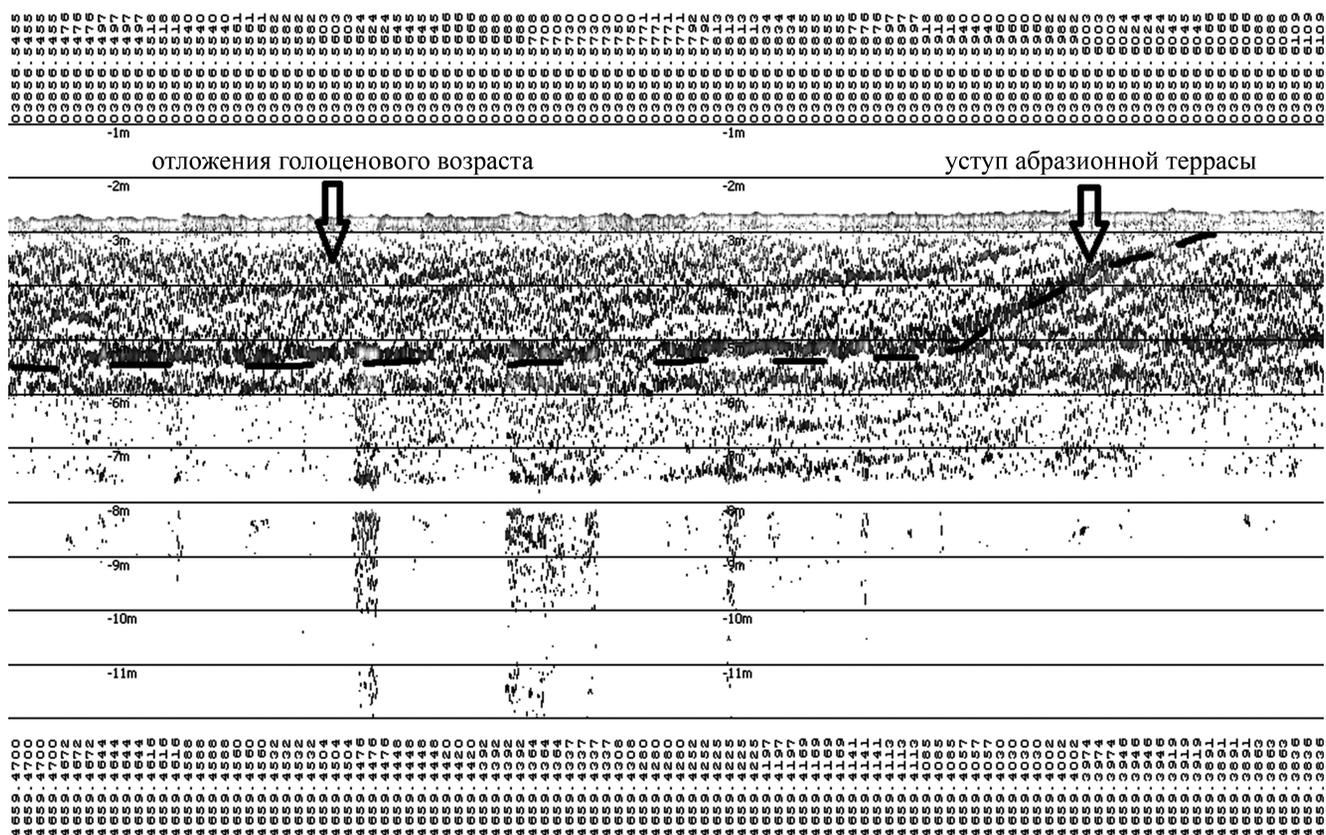


Рис. 3. Пример отображения на профиле участка абразионной террасы, погружающейся под слои более молодых осадков (август 2016, научно-исследовательское судно «Профессор Панов»).

Fig. 3. The example of imaging on the profile of abrasion terraces section, sinking under layers of younger sediments (August 2016, Research Vessel *Professor Panov*).

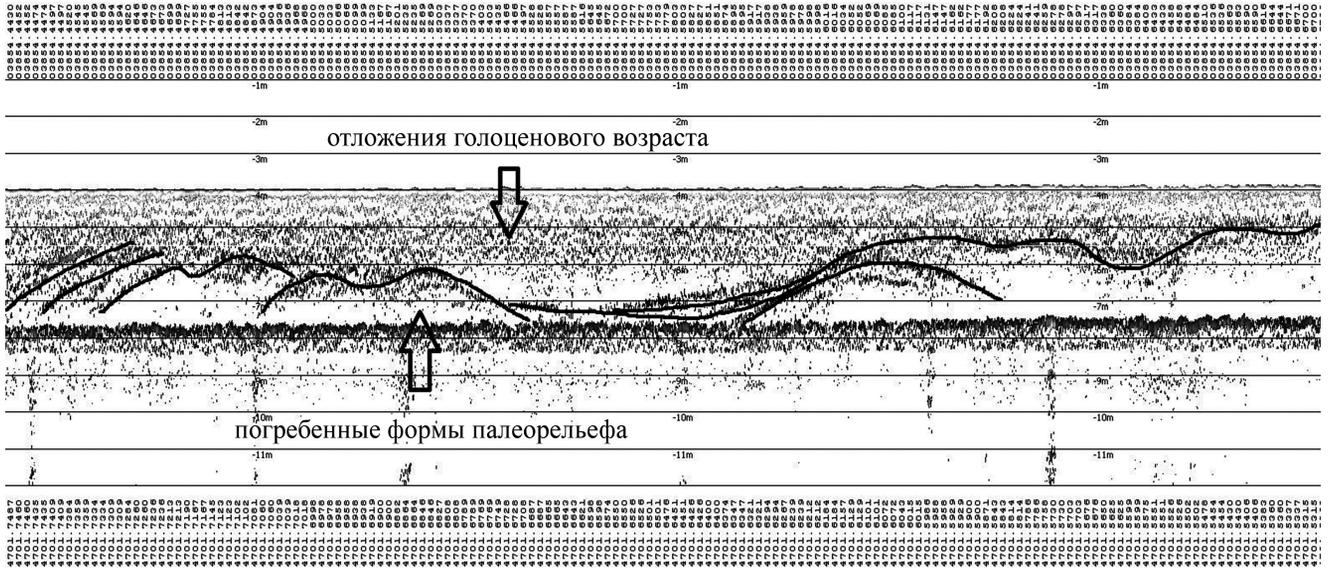


Рис. 4. Пример отображения на профиле погребенных форм рельефа в верхней части осадочной толщи Таганрогского залива (август 2016, научно-исследовательское судно «Профессор Панов»).

Fig. 4. The example of imaging on the profile of the buried land forms in the upper part of the sedimentary section of the Taganrog Gulf (August 2016, Research Vessel *Professor Panov*).

В формировании донных отложений участвуют также нижнеплейстоценовые пески хапровской аллювиальной свиты и скифские глины, вскрывающиеся на северном берегу в толще наиболее древней VII террасы [22]. Хапровские пески наряду с аллювиально-дельтовыми песками начала среднего плейстоцена, встречающимися в платовской (семибалкской) террасе, местами формируют песчаные пляжи.

