

ЛИТОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ ЧАСТИ МОРСКОГО КРАЯ ДЕЛЬТЫ р. КУБАНИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

© 2025 г. М. В. Крыленко*, В. В. Крыленко, Д. В. Крыленко

Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, 117997 Россия

**e-mail: krylenko@mail.ru*

Поступила в редакцию 15.04.2024 г.

После доработки 03.06.2024 г.

Принята к публикации 11.06.2024 г.

Дельта Кубани — крупнейшей реки Северного Кавказа — формировалась под влиянием значительных колебаний уровня моря в голоцене. Вся дельтовая область р. Кубани делится на две части — азовскую и черноморскую. Черноморская часть морского края дельты р. Кубани, представленная разделенными Благовещенским останцом Бугазской и Витязевской пересыпями, — часть литодинамической системы Анапской пересыпи. Проанализированы литодинамические аспекты развития черноморской части морского края дельты р. Кубани (во многом определявшие формирование и динамику Анапской пересыпи), основанные на данных полевых и дистанционных исследований, а также материалах архивных и литературных источников. Показано, что аллювий р. Кубани — составляющая бюджета наносов литодинамической системы Анапской пересыпи в периоды регрессий, во время которых твердый сток поступал непосредственно в береговую зону Черного моря. За время фанаторийской регрессии в береговую зону Черного моря могло быть вынесено ~94 млн м³ влекомых наносов, что сравнимо с объемом активного слоя отложений современной Анапской пересыпи. Во время трансгрессий наносы отлагались в глубине морских заливов, а после их отчленения от моря баром (будущей Анапской пересыпью) — лагун и не достигали морского берега. С начала XX в. в результате действия совокупности природных и техногенных факторов сток р. Кубани в Черное море фактически прекратился. На протяжении Бугазской и Витязевской пересыпей преобладают участки с разной скоростью отступления линии морского берега из-за нарастающего дефицита наносов в литодинамической системе. Данный участок берега может считаться морским краем дельты р. Кубани только в палеогеографическом понимании.

Ключевые слова: Черное море, морской край дельты Кубани, Анапская пересыпь, литодинамические процессы, аллювий, колебания уровня моря, аккумулятивные формы, наносы.

DOI: 10.31857/S0321059625010064 EDN: UYCGSL

ВВЕДЕНИЕ

Динамика дельт относится к числу наиболее сложных для изучения процессов гидрологии и геоморфологии. Развитие дельты зависит от изменяющегося соотношения ряда факторов: рельефа устьевого взморья, колебаний уровня моря, изменчивости объемов жидкого и твердого стока, структуры гидрографической сети и антропогенного влияния [2]. Самый молодой и наиболее динамичный район дельт — разделяющий дельту и устьевое взморье морской край дельты (МКД), где под действием морских волн происходит аккумуляция аллювия и морских наносов и формируется современный рельеф [30].

По длине (906 км), объему стока (12.0–13.5 км³) и площади бассейна (57 900 км²) Кубань — самая крупная река Северного Кавказа [25, 30]. Собирая сток с бассейна, расположенного на северном макросклоне Большого Кавказа, р. Кубань поставляет жидкий и твердый сток к берегам Азовского и Черного морей.

Рельеф дельты р. Кубани молодой, голоценовый, сформировавшийся под влиянием значительных колебаний уровня Азово-Черноморского бассейна. Во время трансгрессий прибрежные районы дельты затапливались, дельтовые рукава дробились, и образовывалась многорукавная дельта. В периоды регрессий сток концентрировался в виде крупных рукавов, площадь дельты увеличивалась за счет выдвижения в глубь морской акватории. При стабилизации уровня моря

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания (тема FMWE-2024-0027).

вдоль МКД образовывались береговые бары, отчленявшие от открытого моря обширные лагуны, в которые происходила разгрузка жидкого и твердого стока дельтовых рукавов. Современная устьевая область р. Кубани включает в себя малорукавную дельту выполнения, лагуны (местное название — лиманы) и устьевое взморье [25].

Дельта р. Кубани делится на две части — азовскую и черноморскую. Черноморская часть включает лиманы Витязевский, Кизилташский, Бугазский и Цокур. В промежутках между лиманами граница дельты проходит по коренным участкам Таманского п-ова и предгорий Кавказа. Условной литодинамической границей можно считать створ долины р. Старая Кубань между поселками Белым и Джигинка, где обнаружены реликтовые прибрежно-морские аккумулятивные формы (рис. 1) [29].

