

Палеолитодинамические предпосылки накопления материала современного аккумулятивного тела Анапской пересыпи (Кавказское побережье Черного моря)

В. В. Крыленко*, М. В. Крыленко, Д. В. Крыленко

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

**e-mail: krylenko.slava@gmail.com*

Аннотация

Анапская пересыпь – крупная голоценовая прибрежно-морская аккумулятивная форма, сформированная наносами терригенного и морского происхождения на северо-западе Кавказского побережья Черного моря. В последние десятилетия наблюдается отступление берега пересыпи. Основной причиной отступления являются природные процессы, обусловившие дефицит и перераспределение наносов в литодинамической системе пересыпи. На фоне повышения уровня моря отступление берега может ускориться, а в дальнейшем – привести к деградации всей геосистемы Анапской пересыпи. Целью работы является анализ и обобщение информации о происхождении слагающего аккумулятивное тело пересыпи материала и механизмах его перераспределения во времени и пространстве, что необходимо для оценки устойчивости современного аккумулятивного тела. На основе комплексного анализа, включающего ряд палеогеографических, геоморфологических, картографических, гранулометрических и минералогических исследований, проанализировано несколько вариантов накопления большого запаса песка. Показано, что развитие аккумулятивного тела Анапской пересыпи определялось изменениями конфигурации берега, колебаниями уровня моря, направлением и протяженностью вдольбереговых потоков наносов. Фанагорийская регрессия прервала предшествующий ход развития аккумулятивной геосистемы Анапской пересыпи, а современная геосистема приобрела в ходе нимфейской трансгрессии. Аккумулятивное тело современной пересыпи было сформировано из аллювия реки Кубани, поступавшего непосредственно на морской берег во время фанагорийской регрессии, и материала абразии коренных берегов Таманского полуострова.

Ключевые слова: Черное море, Кавказское побережье, Черноморское побережье Кавказа, Анапская пересыпь, литодинамические процессы, колебания уровня моря, аккумуляция, поток наносов, береговая линия

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН, тема FMWE-2021-0013.

© Крыленко В. В., Крыленко М. В., Крыленко Д. В., 2023



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

Для цитирования: Крыленко В. В., Крыленко М. В., Крыленко Д. В. Палеолитодинамические предпосылки накопления материала современного аккумулятивного тела Анапской пересыпи (Кавказское побережье Черного моря) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 4. С. 19–33. EDN QBVRWW.

Material Accumulation in the Modern Accumulative Body of the Anapa Barrier Beach (Caucasian Coast of the Black Sea): Paleolithodynamic Prerequisites

V. V. Krylenko*, M. V. Krylenko, D. V. Krylenko

Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia

**e-mail: krylenko.slava@gmail.com*

Abstract

The Anapa Barrier Beach is a large Holocene coastal accumulative form formed by sediments of terrigenous and marine origin in the north-western Caucasian coast of the Black Sea. In recent decades, the barrier beach shoreline has been retreating. The main reason for the retreat is the natural processes that caused the shortage and redistribution of sediments in the lithodynamic system of the barrier beach. With the sea level rising, the coast retreat may accelerate, and in the future, it may lead to degradation of the entire geosystem of the Anapa Barrier Beach. The paper aims to analyze and generalize information about the origin of the sediment material composing the accumulative body and the mechanisms of its redistribution in time and space, which is necessary for assessing the stability of the modern accumulative body. Based on a comprehensive analysis, which includes a number of paleogeographic, geomorphological, cartographic, granulometric, and mineralogical studies, several options for accumulating a large supply of sand were considered. It is shown that the development of the accumulative body of the Anapa Barrier Beach was determined by changes in the shore configuration, fluctuations in the sea level, as well as the direction and length of alongshore sediment flows. The Phanagorian regression interrupted the previous course of development of the accumulative geosystem of the Anapa Barrier Beach. The geosystem acquired its modern form during the Nymphaean transgression. The accumulative body of the modern barrier beach was formed from the abrasion material of the indigenous shores of the Taman Peninsula and alluvium of the Kuban River. The alluvium came directly to the seashore during the Phanagorian regression.

Keywords: Black Sea, Caucasian coast, Anapa Barrier Beach, lithodynamic processes, sea-level fluctuations, accumulation, sediment flow, shoreline