Выше по разрезу в береговых обрывах Таганрогского залива обнажается субэральная лёссово-почвенная формация, слагающая ногайскую, платовскую и вознесенскую террасы [22]. Начало формирования покровной толщи соотносится с концом раннего плейстоцена, а ее мощность изменяется от 2–4 м до 30 м. По ее простиранию в наиболее полных разрезах четко прослеживается

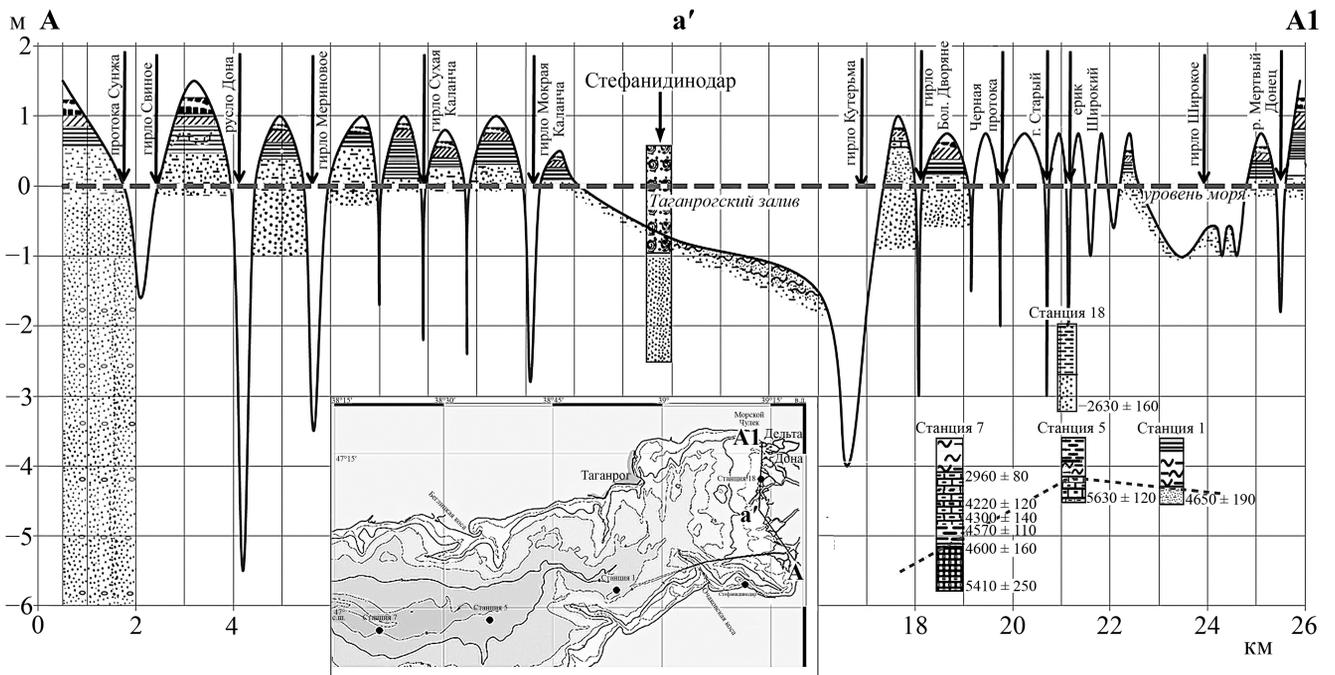


Рис. 5. Разрез верхнеголоценовых отложений западной части дельты Дона.

Fig. 5. The cross section of Upper Holocene sediments from the Western part of the Don River Delta.

не менее 4 основных ископаемых почв, сформированных в периоды межледниковых фаз [23].

Лёссово-почвенная толща подстилает черноземную почву, сформированную в течение голоцена. Современная почва начала формироваться после окончания валдайского оледенения, но наиболее активное почвообразование происходило в атлантическое (~6–5,5 тыс. лет) и суббореальное (4,5–2,5 тыс. лет) время [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отложения дельты Дона. Вся дельта сложена отложениями голоценового возраста и интенсивно расчленена многочисленными гирлами, ериками и староречьями, многие из которых прослеживаются в море под современными морскими осадками. В голоцене протекала интенсивная аккумуляция различных типов отложений, формировавшихся как в субэвральных, так и в прибрежно-морских условиях при регулярных сгонно-нагонных явлениях, затоплениях паводковыми водами и периодических отложениях слоев аллювия.

Со второй половины XX века осадконакопление в дельте происходит на фоне зарегулированного речного стока. Это привело к увеличению площадей, занятых тонкими илстыми осадками, и сокращению площадей аккумуляции песчаных наносов.

В верхней части изученных нами разрезов в различных районах островной части дельты Дона были вскрыты аллювиальные пойменные и дельтовые почвы, залегающие на аллювиальных песках позднеголоценового возраста (новоазовский горизонт). Как правило, в многочисленных водотоках дельты эти пески залегают под слоями современных отложений. На участке устьевого взморья они постепенно выклиниваются и фациально замещаются на осадки смешанного типа и далее вглубь залива на илстые отложения различного типа (рис. 5).

По характерным различиям, районам локализации, приуроченности к определенным типам ландшафтов, составу и свойствам среди аллювиальных песков островной части дельты выделяются русловые, пойменные, старичные и дельтовые разности. Зоны аккумуляции русловых песков тяготеют к участкам крупных водотоков дельты с преимущественным развитием прибрежных псаммофитных и тростниковых сообществ (гирла Мериново, Кутерьма, Широкое, р. Кагальник). К центральной