Черноморский МКД р. Кубани (ЧМКД), предмет настоящего исследования, образует дугу от пос. Веселовка на СЗ до пос. Витязево на ЮВ. Это часть литодинамической системы Анапской пересыпи, представленная в настоящее время Бугазской и Витязевской песчаными пересыпями

и разделяющим их Благовещенским останцом. Общая протяженность литодинамической системы Анапской пересыпи, включающей абразионные и аккумулятивные участки, составляет 55 км между мысами Железный рог на СЗ и Анапский на ЮВ, тогда как ЧМКД занимает 32 км из них (рис. 1).

Первые очень разрозненные и часто противоречивые сведения об устье р. Кубани и прилегающих территориях приводятся в древнегреческих и древнеримских источниках. В средние века географические сообщения о регионе в византийских, венецианских, генуэзских и османских источниках так же эпизодичны и недостаточно информативны [25]. В XX в. проведен ряд инженерно-геологических и палеогеографических исследований. В.П. Зенкович, В.В. Лонгинов, Н.А. Айбулатов, Е.Н. Егоров и многие другие изучали литодинамические процессы Анапской пересыпи, что позволило заложить основы теории динамики песчаных пляжей непривливаемых морей [1, 12, 13]. Материал, касающийся реконструкции и датирования голоценовых береговых линий моря восточного Азово-Черноморья, изложен в работах Х.А. Арсланова, И.П. Балабано-

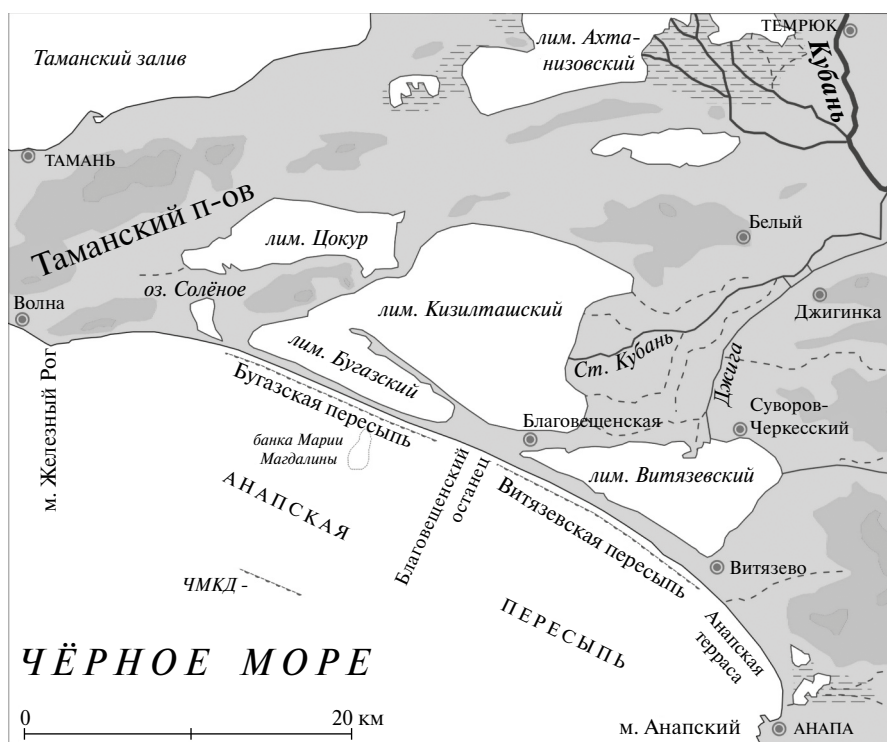


Рис. 1. Картограмма района Анапской пересыпи и черноморской части морского края дельты р. Кубани (ЧМКД).

ва, Я.А. Измайлова [3, 6, 11]. В XXI в. исследована история формирования Анапской пересыпи и получены данные об эволюции дельты и устьевого взморья Кубани, в том числе ее черноморского рукава [14, 16, 25]. С 2010 г. сотрудники Южного отделения Института океанологии РАН и Географического факультета МГУ ведут на Анапской пересыпи исследования процессов формирования надводного и подводного рельефа, ландшафтно-морфологической структуры, пространственных особенностей распределения наносов и гидрологического режима [17–20].