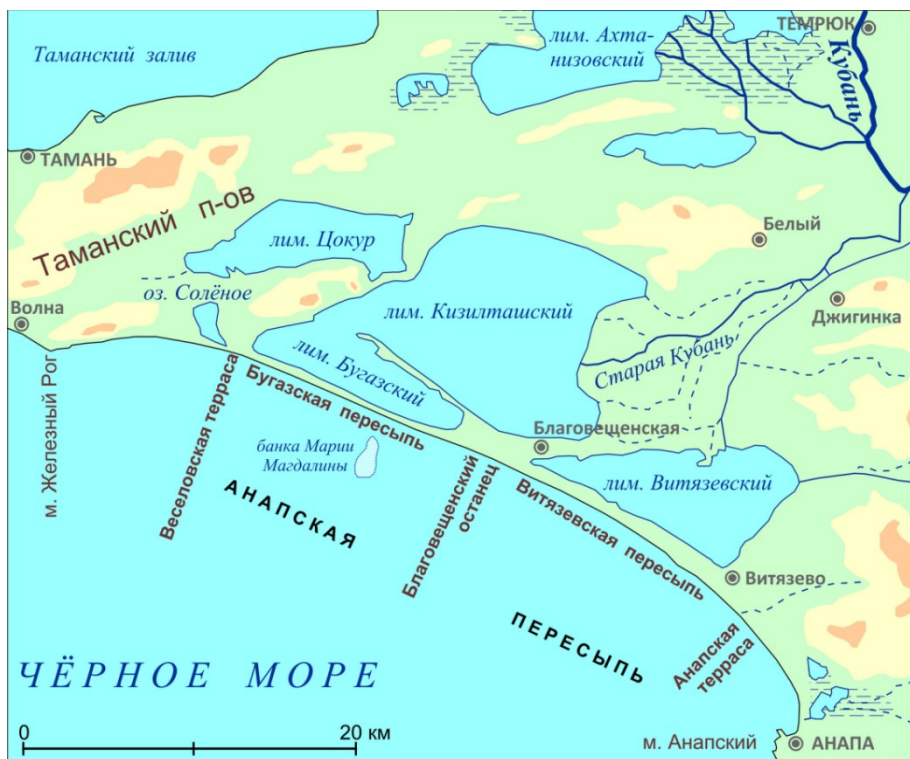
Acknowledgments: The work was carried out under state assignment on topic FMWE-2021-0013.

For citation: Krylenko, V.V., Krylenko, M.V. and Krylenko, D.V., 2023. Material Accumulation in the Modern Accumulative Body of the Anapa Barrier Beach (Caucasian Coast of the Black Sea): Paleolithodynamic Prerequisites. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (4), pp. 19–33.

Введение

Анапская пересыпь – крупная голоценовая прибрежно-морская аккумулятивная форма, сформированная наносами терригенного и морского происхождения. Она расположена на морском крае низменной аллювиальной равнины Северо-Восточного Причерноморья и находится в зоне сочленения тектонических элементов северо-западного (Кавказского) и субширотного (Керченско-Таманского) простираения. Длина Анапской пересыпи 47 км (рис. 1), аккумулятивное тело пересыпи сложено кварцевым песком с примесью ракушечного детрита и гальки. Ширина ее максимальна в юго-восточной части (почти 1.5 км), к северо-западу она постепенно уменьшается до 150–200 м. В пределах литодинамической системы Анапской пересыпи наблюдается поперечное и продольное перемещение наносов. Для вдольберегового движения наносов характерен бимодальный режим с преобладанием переноса на юго-восток [1–4].

В последние десятилетия наблюдается отступление морского берега пересыпи, на некоторых участках оно составило около 80 м за 50 лет [5]. Основной причиной отступления являются природные процессы, обусловившие дефицит и перераспределение наносов в литодинамической системе пересыпи. На фоне повышения уровня моря отступление берега может ускориться, а в дальнейшем – привести к деградации всей геосистемы Анапской пересыпи [1].



Р и с. 1. Схема района Анапской пересыпи

F i g. 1. Map of the Anapa Barrier Beach

Для определения пределов устойчивости аккумулятивного тела пересыпи необходимо получить информацию о происхождении слагающего его материала и его запасах. Целью работы является анализ и обобщение сведений о происхождении слагающего аккумулятивное тело пересыпи материала, этапах и механизмах его перераспределения во времени и пространстве, что необходимо для оценок устойчивости современного аккумулятивного тела. Для анализа происхождения аккумулятивных форм Анапской пересыпи требуется ответить на несколько важных вопросов: каков генезис слагающего их материала, когда и каким образом он поступил в литодинамическую систему.

Материалы и методы исследования

В работе использовались материалы геологических изысканий, натуральных исследований, материалы дистанционного зондирования, архивные и литературные источники. В 1970-е гг. вдоль всего протяжения Анапской пересыпи был выполнен продольный буровой профиль из двух десятков скважин глубиной до 200 м. Одновременно был пробурен поперечный профиль через долину р. Старая Кубань по линии Джигинка – Белый [6]. В начале 2000-х гг. по данным сети скважин глубиной до 10 м (44 скважины по 10 профилям) выполнен комплекс исследований (фауна моллюсков, радиоуглеродное датирование, минеральный состав, гранулометрический состав). В 1998 г. на Таманском п-ове были проведены археолого-палеогеографические исследования, целью которых было изучение хода уровня Черного моря в последние 3–4 тыс. лет [7]. В 2005 г. Я. А. Измайлов на основе анализа комплекса геолого-геоморфологических данных произвел детальную реконструкцию истории формирования Анапской пересыпи [6]. С 2010 г. сотрудники Южного отделения Института океанологии РАН и географического факультета МГУ проводят на Анапской пересыпи исследования процессов формирования надводного и подводного рельефа, ландшафтно-морфологической структуры, пространственных особенностей распределения наносов и гидрологического режима [1, 8–12].

Результаты и обсуждение

Этапы и факторы формирования Анапской пересыпи до фанагорийской регрессии

Многие исследователи рассматривали возможные сценарии возникновения Анапской пересыпи [6, 7, 13–16]. Формирование аккумулятивного тела будущей Анапской пересыпи началось с завершением последнего ледникового периода из аллювия пра-Кубани, накопленного в период ее непосредственного впадения в Черное море. При повышении уровня моря часть материала перемещалась вместе с движением береговой линии в виде бара, что характерно при развитии подобных аккумулятивных форм [17]. Не исключено, что имеющегося уже тогда материала было достаточно, чтобы образовывать аккумулятивные формы, полностью или частично перекрывавшие входы в заливы.