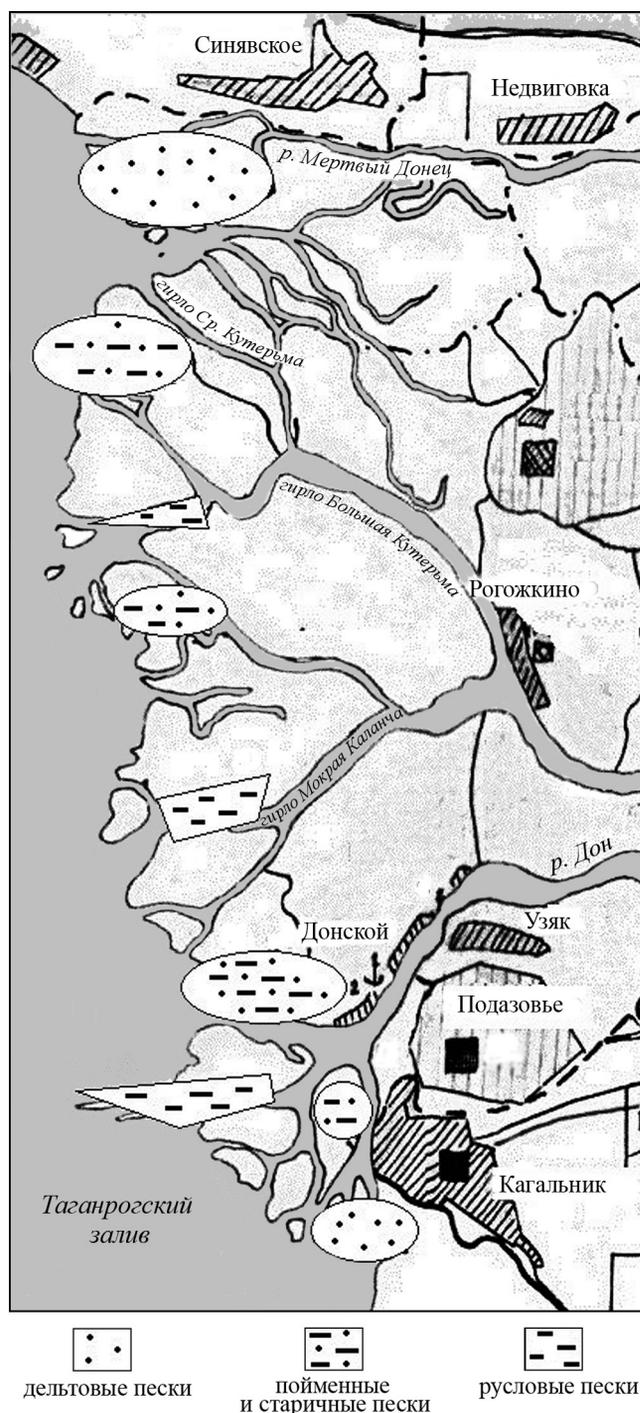


Рис. 6. Схема распространения песков различного типа в дельте р. Дон.

Fig. 6. The scheme of distribution of various types sands in the Don River Delta.

части островов дельты они сменяются песками пойменного и старичного типа, а со стороны Таганрогского залива фациально замещаются дельтовыми песками (рис. 6).

В гранулометрическом составе русловых песков крупно-, средне- и мелкозернистые фракции содер-

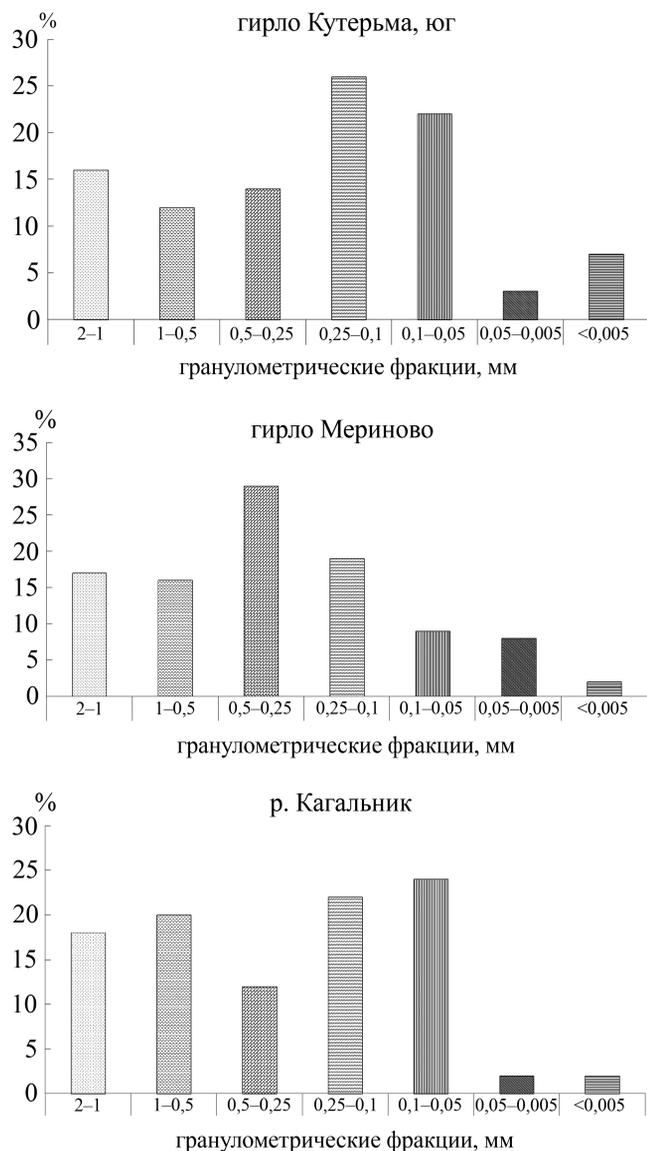


Рис. 7. Гранулометрический состав русловых песков дельты Дона: 2–1 мм – очень крупный песок; 1–0,5 мм – крупный песок; 0,5–0,25 мм – средний песок; 0,25–0,1 мм – мелкий песок; 0,1–0,05 – тонкозернистый песок; 0,05–0,005 мм – пылеватые частицы песка; <0,005 мм – глинистые частицы песка.

Fig. 7. Granulometric composition of fluvial sands of the Don River Delta: 2–1 mm – very coarse sand; 1–0.5 mm – coarse sand; 0.5–0.25 mm – average sand; 0.25–0.1 mm – fine sand; 0.1–0.05 – fine-grained sand; 0.05–0.005 mm – dusty particles of sand; <0.005 mm – clay particles of sand.

жаты в пределах 20–30 %. Примесь крупного алеврита (0,1–0,05 мм), как правило, превышает 20 %. Содержание мелкоалевритовых и глинистых частиц в отложениях данного типа не превышает 10 % (рис. 7).

Пойменные и старичные пески получили максимальное распространение в приузловых зонах маловодных либо сезонно пересыхающих ериков и преимущественно залегают в виде прослоев и

линз в районах локализации заливных лугов, лугово-болотных и луговых сообществ. В их гранулометрическом составе преобладают мелкопесчаная и крупноалевритовая фракции, которые содержатся в пределах 30–40 % (рис. 8). Примесь мелкоалевритовых и глинистых частиц в среднем составляет 5–10 %. Для песков данного типа характерны многочисленные включения органического материала, представленного растительным детритом и гумусовыми затеками. Преобладающий цвет отложений – от зеленовато-серого до темно-серого.

Формирование дельтовых песков в значительной степени связано с нагонным явлением черноморкой (низовкой), вызываемым западными ветрами и характерным для восточной части Таганрогского залива, и максимальное распространение получило в северном и южном секторах островной части дельты Дона (протоки Мертвый Донец и Сунжа). Типичными для дельтовых песков являются заросли тростника и луговые сообщества.

Серо-желтые дельтовые пески обогащены алевритовым и глинистым материалом, а также многочисленными включениями ракушечного детрита. В гранулометрическом составе преобладают мелкозернистые и крупноалевритовые частицы, на долю которых в среднем приходится около 30 % (рис. 9). Содержание средне- и крупнозернистого песка несколько ниже – около 20 %.

Степень сортировки осадочного материала, слагающего донные наносы, различна и существенно зависит от гидрологических параметров водотоков дельты. Наиболее хорошо отсортированы русловые пески. Степень сортировки старичных и пойменных песков незначительна. В составе дельтовых песков, обогащенных включениями ракушечного детрита, как правило, не наблюдается явного преобладания каких-либо фракций. Механический состав илистых осадков приморской части дельты в большинстве случаев позволяет классифицировать их как глинистые и алевритово-глинистые илы.

Донные отложения восточной части Таганрогского залива. Строение верхней части осадочной толщи устьевого взморья неоднородно и свидетельствует о периодически происходивших изменениях условий осадкообразования. Разнообразии фаций в геологическом разрезе (от морских до лагунно-лиманских) фиксирует изменение границ дельты Дона и миграцию его рукавов.