В последние десятилетия на большей протяженности литодинамической системы Анапской пересыпи, в том числе в пределах ЧМКД р. Кубани, наблюдается отступление морского берега, достигшее на некоторых участках 80 м за 50 лет [38]. Основная причина отступления – природные процессы, обусловившие дефицит и перераспределение наносов в литодинамической системе. На фоне повышения уровня моря отступление морского берега может ускориться [17]. Для определения пределов устойчивости аккумулятивного тела Анапской пересыпи необходимо иметь информацию как о происхождении и запасах слагающего его материала, так и об этапах и механизмах его перераспределения во времени и пространстве. Остается актуальным поиск ответа на вопрос: когда и каким образом аллювий р. Кубани поступил в литодинамическую систему Анапской пересыпи и как повлиял на нее? В настоящей работе выполнен анализ литодинамических аспектов развития ЧМКД р. Кубани, тесно связанных и во многом определявших формирование и динамику Анапской пересыпи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Современный этап научных исследований аккумулятивных береговых форм подразумевает использование широкого спектра теоретических и прикладных методов. Представленное в работе исследование выполнено на основе собственных полевых и дистанционных исследований, которые проводились на Анапской пересыпи в течение 10 лет, и обобщения материалов геологических изысканий, архивных и литературных источников. В частности, использовались результаты исследований рельефообразующих

процессов, наблюдений за гидро-литодинамическими процессами в береговой зоне моря, исследований состава и пространственного распределения пляжеобразующих наносов, биогенной составляющей наносов Анапской пересыпи [17, 23]. Используются описания отложений, вскрытых шурфами и скважинами в разных морфологических участках пересыпи. По результатам дешифрирования аэро- и космических снимков разработаны карты ландшафтно-морфологической структуры аккумулятивного тела. Выявлены особенности строения разных частей пересыпи, их генезиса и преобладающих рельефообразующих процессов [18, 19].

РАЗВИТИЕ ЧМКД р. КУБАНИ И ФОРМИРОВАНИЕ АНАПСКОЙ ПЕРЕСЫПИ

Аккумулятивное тело Анапской пересыпи начало формироваться с завершением последнего ледникового периода из аллювия Палео-Кубани, накопленного в период ее впадения непосредственно в Черное море [14–16, 26, 34]. При повышении уровня моря часть материала в виде бара перемещалась в соответствии с движением береговой линии [22], полностью или частично перекрывая входы в заливы. Согласно [14, 36], начало накопления песка в теле современной Анапской пересыпи началось ~6 тыс. л. н. Выделяются два основных этапа ее формирования – джеметинский и нимфейский, разделенные фангорийской регрессией [14, 15].

Джеметинский этап

После достижения уровня Черного моря, близкого к современному (5.5–5.0 тыс. л. н.) [6], вся дельтовая область р. Кубани была затоплена, образовались глубоко врезаемые в сушу заливы, где стал отлагаться аллювий [13]. По мнению Н.А. Айбулатова [27], акватория Кубанского залива приобрела почти современный вид ~5 тыс. л. н. Конфигурация берега в данный период определялась наличием нескольких коренных мысов или островов, между которыми формировались аккумулятивные формы, постепенно отчленявшие от моря акваторию лиманов. Скорость и векторы роста аккумулятивных форм были разными, их развитие в разные периоды могло происходить независимо или

согласованно. Согласно [14], формирование надводной части аккумулятивного тела, отгораживавшего от моря Кубанский залив, произошло 3.5–3.2 тыс. л. н. В пределах Бугазской пересыпи (северная часть Анапской пересыпи) древних генераций аккумулятивных форм не сохранилось, но на существование таких аккумулятивных форм косвенно указывает тот факт, что, согласно [29, 32, 33], уже 3.5 тыс. л. н. именно по Бугазской пересыпи проходил один из важнейших сухопутных транспортных путей между Таманским п-овом и Анапским регионом.

В пределах Анапской пересыпи толща прибрежно-морских осадков, помимо морских (пески с большим количеством ракушки и примесью гальки), включает прослои эоловых, аллювиально-лиманных и делювиальных отложений, что свидетельствует о неоднократном изменении условий осадконакопления. Я.А. Измайлов объясняет эти изменения колебаниями относительного уровня моря [14]. Исследования авторами настоящей статьи динамики берега в последние полвека, подкрепленные математическим анализом многолетних флуктуаций волновой активности [35, 38], дают основания полагать, что в периоды стабилизации уровня моря характер прибрежного осадконакопления определялся параметрами волнового воздействия. Кроме того, на условия осадконакопления отдельных участков могли влиять изменения конфигурации береговой линии, происходящие по мере абразионного разрушения выступающих участков коренных берегов и роста дистальных частей аккумулятивных тел.