После достижения уровня Черного моря, близкого к современному (5–5.5 тыс. л. н.) [18], вся дельтовая область р. Кубани была затоплена.

Образовались глубоко врезаемые в сушу заливы, где стал отлагаться аллювий¹⁾. Конфигурация коренного берега в данный период определялась наличием нескольких мысов или островов, между которыми формировались косы, пересыпи или томболо. Скорость и векторы роста аккумулятивных форм были различными, их развитие в разные периоды времени могло происходить независимо или согласованно.

Формирование Анапской пересыпи с этого момента шло за счет материала, который образовывался в процессе абразии коренных берегов, и ракуши, поступающей с подводного склона. Как показывают исследования толщи осадков различных участков Анапской пересыпи, доля ракуши (ракушечного детрита) составляет до 5 % в общем объеме отложений и это значение почти не зависит от их возраста [1]. Сложнее определить долю отложений, поступивших в результате абразии. Поскольку абразионные берега к северо-западу от Анапской пересыпи за последние 5 тыс. лет отступили на расстояние около 2 км, а некоторые их участки были полностью смыты, состав слагающих их пород неизвестен. В современном клифе содержание материала пляжеобразующей размерности не более 10 %, преобладающая часть – хорошо отсортированные мелкие и средние пески аллювиального происхождения плиоценового возраста²⁾. После волновой переработки эти пески невозможно отличить от аллювия Кубани, поэтому определить долю абразионного материала в общем объеме Анапской пересыпи не представляется возможным. На наличие абразионного материала указывает незначительное присутствие гальки из ожелезненных известняков, источником которой принято считать скальные выступы, расположенные на подводном склоне или в основании м. Железный Рог. Эта галька в незначительных количествах обнаруживается вдоль всей протяженности пересыпи, в том числе в ее тыльной части. Количество и размер гальки снижается в направлении с северо-запада на юго-восток. В целом литодинамика современной Анапской пересыпи определяется песками, влияние ракуши, а тем более гальки, носит подчиненный характер.

Вследствие преобладания движения наносов с северо-запада на юго-восток происходил быстрый рост южной части будущей Анапской пересыпи. Сложенный скальными породами Анапский мыс задерживал поступающие наносы, и возникшие аккумулятивные формы сохраняли устойчивость и выдвигались в сторону моря. Именно на данном участке в тыльной части пересыпи обнаружены наиболее древние надводные аккумулятивные отложения [6].

В центральной части пересыпи, южнее Благовещенского останца, отмечаются несколько генераций береговых валов и дюнных гряд. Наиболее старые и удаленные от моря гряды расположены под углом к современной береговой линии [10, 11, 19]. Вероятно, эти гряды появились, когда конфигурация морского края Благовещенского останца была иной и ориентация косы, формировавшейся к юго-востоку от него, отличалась от ориентации современной линии берега пересыпи.

¹⁾ *Зенкович В. П.* Морфология и динамика берегов Черного моря в пределах границ СССР, Том III, Часть III. Региональная; Раздел II. Центральная часть (Южный Крым, полуострова Керченский и Таманский). Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1958. 187 с.

²⁾ Геология Большого Кавказа. Москва: Недра, 1976. 262 с.

На северной части Анапской пересыпи (в пределах Бугазской пересыпи) древние генерации аккумулятивных форм не сохранились, что стало следствием быстрого разрушения морем коренных берегов, сложенных рыхлыми породами, и постоянного отступления аккумулятивных форм вглубь лагуны. Тем не менее на существование таких аккумулятивных форм косвенно указывает тот факт, что, согласно [20–22], уже 3.5 тыс. лет назад именно по Бугазской пересыпи проходил один из важнейших сухопутных транспортных путей между Таманским полуостровом и Анапским регионом.

Сложно сказать, когда произошло полное разрушение мысов в центральной части будущей Анапской пересыпи, но это событие привело к значительным изменениям литодинамического режима. По оценке [6], соединение северной и южной частей (Бугазской и Витязевской пересыпей) с образованием единой литодинамической системы произошло не ранее 2.5 тыс. л. н. Это соединение близко по срокам к началу фанагорийской регрессии (возможно, обусловлено ею). Впоследствии северная часть образовавшейся абразионно-аккумулятивной береговой дуги длиной более 50 км с течением времени смещалась по мере отступления аккумулятивных форм вглубь заливов [23], а южная – выдвигалась в море за счет роста новых генераций береговых валов.

Помимо пространственных изменений, обусловленных протеканием аккумулятивных или абразионных процессов, развитие аккумулятивного тела осложнялось колебаниями уровня моря. С точки зрения оценки устойчивости аккумулятивного тела современной Анапской пересыпи интересен завершающий этап ее формирования, начало которого было обусловлено фанагорийской регрессией и последующей нимфейской трансгрессией.