В изученных нами разрезах наблюдается переслаивание песчаных и илистых отложений, часто

содержащих включения раковинного и растительного материала. Среди песков преобладают мелко-среднезернистые разности, которые на 50–70 % сложены фракциями 0,5–0,25 и 0,25–0,1 мм. На открытых участках устьевого взморья и в береговой зоне залива содержание ракуши и ракушечного детрита в песчаных осадках может увеличиваться до 30 и более процентов. Содержание пелитовой фракции (<0,01 мм) в илистых осадках в среднем 50–60 %. На отдельных участках дна отмечается вклинивание горизонтов тугопластичных темно-серых (сизых) глин и бурых суглинков, а также маломощных прослоев ракушечного материала.

В южной части дельты, граничащей с районом устьевого взморья (устьевые участки проток Сунжа, Каменик и р. Кагальник), переслаивающиеся песчано-илистые отложения средней мощностью от 0,5 до 1,5 м подстилаются тугопластичными бурыми суглинками и сизыми иловатыми глинами.

На участках устьевого взморья со средними глубинами 1–1,5 м, непосредственно примыкающих к островам дельты Дона, в основном аккумулируются песчаные отложения. В составе отложений мощностью до 2 м, отобранных в этом районе, преобладают средне- и мелкозернистые пески с включениями детрита створок морской (*Cerastoderma Poli*, 1795) и пресноводной (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Viviparus viviparus* (L., 1758)) малакофауны (пески дельтового типа). В районах впадения в залив крупных рукавов и проток Дона аккумулируются пески руслового типа. Напротив узких водотоков дельты со слабым течением происходит накопление плохо сортированных заиленных песчаных отложений, переслаивающихся тонкими илами различного типа.

В узкой полосе от дельты Дона до Чумбур-косы мощность песчаных наносов, залегающих у основания вертикальных клифов на плейстоценовых плотных бурых глинах, достигает 3 м (с. Стефанидинодар). Дно мелководья в этом районе выстилается маломощными (в среднем <0,5 м) песчаными и алевритовыми отложениями с примесью ракушечного детрита. Под ними также вскрываются плотные бурые суглинки и серые глины. Механический состав суглинков более чем на 65 % состоит из частиц <0,01 мм. Доля алеврита в них составляет около 30 %, содержание частиц песчаной размерности – менее 10 %. Местами в зонах контакта с вышележащими нелитифицированными осадками суглинки и глины перемяты и содержат примесь

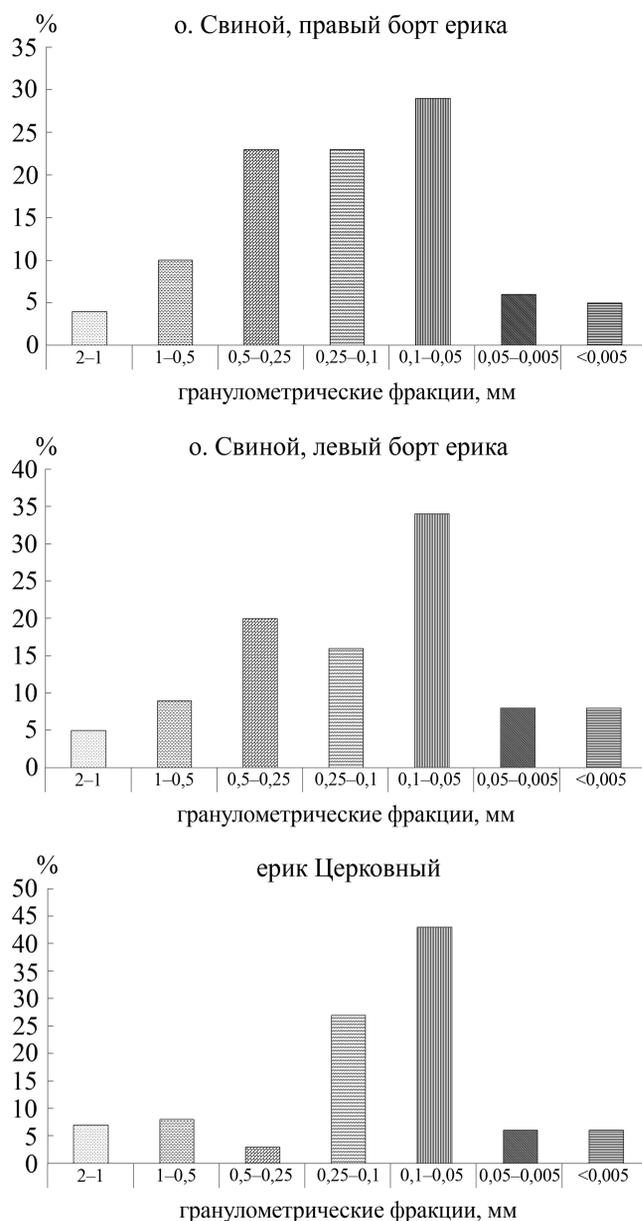


Рис. 8. Гранулометрический состав пойменных и старичных песков дельты Дона. Размеры приведены в подписях к рисунку 7.
Fig. 8. Granulometric composition of floodplain and former riverbed sands of the Don River Delta. Legends see in Fig. 7.

песчаного и ракушечного материала. На локальных участках дна мелководья современные отложения отсутствуют или их мощность не превышает 0,1–0,2 м.

Центральная акватория залива – район с преимущественным распространением илистых отложений. Поверхность дна на глубине 5 м напротив Чумбур-Косы (станция 1, рис. 5) выстилают осадки смешанного типа, залегающие на песчаных алевритово-глинистых илах с единичными маломощными прослоями ракушечного материала

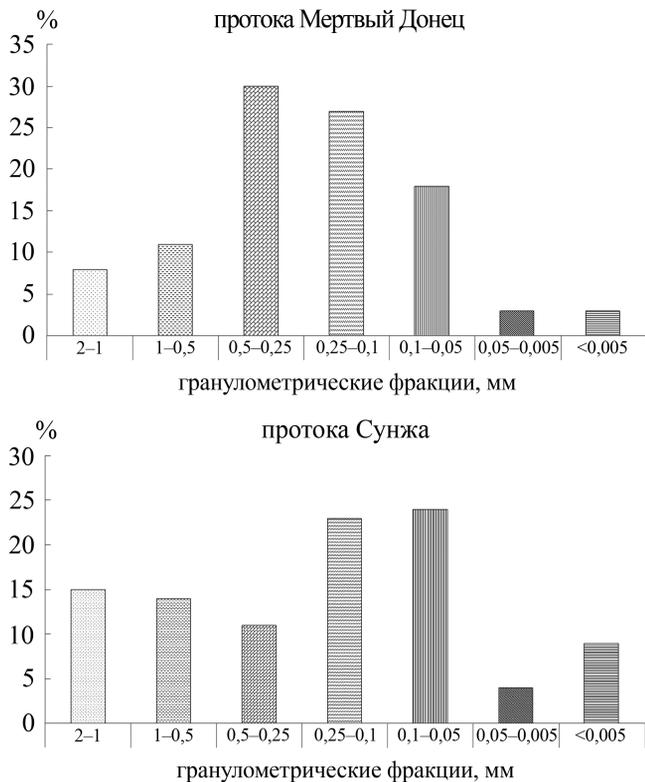


Рис. 9. Гранулометрический состав дельтовых песков дельты Дона. Размеры приведены в подписях к рисунку 7.