Анапская пересыпь развивалась в результате поперечного перемещения наносов в сторону суши и вдольберегового, направленного от м. Железный Рог к м. Анапскому. Встречный поток имел подчиненное значение как по емкости, так и по дальности распространения [17]. С учетом расположения источника наносов — продуктов абразии берегов Таманского п-ова — формирование надводной части Анапской пересыпи началось в северо-западной части в пределах современной Бугазской пересыпи [28]. Пересыпь находилась западнее современной береговой линии моря и по мере абразионного разрушения берега Таманского п-ова смещалась в сторону суши, поэтому древних отложений не сохранилось [13]. Напротив, на

юго-восточном краю литодинамической системы сложенный скальными породами м. Анапский сохранял свое положение и прикрывал прилегающий участок Анапской пересыпи от волнения юго-западного сектора. Это способствовало накоплению поступающих с С наносов и выдвиганию пересыпи в сторону моря. Максимальная мощность отложений и наибольший их возраст (5.5–5.2 тыс. лет) отмечены в тыльной части Анапской аккумулятивной террасы и южной части Витязевской пересыпи [14]. Таким образом, генеральной особенностью развития аккумулятивного тела пересыпи была тенденция к развороту морской береговой линии “по часовой стрелке” за счет отступления берега на СЗ и выдвигания берега на ЮВ.

Описанный выше процесс не отражает наличие на протяжении длительного времени выступа коренного берега в центральной части современной Анапской пересыпи. В северной части Витязевской пересыпи на ее примыкании к Благовещенскому останцу наиболее древние отложения, характерные для южной части Витязевской пересыпи, отсутствуют [14]. Это указывает на то, что формирование косы на начальном этапе происходило мористее — мыс коренного берега, от которого нарастала коса, был выдвинут дальше в море. Благовещенский останец, сложенный неогеновыми рыхлыми отложениями, вероятно, составлял единый массив с разрушенным позднее останцом на месте современной банки Марии Магдалины и разделял две независимые друг от друга литодинамические системы: Бугазскую и Витязевскую (рис. 2а). Часть продуктов абразии выносились на север, поступая на Бугазскую пересыпь; часть наносов уходила к ЮВ, поступая на Витязевскую пересыпь. Южнее Благовещенского останца в тыльной части Витязевской пересыпи выделяются несколько реликтовых генераций береговых валов и дюнных гряд, расположенных под углом к современной береговой линии [19, 23]. Вероятно, эти гряды появились, когда конфигурация морского края Благовещенского останца была иной и ориентация формировавшейся от него косы отличалась от ориентации современной линии берега пересыпи. По мере размыва морем Благовещенского останца протяженность косы увеличивалась, но наиболее древние отложения в ее корневой части размывались. Угол, под которым она про-