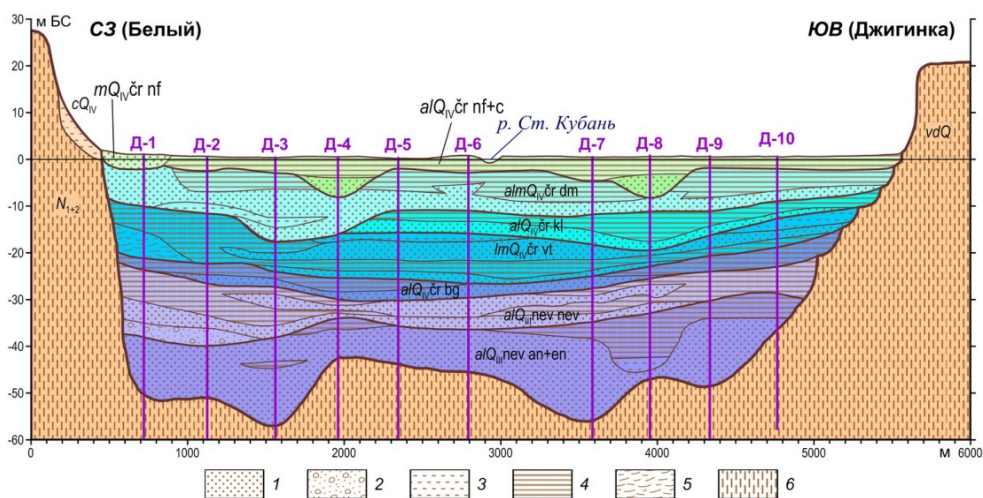
Развитие Анапской пересыпи во время фанагорийской регрессии

Джеметинский этап (5.2–2.5 тыс. л. н.) [6] завершился регрессией, называемой в Причерноморье фанагорийской. Большинство современных исследователей [24–27] оценивают понижение уровня моря в период фанагорийской регрессии в 5.0–5.5 м относительно предшествующего и современного уровня.

В работе [22, с. 75] авторы задаются вопросом, почему ни один из античных авторов «не говорит нам о наличии обширного Кизилташского (Палеокубанского) лимана». По данным [6], на разрезе в северной части Бугазской пересыпи (вблизи Бугазского гирла) между позднеджеметинскими (датировка 2660–2520 л. н.) и нимфейскими отложениями (датировка 1110 л. н.) отмечен слой мелких песков аллювиального типа, имеющих отметку подошвы минус 6.6 м, т. е. уровень дна реки был значительно ниже современного уровня моря. По разрезу в центральной части Бугазской пересыпи между верхнеджеметинскими (датировка 2750 л. н.) и нимфейскими (датировка 1940 л. н.) отложениями прослежен слой эоловых песков с абсолютной отметкой подошвы минус 1.55 м (при этом экстраполяция показывает большую вероятность прослеживания отметок подошвы эоловых песков до отметки минус 2.5 м [6]). С учетом того, что современные эоловые отложения располагаются выше 1.5 м над уровнем моря, уровень моря у Бугазской пересыпи в этот период был ниже современного не менее чем на 3.5 м. При таком уровне моря уровень гидравлически связанных с ним лагун должен был упасть на ту же величину.

Учитывая гидрологические характеристики (глубины на большей части площади современных лиманов не превышают 1 м) [28], оценочную величину падения уровня и геологические данные, можно утверждать, что в период фанаторийской регрессии (то есть в античное время) обширных заливов или лагун на месте современного Кизилташского лимана не существовало.

Сток реки Кубани в море осуществлялся через сохшую при падении уровня моря акваторию лиманов по эрозионным русловым врезам, выработанным в предшествующих отложениях. На геологическом разрезе (рис. 2) [29] имеются два выраженных русловых эрозионных вреза, заполненных аллювиальными песками. Состав отложений указывает на то, что скорости течения были достаточно высокими для перемещения большого объема влекомых наносов, в данном случае песка. Подошва врезов расположена на отметке минус 5 м. Базисом эрозии для р. Кубани в этот период был уровень Черного моря, поскольку лиманов не существовало. Соответственно, твердый сток р. Кубани в рассматриваемый период попадал непосредственно в акваторию Черного моря. В упомянутой выше работе [22, с. 75] авторы приводят образное описание древнегреческого поэта Гиппонакта Эфесского (вторая половина VI в. до н. э.), предположительно относящееся именно к устью Кубани.



Р и с. 2. Джигинский геологический профиль через р. Старая Кубань (адаптировано из [29, с. 82]). Литологический состав: 1 – песок; 2 – песок с галькой; 3 – алеврит; 4 – глины; 5 – илы; 6 – лёсс. Генезис: а – речной; l – лиманный; m – морской; v – эоловый; d – склоновый; c – оползневой. Возраст: N_{1+2} – неогеновый; Q – четвертичный; an+en – антский-еникальский; nev – новоэвксинский горизонт; nev nev – новоэвксинский слой; $Q_{IV}\check{c}r$ – черноморский горизонт; bg – бугазский; vt – витязевский; kl – каламитский; dm – джеметинский; nf – нимфейский, современный; Д-5 – номера скважин

Fig. 2. Dzhiginsky geological profile across the Staraya Kuban River (adapted from [29, p. 82]). Lithological composition: 1 – sand; 2 – sand with pebbles; 3 – siltstone; 4 – clays; 5 – silts; 6 – loess. Genesis: a – river; l – estuary; m – marine; v – eolian; d – slope; c – landslide. Age: N_{1+2} – Neogene; Q – Quaternary; an+en – Antsky-Yenikalsky; nev – Novoevksinsky horizon; nev nev – Novoevksinsky layer; $Q_{IV}\check{c}r$ – Black Sea horizon; bg – Bugazsky; vt – Vityazevsky; kl – Kalamitsky; dm – Dzhemetinsky; nf – Nymphaean, modern; Д-5 – well numbers

Врезание речного русла в нижележащие отложения в результате снижения уровня моря наблюдалось в ходе падения уровня Каспийского моря в 1931–1945 гг. В устье р. Куры падение уровня моря сказалось не сразу на всем протяжении продольного профиля, а постепенно распространилось от устья вверх по течению. В целом снижение уровня Каспийского моря, сопровождавшееся активным врезом рек его западного побережья, способствовало значительному наращиванию площадей устьевых образований³⁾. На этот процесс активно влияли вдольбереговые перемещения наносов, перекрытие устьевых частей ракушечными барами.