Fig. 9. Granulometric composition of the deltaic sands of the Don River Delta. Legends see in Fig. 7.

(в основном ракушечный детрит). Под ними грунтовыми трубками вскрыта толща переслоенных песчано-илистых отложений мощностью 0,5 м, образовавшихся на участке прибрежного мелководья около 5000 л.н. (календарный возраст отложений, cal BP: 4650 ± 190 л.н.) (табл. 2, 3).

В направлении на запад на глубинах около 5 м (станция 5, рис. 5) глинистые и алевроитово-глинистые илы мощностью 0,5 м залегают на горизонте заиленной ракуши мощностью около 0,5 м, сформировавшемся около 5500 л.н. (календарный возраст отложений, cal BP: 5630 ± 120 л.н.) (табл. 4, 5).

В центральной части залива, расположенной севернее банки Песчаные острова, на глубине около 6 м отобрана колонка донных отложений мощностью 2,2 м (станция 7, рис. 5). Отложения представлены илами различного типа с прослоями, сложенными заиленным ракушечником (преобладает детрит). Возраст донных отложений в основании отобранной колонки около 5500 л.н. (календарный возраст отложений, cal BP: 5410 ± 250 л.н.) (табл. 6, 7).

Палинология донных отложений Таганрогского залива. В результате палинологических исследований донных отложений из различных интервалов колонки станции 7 удалось проследить динамику изменения растительности в регионе начиная с середины голоцена и выделить зоны, различающиеся соотношением компонентов спорово-пыльцевых спектров (рис. 10). Зоны 1, 3 и 5 характеризуются спектрами степного типа, где количество пыльцы древесных пород незначительно (до 15 %) и возрастает роль пыльцы трав, главным образом *Chenopodiaceae* (до 50 %) и *Artemisia* sp. (до 35 %). В зонах 2 и 4 отмечено довольно высокое количество пыльцы древесных пород (25–30 %).

Нижняя зона 1 соответствует атлантическому периоду голоцена и характеризуется степными спектрами. Наличие большого количества представителей семейства маревые (*Chenopodiaceae*) указывает на то, что травянистая степная и лугово-степная растительность дополнялась галофитными сообществами на побережье. В позднеатлантическое время (пыльцевая зона 2) происходило относительно кратковременное расширение площадей пойменной древесной растительности, сопровождавшееся процессом гумидизации климата. На границе атлантического и суббореального периода голоцена (пыльцевая зона 3) степные сообщества восстановили свои позиции, в это время кроме количества пыльцы маревых, злаков и полыней заметно увеличивается присутствие пыльцы сложноцветных (до 15–17 %).

Суббореальный период (пыльцевая зона 4) отличается стабильно высоким по отношению к смежным интервалам содержанием пыльцы деревьев (до 30 %), что говорит об общем повышении увлажненности климата, сопровождавшемся увеличением доли древесной растительности в растительном покрове Приазовья. Постоянным компонентом спектров отложений начиная с 4000 лет назад является пыльца растений – индикаторов антропогенной деятельности, наличие которой служит признаком распространения сельского хозяйства в регионе. Основную долю в этой группе составляют культурные злаки (*Cerealia*), периодически отмечены также пыльцевые зерна *Plantago* sp., *Cichoriaceae*, *Centaurea* sp., *Polygonum aviculare* L., 1753.

Верхние горизонты в колонке, подвергавшиеся размыву, не несут достоверной информации о динамике растительности на побережье в субатлантическое время (рис. 10, пыльцевая зона 5). Состав спо-

Таблица 2. Описание колонки донных отложений со станции 1
Table 2. The description of the bottom sediments column from the Station 1

Описание Description	Горизонт отбора (см) Sampling horizon (cm)	Литологическая характеристика Lithological characteristics	Интервал опробования на абсолютный возраст, см / The interval of sampling for absolute age, cm	Значение календарного возраста, лет назад / The value of the calendar age, B.P.
Координаты / Coordinates: 47°02.439' N 38°53.744' E Глубина моря 5,2 м / The depth of the sea 5.2 m Мощность колонки 95 см / The thickness of column 95 cm	0–14	Осадок смешанного типа (песчано-алевритово-илистый) / Sediment of mixed type (sandy-aleuric silt)		
	14–67	Песчанистый алевритово-глинистый ил. В интервале 48–52 прослой биогенного кальцита (преобладает детрит) / Sandy silty-clayey mud. In the range of 48–52 is biogenic calcite inter-layer (detritus dominates)	45–55	4650 ± 190
	67–95	Песок мелко-среднезернистый полевошпатово-кварцевый. Цвет осадков желто-серый. Через 2–3 см илистые прослой бурого цвета мощностью 5 мм. Характер контакта с вышележащим слоем четкий, резкий, горизонтальный / The sand is fine- and medium-grained, feldspar-quartz. Color of deposits is yellow-gray. Silty layers of brown color with thickness 5 mm are in every 2–3 cm. The type of the contact with the overlying layer is crisp, clear, and horizontal		

Таблица 3. Результаты гранулометрического анализа колонки донных отложений со станции 1
Table 3. The results of grain-size analysis of the bottom sediments column from the Station 1

Интервал (см) Interval (cm)	Гранулометрический состав, % Granulometric composition, %							
	> 1 мм (mm)	1–0,5 мм (mm)	0,5–0,25 мм (mm)	0,25–0,125 мм (mm)	0,125–0,1 мм (mm)	0,1–0,05 мм (mm)	0,05–0,01 мм (mm)	<0,01 мм (mm)
0–14	1,43	0,47	3,52	16,47	10,3	12,34	19,46	36,01
14–67	1,53	0,76	2,06	11,86	2,89	6,02	10,99	63,89
67–95	0,06	0,22	0,63	19,48	11,52	20,14	27,7	20,25

рово-пыльцевых спектров верхних 20 см отложений (рис. 10, пыльцевая зона 5б) отражает современное состояние растительного покрова, находящегося под влиянием антропогенной нагрузки. Помимо

содержания пыльцы культурных злаков и рудеральных растений важной особенностью современных спектров колонки является большая доля пыльцы семейства Asteraceae (до 40 %), которая завь-