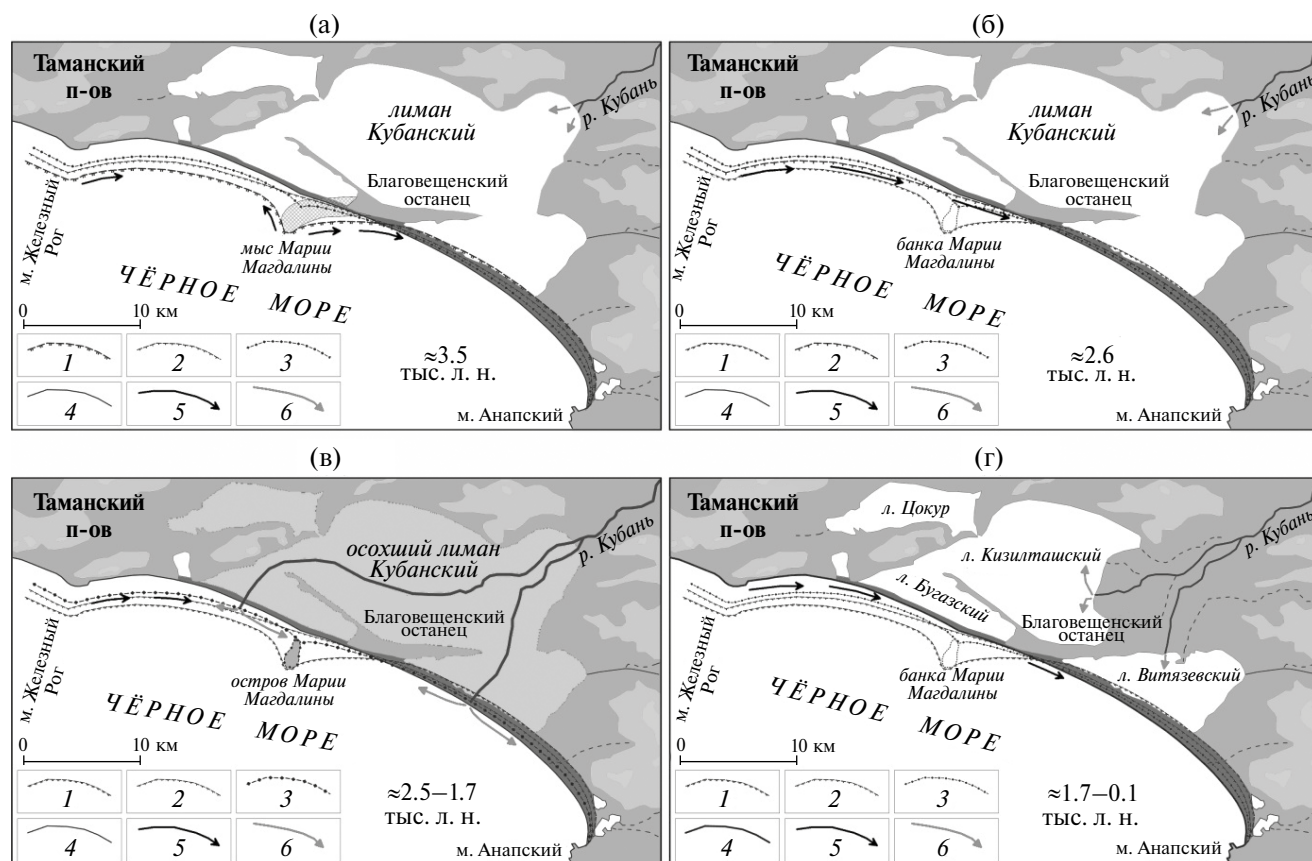


Рис. 2. Картошесмы основных этапов развития Анапской пересыпи и ЧМКД р. Кубани: ~3.5 тыс. л. н. (а), ~2.5 тыс. л. н. (б), в период фанагорийской регрессии 2.5–1.7 тыс. л. н. (в), в ходе нимфейской трансгрессии 1.7–0.1 тыс. л. н. (г). Линии берега моря: 1 – ~3.5 тыс. л. н., 2 – ~2.5 тыс. л. н., 3 – 2.5–1.7 тыс. л. н., 4 – 0.1 тыс. л. н.; направления миграций потоков наносов: 5 – абразионного, 6 – аллювиального генезиса.

должала расти, менялся, как и направление формирующихся береговых валов.

Полное разрушение мысов в центральной части Анапской пересыпи и образование абразионно-аккумулятивной дуги с единым вдольбереговым потоком наносов (рис. 2б) произошло 2.6–2.5 тыс. л. н. С этого момента по всей протяженности Бугазской пересыпи происходил вынос материала на ЮВ и она постоянно отступала в глубь заливов.

Фанагорийская регрессия

Конец джеметинского этапа в Азово-Черноморском бассейне ознаменовался фанагорийской регрессией. Большинство исследователей [7, 10, 11, 28] оценивают понижение уровня моря в период фанагорийской регрессии (2.6–1.7 тыс. л. н.) на 5–6 м относительно предшествующего и современного уровня.

В работе [32] авторы задаются вопросом: почему ни один из античных авторов “не говорит нам о наличии обширного Кизилташского (Палеокубанского) лимана”? По данным [14], на разрезе в северной части Бугазской пересыпи между позднеджеметинскими (датировка 2660–2520 л. н.) и нимфейскими отложениями (1110 л. н.) отмечен слой аллювиальных песков, имеющий отметку подошвы –6.6 м, т. е. уровень речного дна был существенно ниже современного уровня моря. По разрезу в центральной части Бугазской пересыпи между верхнеджеметинскими (2750 л. н.) и нимфейскими (1940 л. н.) отложениями имеется слой эоловых песков с абсолютной отметкой подошвы до –2.5 м. С учетом того, что современные эоловые отложения расположены на отметках не ниже 1.5 м, уровень моря у Бугазской пересыпи на тот момент был ниже современного на ≤ 3.5 м. Уровень сообщающихся с морем лагун должен был упасть на ту же величину. С учетом гидрологических