Как указано в работе [30], при наличии вдольбереговых потоков наносов активный врез русел в нижележащие отложения не обязательно сопровождается значительным выдвиганием устьевых частей в море. Поступающие речные наносы активно вовлекаются во вдольбереговой перенос, способствуя развитию аккумулятивной формы в пределах всей литодинамической системы. Вероятно, подобным образом шло развитие Анапской пересыпи в течение фанагорийской регрессии.

Развитие Анапской пересыпи во время нимфейской трансгрессии

В ходе нимфейской трансгрессии в пределах осохших лиманов вновь образовалась обширная акватория с активно протекающими гидро- и литодинамическими процессами, на что указывает наличие береговых аккумулятивных валов и небольших лагун у подножия коренного склона. Датировка раковинного материала реликтовых аккумулятивных форм [15] позволяет отнести их формирование к середине II тыс. н.э. [20]. Следы подобных, но более древних аккумулятивных форм в створе п. Джигинка – х. Белый прослеживаются в виде двух кос из раковинных песков (ориентировочный возраст 2.8–3.5 тыс. л. н.), направленных навстречу друг другу с западного и восточного бортов долины на отметке 2.5–4.5 м ниже современного уровня моря [20].

В работе [21, с. 339] высказано предположение, что в трансгрессивные периоды происходил «размыв и затопление Бугазской пересыпи с превращением лимана в морской мелководный открытый залив, берега которого были подвержены воздействию волнения открытого моря». В пользу этого предположения приводится факт образования абразионных уступов на коренных бортах долин и аккумулятивных форм на западном берегу Кизилташского лимана. В работе [20, с. 488] указано, что «во второй половине первого тысячелетия нашей эры подъем уровня моря на 2–3 м обусловил затопление древней пересыпи, отделявшую палео-Бугазскую лагуну и кратковременное превращение низовьев древнего Кубанского (современного Кизилташского) лимана в открытый морской залив». По мнению авторов работы [20], только по мере замедления трансгрессии происходило восстановление пересыпи и формирование лагуны с ограниченной связью с морем, заполнявшейся впоследствии лагунно-аллювиальными отложениями.

³⁾Леонтьев О. К. Краткий курс морской геологии: Учебное пособие. Москва: МГУ, 1963. 461 с.

Следует отметить, что авторы работ [20, 21] не учитывают скорости и механизмы формирования надводных песчаных замыкающих форм в условиях трансгрессии. Нимфейская трансгрессия не носила катастрофического характера (на что указывает отсутствие литературных сведений). Нимфейский подъем уровня моря не привел к разрушению Анапской пересыпи или ее частей, но ее аккумулятивное тело смещалось в сторону суши. В условиях постепенного подъема уровня песчаные пересыпи на отмелях побережьях проявляют способность смещаться вместе с плано-высотным ходом береговой линии в сторону суши [31, 32], сохраняя свою целостность и даже морфологическое строение.

Таким образом, мы считаем, что нимфейский подъем уровня моря привел не к разрушению Бугазской пересыпи, а к смещению ее тела в сторону лимана. Одновременно чаша лимана наполнялась водой, а размеры и конфигурация образовавшейся акватории неизбежно обуславливали активизацию абразионно-аккумулятивных процессов на ее берегах. Двусторонний водообмен через Бугазское гирло обусловил присутствие раковин морских раковинных моллюсков в составе аккумулятивных отложений на лиманных берегах (раковины встречаются там и в настоящее время). Колебания уровня в лимане, связанные с паводками или нагонными явлениями, способствовали активной абразии лиманных берегов. На некоторых участках абразия отмечается даже сейчас, после прекращения поступления речного стока и при фактическом отсутствии свободного водообмена с морем.

Состав, возраст и механизм перераспределения современных наносов Анапской пересыпи

В южной и центральной частях Анапской пересыпи в рельефе и составе наносов выделяются древняя генерация прибрежно-морских отложений в прилагунной части и современная генерация, протянувшаяся вдоль уреза моря сплошной полосой шириной до 200 м. В строении и динамике этой полосы проявляются черты как пляжа полного профиля, так и дюнной гряды. Нижние слои отложений представлены преимущественно кварцевым песком со значительной (до 30 %) примесью ракуши. В отличие от отложений более древних частей пересыпи, в материале новой генерации сравнительно мало гальки из ожелезненных известняков. В верхней части отложений прибрежной полосы залегают и активно мигрируют хорошо отсортированные кварцевые пески с малым (до 3 %) содержанием ракуши.