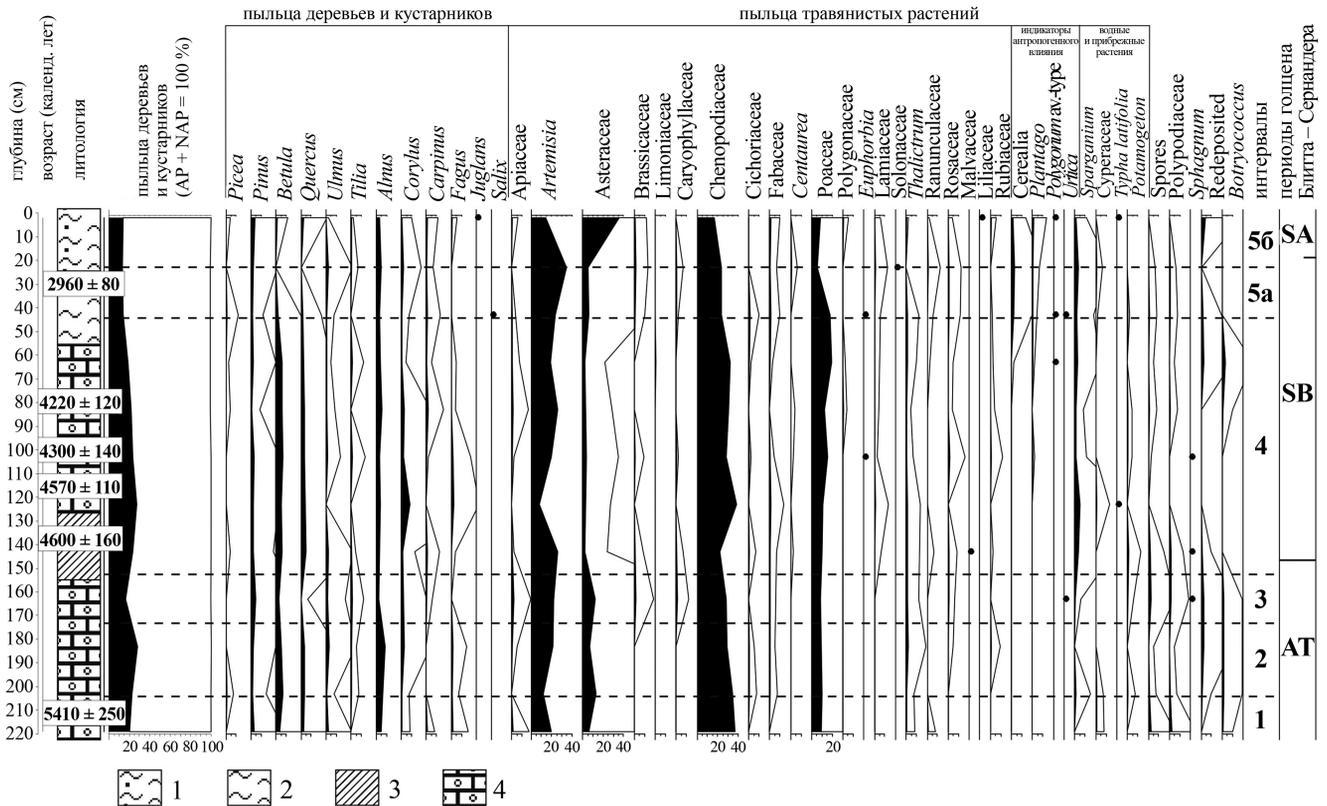


Рис. 10. Споро-пыльцевая диаграмма колонки донных отложений Таганрогского залива, станция 7: 1 – песчаный алевритово-глинистый ил; 2 – алевритово-глинистый ил; 3 – глинистый ил; 4 – заиленная ракушка.

Fig. 10. Spore and pollen diagram of the bottom sediments column from the Taganrog Bay, Station 7: 1 – sandy silt-clayey silt; 2 – silt-clayey silt; 3 – clay silt; 4 – shelly silt.

шена главным образом за счет пыльцы *Helianthus annuus* L. и *Ambrosia artemisiifolia* L. [12], что не отмечалось в предшествующие периоды.

ВЫВОДЫ

Интерпретация полученных данных сейсмоакустических, литологических и биолого-почвенных исследований в комплексе с результатами определения абсолютного возраста отложений позволила выявить особенности строения и состава осадочной толщи восточной части Таганрогского залива, определить типы почвообразующих отложений в приморской части дельты р. Дон. Проведенный спорово-пыльцевой анализ донных отложений позволил проследить динамику изменения растительности и климата в регионе на протяжении последних 5500 лет.

В целом морфология дна и строение верхней части геологического разреза района отражает изменение условий морфолитогенеза в голоцене, включая признаки неравномерного подъема уровня моря, деятельности береговых и флювиальных

процессов. Литодинамика и седиментогенез в это время в значительной степени определялись изменяющимся уровнем моря, активной абразией берегов и действием стока р. Дон.

В позднем голоцене в береговой зоне залива отлагались ракушечник и разнозернистые органогенно-детритусовые пески. На подводных склонах кос и грядах – илистые пески с ракушечным детритом, а у оснований этих положительных форм рельефа накапливались заиленная ракушка и илистые осадки различного гранулометрического состава. В центральной части залива аккумуляровались глинистые и алевритово-глинистые илы с чередованием маломощных слоев, сложенных ракушечным материалом (*Cerastoderma*, *Dreissena* Beneden, 1835, *Viviparus* Montfort, 1810). В результате в восточной части залива широкое распространение получили илистые мелкозернистые пески с включениями ракушечного детрита. К западу с увеличением глубин гранулометрический состав новоазовских отложений изменяется в сторону уменьшения размера частиц. В центре залива преимущественно аккумуляровались глинистые и алевритово-глинистые илы.

Таблица 4. Описание колонки донных отложений со станции 5
Table 4. The description of the bottom sediments column from the Station 5

Описание Description	Горизонт отбора (см) Horizon sampling (cm)	Литологическая характеристика Lithological characteristics	Интервал опробования на абсолютный возраст, см / The interval of sampling for absolute age, cm	Значение календарного возраста, лет назад / The value of the calendar age, B.P.
Координаты / Coordinates: 46°59.460' N 38°36.360' E Глубина моря 4,9 м The depth of the sea 4.9 m Мощность колонки 90 см The thickness of column 90 cm	0–30	Глинистый ил темно-серого цвета. Отмечаются единичные включения створок раковин / Clay mud dark grey. Isolated incorporatings of shells valves were registered		
	30–49	Песчанистый алевритово-глинистый ил с прослоями, сложенными песчано-ракушечным материалом. Преобладает детрит. Поверхность контакта с вышележащим слоем резкая и горизонтальная / Sandy silty-clayey mud with interbedded clasped sand and shell material. Dominated by detritus. Surface contact with the upper layer and a sharp horizontal		
	49–90	Ракуша заиленная. Преобладает ракушечный детрит / Shell silted. Dominated by Shelly detritus	49–90	5630 ± 120

Таблица 5. Результаты гранулометрического анализа колонки донных отложений со станции 5
Table 5. The results of grain-size analysis of the bottom sediments column from the Station 5

Интервал (см) Interval (cm)	Гранулометрический состав, % Granulometric composition, %							
	>1 мм (mm)	1–0,5 мм (mm)	0,5–0,25 мм (mm)	0,25–0,125 мм (mm)	0,125–0,1 мм (mm)	0,1–0,05 мм (mm)	0,05–0,01 мм (mm)	<0,01 мм (mm)
0–30	0,13	0,18	1,06	0,85	1,02	2,53	23,41	70,82
30–49	6,03	2,94	3,92	5,89	2,33	5,89	22,73	50,27
49–90	31,55	7,66	8,37	15,82	3,75	3,64	7,79	21,42

Распространение почвообразующих отложений в островной части дельты Дона подчинено определенным закономерностям. Русловые пески располагаются на островах, омываемых крупными рукавами, такими как гирла Широкое, Кутерьма, Мериново. По мере удаления от водотоков русловые пески сменяются пойменными и старичными песками. По площади они занимают значительную

долю островной части дельты Дона, ими сложены массивы островов Свиной, Донской, Кутерьма и др. Дельтовые пески занимает северную и южную зону в западном сегменте современной дельты Дона.