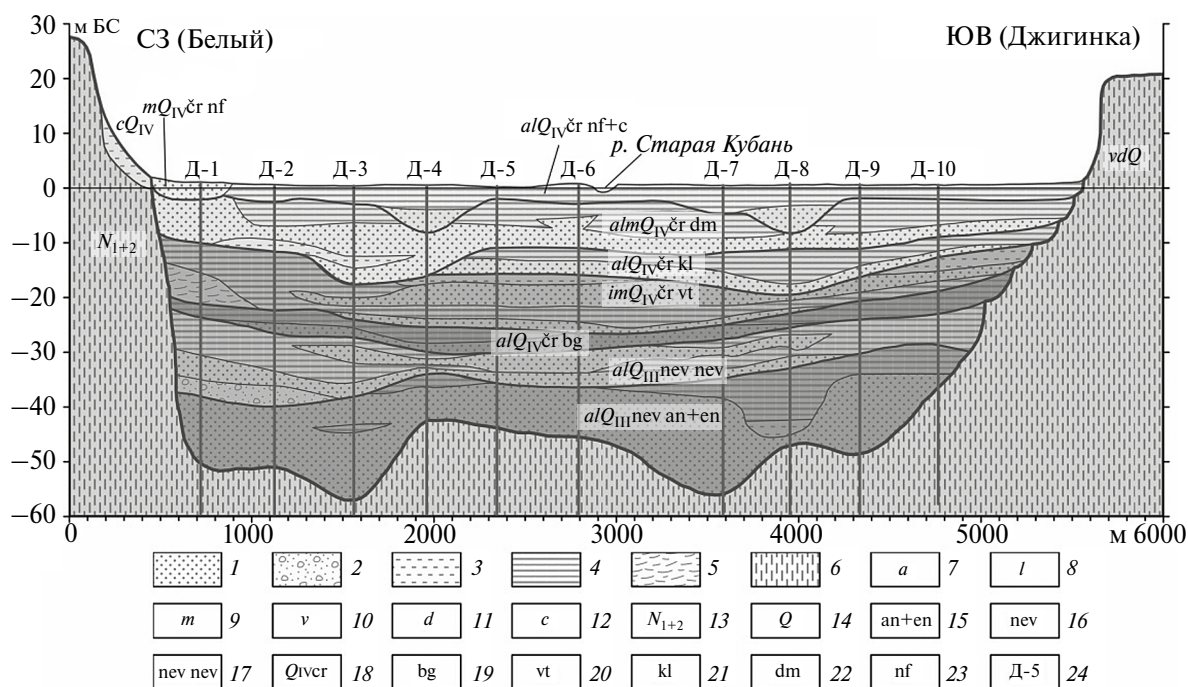


Рис. 3. Джигинский геологический профиль через р. Старая Кубань [33]. Литологический состав: 1 – песок, 2 – песок с галькой, 3 – алеврит, 4 – глины, 5 – илы, 6 – лесс. Генезис: 7 – речной, 8 – лиманный, 9 – морской, 10 – эоловый, 11 – склоновый, 12 – оползневой. Возраст: 13 – неогеновый, 14 – четвертичный, 15 – антский-еникальский, 16 – новозвксинский горизонт, 17 – новозвксинский слой, 18 – черноморский горизонт, 19 – бугазский, 20 – витязевский, 21 – каламитский, 22 – джеметинский, 23 – нимфейский, современный, 24 – номера скважин.

характеристик современных лиманов (средние глубины ≤ 1 м) [25], величины падения уровня и геологических данных можно утверждать, что в период фанагорийской регрессии обширных заливов или лагун на месте современного Кизилташского лимана не существовало. Сток р. Кубани в море осуществлялся через осохшую акваторию лиманов по русловым врезам, выработанным в предшествующих отложениях (рис. 2в). На геологическом разрезе (рис. 3) [37] заметны два русловых эрозионных вреза, заполненных аллювиальными песками. Состав отложений указывает на то, что скорости течения были достаточно высокими для перемещения большого объема влекомых наносов. Подошва врезов расположена на отметке -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 береговую зону Черного моря. При интенсивных вдольбереговых потоках наносов поступающий аллювий способствовал росту аккумулятивной формы в пределах всей литодинамической системы.

Нимфейская трансгрессия

В ходе нимфейской трансгрессии в пределах ложа лагун вновь образовалась обширная акватория с активно протекающими гидро- и литодинамическими процессами, на что указывает наличие береговых аккумулятивных валов у подножия коренного склона. Датировка раковинного материала реликтовых аккумулятивных форм [26] позволяет отнести их формирование к середине II тыс. н. э. [33].

В работах [25, 33] высказано предположение, что в начале нимфейской трансгрессии произошел размыв Бугазской пересыпи с превращением лимана в морской залив, а восстановление пересыпи произошло лишь по мере замедления трансгрессии. Скорее всего, авторы упомянутых работ не учитывают скорости и механизмы формирования песчаных замыкающих форм в условиях трансгрессии. В условиях постепенного подъема уровня песчаные пересыпи на отмелях побережья проявляют способность смещаться вместе с плано-высотным ходом береговой линии в сторону суши [4, 8], сохраняя свою целост-

ность. Скорее всего, нимфейский подъем уровня не привел к разрушению Бугазской пересыпи, хотя ее тело было смещено в сторону вновь наполнившейся водой лагуны (рис. 2г).