В работе ¹⁾ В. П. Зенкович задается вопросом: «Откуда же взялись чистые (кварцевые) пески, образующие внешнюю полосу южной и центральной части пересыпи? ... Образование в восточной части пересыпи чистой полосы песков более 200 м ширины показывает, что был период, когда эти массы песка поступали со дна к берегу, но сейчас такого процесса нет». К настоящему времени, основываясь на материалах многочисленных исследований, можно предложить несколько вариантов происхождения материала, ставшего основой современной генерации отложений центральной и южной частей Анапской пересыпи.

Вариант 1. Фанагорийская регрессия (падение уровня моря на 5 м в период 2.5–1.7 тыс. л. н.) привела к возобновлению поступления аллювия р. Кубани непосредственно в береговую зону Черного моря. Вдольбереговой перенос

этого материала на юго-восток способствовал выдвиганию берега и росту ширины пляжей. Минеральный и механический состав наносов (хорошо отсортированные аллювиальные пески) способствовал росту эоловых образований, перекрывавших более ранние отложения с заметной примесью гальки и ракуши.

Вариант 2. В период фанагорийской регрессии между отмелью или островом на месте современной банки Марии Магдалины (глубины 1–5 м) происходил перехват и накопление поступающих с севера наносов (песков с примесью гальки и ракуши). После подъема уровня возобновился вдольбереговой перенос накопившихся наносов на юго-восток. Вариант 2 легко комбинируется с вариантом 1 и даже усиливает его, но сам по себе не объясняет единовременное появление большого количества хорошо отсортированных песков в южной части пересыпи.

Вариант 3. В период фанагорийской регрессии накопление наносов происходило в виде берегового вала вблизи уреза, находящегося тогда мористее и ниже. В ходе нимфейской трансгрессии этот вал был смещен в сторону суши и примкнул к предшествующим генерациям береговых валов. Вариант 3 легко комбинируется с вариантом 1, но сам по себе не раскрывает происхождение этого песка.

Уточнить временные рамки начала поступления больших масс песка позволяет анализ палеонтологических и археологических находок. В центральной части Анапской пересыпи располагается Благовещенский останец, сложенный неогеновыми суглинками. Аккумулятивное тело пересыпи причленяется к древнему абразионному уступу и приобретает характер морской аккумулятивной террасы. Особенностью Благовещенского останца является наличие в его северо-западной части обширного (около 20 га) участка, где дюны располагаются на поверхности коренного берега, то есть подняты относительно уровня аккумулятивной террасы на высоту 15–20 м [1]. Появление дюн на поверхности Благовещенского останца позволяет уточнить датировку начала движения больших масс песков.

В работе [33] отмечается наличие к северу от дюнного массива древнего поселения «Благовещенское-4», существовавшего в период с VI в. до н. э. по II–III в. н. э. Поселение ориентировано вдоль древней дороги, ведущей к Бугазской пересыпи (рис. 3). Обилие керамики и отсутствие остатков капитальных сооружений позволяет предположить, что поселение «Благовещенское-4» являлось логистическим центром, где могла осуществляться перегрузка с морских судов на сухопутный или речной транспорт. Согласно исследованиям [20, 21], здесь проходил один из важнейших сухопутных транспортных путей. В работе [33], к сожалению, о существовании дюнного массива не упоминается. Между тем на поверхности коренных суглинков под развеваемыми дюнами было обнаружено большое количество фрагментов античной керамики [1]. Оценочные датировки, произведенные А. М. Новичихиным и Н. И. Сударевым, показывают, что наиболее ранние находки датируются VI в. до н. э., а наиболее поздние II–III вв. н. э. Приведенные датировки совпадают с датировками находок с поселения «Благовещенское-4» [33] и указывают на то, что эоловых аккумулятивных образований на поверхности Благовещенского останца не существовало как минимум до начала III в. н. э.



Р и с. 3. Дюнный массив на северо-западной оконечности Благовещенского останца: 1 – развеваемая дюна; 2 – локализация основных находок античного поселения «Благовещенский-4» вдоль древней дороги

Fig. 3. Dune field on the NW tip of the Blagoveshchensk butte: 1 – dune; 2 – localization of the main finds of the ancient settlement of Blagoveshchensky-4 along an ancient road

Сопоставив палеогеографические реконструкции хода уровня Черного моря [6, 34] и археологические данные, можно сделать вывод, что образование дюн на поверхности останца произошло не ранее начала раннимифейской трансгрессии около 1.7 тыс. л. н. Возможно, именно последствия этой трансгрессии способствовали прекращению хозяйственной деятельности на указанном участке Благовещенского останца. Подъем уровня воды в лиманах отрезал Благовещенский останец от ряда сухопутных транспортных путей [20], а поступающий песок препятствовал использованию данного участка.

Заключение

Развитие аккумулятивного тела Анапской пересыпи определялось изменениями конфигурации берега, колебаниями уровня моря, направлением и протяженностью вдольбереговых потоков наносов. В строении пересыпи хорошо выделяются удаленные от моря более древние генерации, сформированные в джеметинский период, и протянувшиеся вдоль уреза моря современные генерации. Приморские участки Анапской террасы, Витязевской пересыпи и южной части Благовещенской террасы имеют нимфейский возраст. Нимфейская генерация береговых валов, период формирования которой охватывает последние 1.5 тыс. лет, примыкает с мористой стороны к древней генерации береговых валов. Под современной генерацией бурением вскрыта толща отложений, хронологически занимающая промежуточное положение между нимфейской и джеметинской генерациями. Эти отложения представлены лагунно-лиманскими илами, хронологический диапазон накопления которых по серии радиоуглеродных датировок раковинного материала

составляет 2.7–1.6 тыс. л. н. и характеризует период положения уровня моря, находившегося на отметках 3.5–5.5 м ниже современного.