Зарегулирование стока Дона вызвало геоморфологическую деформацию морского края дельты. В результате этого отмечается неравномерное ее приращение в районе крупных рукавов с образо-

Таблица 6. Описание колонки донных отложений со станции 7
Table 6. The description of the bottom sediments column from the Station 7

Описание Description	Горизонт отбора, см Horizon sampling (cm)	Литологическая характеристика Lithological characteristics	Интервал опробования на абсолютный возраст, см / The interval of sampling for absolute age, cm	Значение календарного возраста, лет назад / The value of the calendar age, B.P.
Координаты / Coordinates: 46°58.404' N 38°21.200' E Глубина моря 5,8 м / The depth of the sea 5.8 m Мощность колонки 220 см / The thickness of column 220 cm	0–25	Песчаный алевритово-глинистый ил темно-серого цвета. Отмечаются единичные включения створок раковин / Sandy silty-clayey mud of dark gray color. Rare inclusions of the valves of the shells		
	25–55	Алевритово-глинистый ил с включением ракушечного материала / Silty-clayey mud with inclusion of shell material	25–45	2960 ± 80
	55–125	Ракуша заиленная. Преобладает ракушечный детрит / Shell silted. Dominated by Shelly detritus	45–70 70–90 95–105 105–125	4500 ± 230 4220 ± 120 4300 ± 140 4570 ± 110
	125–155	Глинистый ил с прослоями, сложенными биогенным кальцитом мощностью 1–2 см / Clayey mud with interlayers of biogenic calcite of 1–2 cm thickness.	125–155	4600 ± 160
	155–220	Ракуша заиленная. Преобладает ракушечный детрит / Shell silted. Shelly detritus dominates	210–220	5410 ± 250

Таблица 7. Результаты гранулометрического анализа колонки донных отложений со станции 7
Table 7. The results of grain-size analysis of the bottom sediments column from the Station 7

Интервал (см) Interval (cm)	Гранулометрический состав, % Granulometric composition, %							
	> 1 мм (mm)	1–0,5 мм (mm)	0,5–0,25 мм (mm)	0,25–0,125 мм (mm)	0,125–0,1 мм (mm)	0,1–0,05 мм (mm)	0,05–0,01 мм (mm)	< 0,01 мм (mm)
0–25	0,45	0,87	–	0,70	1,45	5,17	30,11	61,25

ванием новых мелких островов. Увеличение доли илов в отложениях дельты, образовавшихся после 1952 г., привело к общему ухудшению экологической ситуации и трансформации естественных условий в регионе [2; 8; 10].

Результаты высокоразрешающего сейсмоакустического профилирования указывают на нали-

чие древних форм аккумулятивного рельефа в центральной части залива, образованных в прибрежных условиях при более низком уровне моря и впоследствии погребенных под слоями морских осадков, отложившихся около 4600 л.н. Такое строение осадочной толщи свидетельствует о расширении границ акватории залива на трансгрессивной

стадии развития моря в позднем голоцене. При этом древние формы субаэрального рельефа были затоплены водами наступающего моря и сглажены активным накоплением осадочного материала.

По данным палинологических исследований донных отложений Таганрогского залива установлено, что спорово-пыльцевые спектры большинства проанализированных образцов относятся к степному типу с преобладанием пыльцы трав (до 85 % от общего количества пыльцы и спор), содержание пыльцы деревьев колеблется от 15 до 30 %. В атлантический период произошло рас-

ширение степных ландшафтов, однако к концу периода прослеживается кратковременный этап развития лесных сообществ. Выявлено, что доля древесных пород в растительном покрове суббореального периода была значительно выше, чем в предшествующий отрезок голоцена. В последующее время на побережье распространились формации южных степей.

Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания на 2017 г., проект № 0259-2014-0002 (№ госрегистрации 01201363186).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г. 2007. Сейсмопрофилирование и картирование новейших отложений дна Азовского моря. *Вестник Южного научного центра*. 3(3): 32–40.
2. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Болдырев М.А., Мысливец В.И., Маев Е.Г., Зверев А.С. 2007. Новые представления о голоценовых отложениях шельфа Азовского моря (по данным картирования и сейсмопрофилирования дна). В кн.: *Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий*. Апатиты, изд-во КНЦ РАН: 42–50.
3. *Геология Азовского моря*. 1974. Киев, Наукова думка: 247 с.
4. Зайцев А.В., Зеленщиков Г.В. 2009. Голоцен дельты Дона. В кн.: *Геология, география и экология океана*. Под ред. Г.Г. Матишова. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 124–126.
5. Михайлов В.Н. 1997. *Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее*. М., ГЕОС: 413 с.
6. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. 1985. *Азовское море. Основы реконструкции*. Л., Гидрометеоздат: 271 с.
7. Матишов Г.Г. 2006. Новые данные о геоморфологии дна Азовского моря. *Доклады Академии наук*. 409(3): 375–380.
8. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Новенко Е.Ю., Карагеоргис А. 2006. Закономерности литохимии и палинологии современных донных отложений Азовского моря. *Вестник Южного научного центра*. 2(4): 38–51. doi: 10.23885/1813-4289-2006-2-4-38-51
9. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Карагеоргис А. 2007. Особенности геохимического состава современных донных отложений Азовского моря. В кн.: *Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий*. Апатиты, изд-во КНЦ РАН: 68–81.
10. Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. 2009. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене. *Доклады Академии наук*. 428(6): 820–823.
11. Матишов Г.Г., Польшин В.В., Шохин И.В. 2010. Влияние геоморфологических особенностей дна Азовского моря на распределение бентоса. *Вестник Южного научного центра*. 6(2): 14–20.
12. Матишов Г.Г., Новенко Е.Ю., Дюжова К.В. 2013. Палиноиндикация антропогенных изменений растительности Приазовья (по данным изучения донных отложений Азовского моря). *Доклады Академии наук*. 450(6): 708–712. doi: 10.7868/S0869565213180199
13. Матишов Г.Г., Усягина И.С., Польшин В.В. 2015. Динамика загрязнения Азовского моря изотопом ¹³⁷Cs в 1966–2013 гг. *Доклады Академии наук*. 460(6): 716–721. doi: 10.7868/S0869565215060237
14. 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*. 467(4): 463–467. doi: 10.7868/S0869565216100194
15. Польшин В.В. 2009. Донные отложения позднего голоцена Азовского моря. В кн.: *Геология, география и экология океана*. Под ред. Г.Г. Матишова. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 269–272.
16. Польшин В.В., Тарасов С.П., Солдатов Г.В., Пивнев П.П. 2013. Результаты сейсмоакустического профилирования дна Таганрогского залива Азовского моря. В кн.: *VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований»*. Сб. статей (г. Ростов-на-Дону, 10–15 июня 2013 г.). Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 524–527.
17. Петелин В.П. 1967. *Гранулометрический анализ морских донных осадков*. М., Наука: 128 с.
18. Андреева И.А., Лапина Н.Н. 1998. *Методика гранулометрического анализа донных осадков Мирового океана и геологическая интерпретация результатов лабораторного изучения вещественного состава осадков*. СПб., ВНИИ-Океангеология: 45 с.
19. Гричук В.П. 1940. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа. *Проблемы физической географии*. 8: 53–58.
20. Grimm E.C. 1990. TILIA and TILIA GRAPH: PC spreadsheet and graphics software for pollen data. *INQUA, Working Group on Data-Handling Methods*. Newsletter 4: 5–7.
21. Tesakov A.S., Dodonov A.E., Titov V.V., Trubikhin V.M. 2007. Plio-Pleistocene geological record and small mammal faunas, eastern shore of the Azov Sea, Southern European Russia. *Quaternary International*. 160: 57–69. doi: 10.1016/j.quaint.2006.09.009
22. Лебедева Н.А. 1972. *Антропоген Приазовья*. М., Наука: 106 с.
23. Величко А.А., Морозова Т.Д., Борисова О.К., Тимирева С.Н., Семенов В.В., Кононов Ю.М., Титов В.В., Тесак А.С., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н. 2012. Становление зоны степей юга России (по материалам строения лессово-почвенной формации Доно-Азовского региона). *Доклады Академии наук*. 445(4): 464–467.