В последующие столетия, как следует из картографических и литературных источников, устье южного рукава р. Кубани мигрировало между Азовским и Черным морями. В периоды впадения южного рукава (именуемого Бугазским) в соединявшийся с Черным морем через Бугазский пролив (гирло) Кубанский лиман (включавший акватории будущих лиманов Цоккур, Кизилташский, Бугазский и Витязевский) в нем активно формировалась малорукавная дельта выполнения. В начале XIX в. черноморский рукав начал отмирать. Пролит, соединявший лиман Витязевский и Черное море, к 1870-м гг. исчез [25]. К началу XX в. рук. Бугазский обводнялся только во время половодья и паводков на р. Кубани и малых реках. Бугазское гирло было блокировано песчаными отложениями со стороны моря в 1918 г. К началу 1950-х гг. поступление воды в рук. Бугазский прекратилось, Кизилташские лиманы стали мелеть. В 1955 г. было завершено сооружение магистрального канала Кизилташского кефалевого хозяйства, а между морем и Бугазским лиманом прорыт канал, регулируемый шлюзом [25]. Поскольку работа перечисленных гидротехнических сооружений регулируется человеком, можно констатировать, что природный этап развития черноморской части МКД р. Кубани к этому моменту завершился.

В настоящее время Анапская пересыпь — крупная прибрежно-морская аккумулятивная форма, сформированная наносами терригенного и морского происхождения: кварцевым песком с примесью ракушечного детрита и гальки. Современный этап развития литодинамической системы Анапской пересыпи отличается отсутствием влияния твердого и жидкого стока р. Кубани. Характерная черта этого этапа — нарастающий дефицит наносов в литодинамической системе, связанный с истиранием имеющегося материала. Объем продуктов абразии и биогенного материала недостаточен для восполнения потерь. По протяженности пересыпи преобладают участки с разной скоростью отступления линии морского берега [38].

ОЦЕНКА РОЛИ АЛЛЮВИЯ р. КУБАНИ В БЮДЖЕТЕ НАНОСОВ АНАПСКОЙ ПЕРЕСЫПИ

Как показано выше, твердый сток р. Кубани мог оказывать влияние на литодинамическую систему Анапской пересыпи только в отдельные периоды развития дельтовой области Кубани, обусловленные колебаниями уровня Черного моря. На заключительной стадии послеледниковой трансгрессии (6.0—5.5 тыс. л. н.) накопленный ранее в береговой зоне моря аллювий послужил материалом для формирования протяженного бара, отделившего обширный морской залив, превратившийся в лагуну. С этого момента новый аллювий перестал поступать в береговую зону моря. Исключение — период фанагорийской регрессии (2.6—1.7 тыс. л. н.), когда уровень моря понижался на 5—6 м и аллювий р. Кубани вновь поступал непосредственно в береговую зону моря.

Таким образом, на протяжении последних 6 тыс. лет формирование Анапской пересыпи большую часть времени шло за счет продуктов абразии прилегающих участков берега и ракуши. Какую же роль оказал аллювий р. Кубани на бюджет наносов и развитие литодинамической системы Анапской пересыпи?

Как показывают исследования толщи отложений Анапской пересыпи, доля ракуши (ракушечного детрита) составляет до 5% общего объема, и эта величина почти не зависит от возраста и расположения отложений [17]. Сложнее определить долю отложений, поступивших в результате абразии. Поскольку коренные берега к СЗ от Анапской пересыпи за последние 5 тыс. лет отступили почти на 2 км, состав слагающих их пород неизвестен. В современном клифе содержание песка $\leq 10\%$, преобладающая часть — хорошо отсортированные мелкие и средние пески аллювиального происхождения плиоценового возраста [9]. 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 присутствие гальки из ожелезненных известняков, источником которой принято считать скальные выступы, расположенные вблизи м. Железный Рог. Эта галька

обнаруживается по протяженности всей пересыпи, в том числе в ее тыльной части.