Таким образом, достаточно оснований утверждать, что фанагорийская регрессия прервала предшествующий ход развития аккумулятивной геосистемы Анапской пересыпи, а современная геосистема приобрела уже в ходе нимфейской трансгрессии. Аккумулятивное тело современной пересыпи было сформировано из аллювия р. Кубани, поступающего непосредственно на морской берег во время фанагорийской регрессии, и материала абразии коренных берегов Таманского полуострова. В целом можно предположить следующий ход событий:

- в ходе фанагорийской регрессии береговая линия выдвигается в сторону моря и стабилизируется;

- твердый сток р. Кубани (хорошо отсортированный кварцевый песок) вновь начинает поступать в береговую зону моря, вовлекаясь во вдольбереговую перенос;

- в период регрессии формируется береговой вал, состоящий из поступающего и перераспределяющегося вдоль уреза аллювия;

- между растущим новым и старым береговыми валами образуется мелководная лагуна (она препятствует развитию эоловых форм в сторону берега);

- вдоль берегов лагуны появляется растительность, в том числе древесная;

- нимфейская трансгрессия мобилизует сформировавшийся береговой вал, он движется в сторону берега, постепенно перекрывая лагуну;

- по мере исчезновения лагуны материал нового берегового вала вовлекается в эоловый перенос, накапливаясь вдоль полос древесной растительности и формируя гряды устойчивых дюн;

- при стабилизации уровня моря интенсивность миграций наносов (в первую очередь – эоловых) постепенно снижается до начала антропогенного воздействия, вновь выведшего систему из равновесия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косьян Р. Д., Крыленко В. В., Крыленко М. В. Геосистема Анапской пересыпи. Москва : Научный мир, 2021. 262 с.
2. Состав и распределение осадков Анапской пересыпи / Р. Д. Косьян [и др.] // *Океанология*. 2020. Т. 60, № 2. С. 302–314. EDN CGJVOP. doi:10.31857/S0030157420020057
3. Divinsky B., Kosyan R. Parameters of wind seas and swell in the Black Sea based on numerical modeling // *Oceanologia*. 2018. Vol. 60. P. 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.11.006>
4. Kosyan R., Divinsky B., Fedorova E. Sandy sediment transport along Anapa bay bar (the Black Sea, Russia) // *Proceedings of SPIE. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018)*, 2018, Paphos, Cyprus. SPIE, 2018. Vol. 10773. 107731A. <https://doi.org/10.1117/12.2322835>
5. Крыленко В. В. Динамика морского берега Анапской пересыпи // *Океанология*. 2015. Т. 55, № 5. С. 742–749. EDN UIMGRL. doi:10.7868/S0030157415050081
6. Измайлов Я. А. Эволюционная география побережий Азовского и Черного морей. Книга 1. Анапская пересыпь. Сочи : Лазаревская полиграфия, 2005. 175 с.
7. Возраст и условия формирования Бугазской пересыпи / П. А. Каплин [и др.] // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2001. № 2. С. 87–95.

8. *Boyko E., Krylenko V., Krylenko M.* LIDAR and airphoto technology in the study of the Black Sea accumulative coasts // Proceedings of SPIE. Third International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment, 2015, Paphos, Cyprus. 2015. Paphos. Vol. 9535. 95351Q. <https://doi.org/10.1117/12.2192577>
9. Исследование динамики рельефа северо-западной части Анапской пересыпи по материалам воздушного лазерного сканирования / В. И. Кравцова [и др.] // Геоинформатика. 2017. № 4. С. 48–62.
10. Mapping the Anapa Bay-Bar geosystems on the basis of satellite remote sensing and ground data / V. I. Kravtsova [et al.] // Proceedings of SPIE. Third International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment, 2015, Paphos, Cyprus. 2015. Paphos. Vol. 9535. 95351X. doi:10.1117/12.2193682
11. *Кравцова В. И., Чалова Е. Р.* Картографирование ландшафтно-морфологической структуры восточного Бугазского участка Анапской пересыпи по материалам цифровой аэрофотосъемки // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2018. Т. 62. № 3. С. 303–313. <https://doi.org/10.30533/0536-101X-2018-62-3-303-313>
12. Сходство и различия малых пересыпей северо-восточной части Черного моря / В. В. Крыленко [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 1. С. 63–83. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2021-1-63-83>
13. *Флеров А. Ф.* Песчаные ландшафты Черноморско-Азовского побережья Кавказа, их происхождение и развитие // Известия Государственного географического общества. 1931. Т. LXIII, вып. 1. С. 22–41.
14. *Невесский Е. Н.* История развития Анапской пересыпи // Труды Института океанологии. Москва, 1957. Т. 21. С. 165–174.
15. Реконструкция и датирование голоценовых береговых линий моря в дельте Кубани (Восточное Азово-Черноморье) / Я. А. Измайлов [и др.] // Вестник ЛГУ. Серия 7. Геология. География. 1989. Вып. 3. С. 61–69.
16. *Измайлов Я. А., Крыленко В. В.* Геологическое строение, палеогеография и новые данные о современной динамике Анапской пересыпи (Черноморское побережье) // Пути эволюционной географии : материалы Всероссийской научной конференции посвященной памяти профессора А.А. Величко. Москва : Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук, 2016. С. 118–123.
17. *Леонтьев И. О.* Морфологические процессы в береговой зоне моря. Saarbrücken : LAP Lambert, 2014. 251 с.
18. *Балабанов И. П.* Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. Москва ; Владивосток : Дальнаука, 2009. 350 с.
19. *Крыленко Д. В., Крыленко В. В., Крыленко М. В.* Полевые исследования строения осадочной толщи северной части Витязевской пересыпи // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, № 11. С. 119–127. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/84/16>
20. *Сударев Н. И., Поротов А. В., Гарбузов Г. П.* Путь из Синдики в Синдику: значение Анапской пересыпи в истории региона // Материалы международной научной конференции: XIX Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Традиции и инновации. Керчь : ИП Литвиненко Е.А., 2018. С. 485–493.