REFERENCES

1. Matishov G.G. 2007. [Seismic profiling and mapping of the Azov Sea recent bottom sediments]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra*. 3(3): 32–40. (In Russian).
2. Matishov G.G., Pol'shin V.V., Boldyrev M.A., Myslivets V.I., Mayev E.G., Zverev A.S. 2007. [New concepts of Holocene deposits of the Azov Sea shelf (based on bottom mapping and seismoprofiling data)]. In: *Ekosistemnye issledovaniya Azovskogo, Chernogo, Kaspiyskogo morey i ikh poberezhnyy*. [Ecosystem research of the Azov, the Black and the Caspian Seas and their coasts]. Apatity, Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 42–50. (In Russian).
3. *Geologiya Azovskogo morya*. [Geology of the Sea of Azov]. 1974. Kiev, Naukova dumka: 247 p. (In Russian).
4. Zaytsev A.V., Zelenchikov G.V. 2009. [Holocene of the Don delta]. In: *Geologiya, geografiya i ekologiya okeana*. [Geology, Geography and Ecology of the Ocean]. G.G. Matishov (Ed.). Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 124–126. (In Russian).
5. Mikhaylov V.N. 1997. *Ust'ya rek Rossii i sopredel'nykh stran: proshloe, nastoyashchee i budushchee*. [The mouths of the rivers of Russia and neighboring countries: past, present and future]. Moscow, GEOS: 413 p. (In Russian).
6. Bronfman A.M., Khlebnikov E.P. 1985. *Azovskoe more. Osnovy rekonstruktsii*. [Sea of Azov. Fundamentals of reconstruction]. Leningrad, Gidrometeoizdat: 271 p. (In Russian).
7. Matishov G.G. 2006. New data on bottom geomorphology of the Sea of Azov. *Doklady Earth Sciences*. 409(6): 853–858. doi: 10.1134/S1028334X06060031
8. Matishov G.G., Pol'shin V.V., Ilyin G.V., Novenko E.Y., Karageorgis A. 2006. [Regularities of the Asov Sea modern bottom sediments' lithochemistry and palynology]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra*. 2(4): 38–51. (In Russian). doi: 10.23885/1813-4289-2006-2-4-38-51
9. Matishov G.G., Pol'shin V.V., Il'in G.V., Karageorgis A. 2007. [Features of the geochemical composition of modern bottom sediments of the Azov Sea]. In: *Ekosistemnye issledovaniya Azovskogo, Chernogo, Kaspiyskogo morey i ikh poberezhnyy*. [Ecosystem research of the Azov, the Black and the Caspian Seas and their coasts]. Apatity, Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 68–81. (In Russian).
10. 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 Sciences*. 429(1): 1369–1372. doi: 10.1134/S1028334X09080285
11. Matishov G.G., Pol'shin V.V., Shokhin I.V. 2010. [Influence of geomorphological features of the Azov Sea bottom on benthos allocation]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra*. 6(2): 14–20. (In Russian).
12. Matishov G.G., Novenko E.Yu., Dyuzhova K.V. 2013. Palynological indication of anthropogenic changes in the Azov Region vegetation based on the bottom sediments of the Sea of Azov. *Doklady Earth Sciences*. 450(2): 672–675. doi: 10.1134/S1028334X13060184
13. Matishov G.G., Usyagina I.S., Pol'shin V.V. 2015. Long-term dynamics of Sea of Azov contamination with the ¹³⁷Cs isotope (1966–2013). *Doklady Earth Sciences*. 460(2): 198–202. doi: 10.1134/S1028334X15020221
14. 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 Sciences*. 467(2): 371–375. doi: 10.1134/S1028334X16040048
15. Pol'shin V.V. 2009. [Bottom sediments of the Late Holocene of the Sea of Azov]. In: *Geologiya, geografiya i ekologiya okeana*. [Geology, Geography and Ecology of the Ocean]. G.G. Matishov (Ed.). Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 269–272. (In Russian).
16. Pol'shin V.V., Tarasov S.P., Soldatov G.V., Pivnev P.P. 2013. [Results of seismic profiling of Taganrog Bay of the Sea of Azov bottom]. In: *VIII Vserossiyskoe soveshchanie po izucheniyu chetvertichnogo perioda: "Fundamental'nye problemy kvartera, itogi izucheniya i osnovnye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy"*. [VIII All-Russian Conference on Quaternary Research: "Fundamental problems of Quaternary, results and main trends of future studies": Collection of papers (Rostov-on-Don, Russia, 10–15 June 2013)]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 524–527. (In Russian).
17. Petelin V.P. 1967. *Granulometricheskii analiz morskikh donnykh osadkov*. [Granulometric analysis of marine bottom sediments]. Moscow, Nauka: 128 p. (In Russian).
18. Andreeva I.A., Lapina N.N. 1998. *Metodika granulometricheskogo analiza donnykh osadkov Mirovogo okeana i geologicheskaya interpretatsiya rezul'tatov laboratornogo izucheniya veshchestvennogo sostava osadkov*. [The method of granulometric analysis of bottom sediments of the World Ocean and the geological interpretation of the results of a laboratory study of the material composition of sediments]. St. Petersburg, VNIIOkeangeologiya: 45 p. (In Russian).
19. Grichuk V.P. 1940. [The method of processing sedimentary rocks, poor in organic residues, for the purpose of pollen analysis]. *Problemy fizicheskoy geografii*. 8: 53–58. (In Russian).
20. Grimm E.C. 1990. TILIA and TILIA GRAPH: PC spreadsheet and graphics software for pollen data. *INQUA, Working Group on Data-Handling Methods*. Newsletter 4: 5–7.
21. Tesakov A.S., Dodonov A.E., Titov V.V., Trubikhin V.M. 2007. Plio-Pleistocene geological record and small mammal faunas, eastern shore of the Azov Sea, Southern European Russia. *Quaternary International*. 160: 57–69. doi:10.1016/j.quaint.2006.09.009
22. Lebedeva N.A. 1972. *Antropogen Priazov'ya*. [Anthropogen of Priazov'ye]. Moscow, Nauka: 106 p. (In Russian).
23. Velichko A.A., Morozova T.D., Borisova O.K., Timireva S.N., Semenov V.V., Kononov Yu.M., Titov V.V., Tesakov A.S., Konstantinov E.A., Kurbanov R.N. 2012. Development of the steppe zone in southern Russia based on the reconstruction from the loess-soil formation in the Don-Azov Region. *Doklady Earth Sciences*. 445(2): 999–1002. doi: 10.1134/S1028334X12080107

Поступила 01.09.2017