21. *Поротов А. В., Сударев Н. И., Гарбузов Г. П.* Некоторые результаты изучения палеогеографического развития дельты Кубани в античное время // Материалы международной научной конференции: XXII Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Новые открытия, новые проекты. Симферополь ; Керчь : ИП Кифниды Г.И., 2021. С. 335–344.
22. *Сударев Н. И., Поротов А. В., Гарбузов Г. П.* К вопросу о древних дорогах и переправах южной части Таманского полуострова // Боспорские исследования. 2022. № 44. С. 62–85.
23. *Зенкович В. П.* Берега Черного и Азовского морей. Москва : Географгиз, 1958. 374 с.
24. К вопросу об историко-географической ситуации на Таманском полуострове в период греческой колонизации / Ю. В. Горлов [и др.] // Проблемы истории, филологии, культуры. 2002. № 12. С. 248–257.
25. Особенности развития Черноморского побережья Таманского полуострова в позднем голоцене / А. В. Поротов [и др.] // Геоморфология. 2004. № 4. С. 63–77.
26. *Горлов Ю. В.* Географическая ситуация на Таманском полуострове во второй половине голоцена // Проблемы истории, филологии, культуры. 2008. № 21. С. 415–437.
27. Развитие природной среды и климата на территории Черноморской дельты Кубани в последние 7 тысяч лет / Н. С. Болиховская [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2014. № 1. С. 64–74.
28. Гидрология дельты и устьевое взморье Кубани / Под ред. В. Н. Михайлова, Д. В. Магрицкого, А. А. Иванова. Москва : ГЕОС, 2010. 728 с.
29. *Izmailov Ya. A., Arslanov Kh. A.* Formation of the Anapa sand-spit and Late Holocene fluctuation of the Black Sea level // IGCP 521 Second Plenary Meeting and Field Trip “Black Sea-Mediterranean corridor during the last 30 ka: Sea level change and human adaptation”. Odessa : Astroprint, 2006. P. 81–82.
30. Реакции продольных профилей и устьев рек бассейнов Азовского и Черного морей на изменчивость природных факторов и техногенное воздействие / С. И. Федорова [и др.] // Эрозионные и русловые процессы. Москва, 2010. Вып. 5. С. 387–406.
31. *Выхованец Г. В.* Эоловый процесс на морском берегу. Одесса : Астропринт, 2003. 368 с.
32. Крупные аккумулятивные формы на берегах Юго-Восточной Балтики / Е. Н. Бадюкова [и др.] // Океанология. 2017. Т. 57, № 4. С. 641–649. <https://doi.org/10.7868/S0030157417040128>
33. *Горлов Ю. В., Поротов А. В., Требелева Г. В.* Археологические памятники Благовещенского останца // Древности Боспора. Москва, 2005. Т. 8. С. 143–158.
34. *Поротов А. В.* Изменения уровня Черного моря в голоцене на основе геоархеологических индикаторов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2013. № 1. С. 76–82.

Поступила 29.05.2023 г.; одобрена после рецензирования 15.06.2023 г.;
принята к публикации 11.10.2023 г.; опубликована 20.12.2023 г.

Об авторах:

Крыленко Вячеслав Владимирович, старший научный сотрудник, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Южное отделение (353467, Россия, Геленджик, ул. Просторная, 1Г), кандидат географических наук, **ORCID ID: 0000-0001-8898-8479**, *krylenko.slava@gmail.com*

Крыленко Марина Владимировна, ведущий научный сотрудник, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Южное отделение (353467, Россия, Геленджик, ул. Просторная, 1Г), кандидат географических наук, **ORCID ID: 0000-0003-4407-0548**, *krylenko@mail.ru*

Крыленко Дарья Вячеславовна, инженер, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Южное отделение (353467, Россия, Геленджик, ул. Просторная, 1Г), **ORCID ID: 0000-0002-2541-5902**, *dasha20000222@gmail.com*

Заявленный вклад авторов:

Крыленко Вячеслав Владимирович – разработка концепции, обработка и анализ данных, подготовка текста статьи, картографического и иллюстративного материала

Крыленко Марина Владимировна – постановка проблемы, обработка и анализ данных, подготовка текста статьи

Крыленко Дарья Вячеславовна – обзор литературы по проблеме исследования, подготовка текста статьи

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.