Нимфейская генерация береговых валов шириной до 200 м, период формирования которой охватывает последние 1.5 тыс. лет, примыкает с мористой стороны к древней генерации береговых валов в пределах южной части Благовещенской террасы, Витязевской пересыпи и Анапской террасы. Под данной генерацией бурением вскрыта толща отложений, хронологически занимающая промежуточное положение между нимфейской и джеметинской генерациями. Эти отложения представлены лагунно-лиманскими илами, хронологический диапазон накопления которых составляет 2.7–1.6 тыс. л. н. и характеризует период положения уровня моря на отметках 3.5–5.5 м ниже современного [28]. В отличие от отложений более древних частей пересыпи, в материале нимфейской генерации мало гальки из ожелезненных известняков. Нижние слои отложений представлены кварцевым песком со значительной (до 30%) примесью ракуши. В верхней части отложений прибрежной полосы залегают и под действием эоловых процессов активно мигрируют хорошо отсортированные кварцевые пески с низким (< 3%) содержанием ракуши. В работе [13] 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”.

На основе комплекса вышеизложенных фактов можно предположить следующий механизм происхождения материала нимфейской генерации отложений Анапской пересыпи:

в ходе фанагорийской регрессии по мере падения уровня моря береговая линия выдвигается в сторону моря;

твердый сток р. Кубани (отсортированный кварцевый песок) начинает поступать в береговую зону моря, вовлекаясь во вдольбереговую перенос и формируя береговой вал;

между растущим новым и старым береговыми валами образуется мелководная лагуна (она

препятствует развитию эоловых форм в сторону берега), окаймленная полосой древесно-кустарниковой растительности;

нимфейская трансгрессия мобилизует сформировавшийся береговой вал, он движется в сторону берега, постепенно перекрывая лагуну, с исчезновением лагуны песок вовлекается в эоловый перенос, формируя гряды устойчивых дюн вдоль полос древесной растительности.

Уточнить время начала поступления больших масс песка позволил анализ археологических находок [21], согласно которому, активное образование дюн произошло не ранее начала нимфейской трансгрессии (~1.7 тыс. л. н.).

Таким образом, современный вид Анапская пересыпь приобрела уже в ходе нимфейской трансгрессии. Аккумулятивное тело наиболее молодой генерации береговых валов и дюнных гряд было сформировано преимущественно из аллювия р. Кубани, поступившего непосредственно в береговую зону моря за время фанагорийской регрессии. По данным [25], до зарегулирования стока р. Кубани на гидрологическом посту Тиховском количество стока влекомых наносов составляло 352000 т в год. Если считать, что средняя плотность наносов составляла $\leq 1.5 \text{ т/м}^3$, а в южный (черноморский) рукав Кубани уходила ~1/2 общего стока реки, то за год в него поступало ~117000 м³ наносов, преимущественно песка. За время фанагорийской регрессии (~800 лет) в береговую зону Черного моря могло быть вынесено ~94 млн м³ влекомых наносов (преимущественно песка), что сравнимо с объемом активного слоя отложений современной Анапской пересыпи [22]. В настоящее время влияние этого материала на литодинамические процессы ослабевает.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие черноморской части морского края дельты р. Кубани определялось прежде всего колебаниями уровня моря. В зависимости от уровня моря менялось положение зоны разгрузки твердого стока реки. Аллювий р. Кубани был составляющей бюджета наносов литодинамической системы Анапской пересыпи только в периоды регрессий, когда твердый сток поступал непосредственно в береговую зону моря. Во время

трансгрессий наносы отлагались в глубине морских заливов, а после их отчленения от моря баром (будущей Анапской пересыпью) — лагун и не достигали морского берега. В периоды трансгрессий происходило перераспределение поступивших ранее речных наносов, а питание литодинамической системы осуществлялось за счет материала абразии и биогенного источника (ракуши). С этой точки зрения возникает вопрос: является ли в настоящее время морской берег Витязевкой и Бугазской пересыпей в составе Анапской пересыпи морским краем дельты р. Кубани?

Согласно [25], в понятие морского края дельты входит не только береговая линия, разделяющая собственно дельту и устьевое взморье, но и прилегающая к этой линии полоса дельтовой суши, вдающиеся в дельту заливы, а также дно устьевого взморья. В этой зоне происходит взаимодействие реки и моря, заключающееся в противоположно направленных тенденциях: выдвигание речных отложений в море и разрушение их морским волнением. Как следует из приведенного положения, основа указанного взаимодействия моря и дельты — поставляемые рекой на морской берег твердые наносы, способные образовывать более или менее устойчивые аккумулятивные формы рельефа непосредственно в зоне контакта или вблизи него. Следовательно, если поступление речных наносов прекращается на длительный период (превышающий рамки сезонной или межгодовой изменчивости), данный участок берега фактически не является МКД.

Как показано выше, с окончанием ледникового периода проходило повышение уровня Черного моря, в ходе которого не позднее 6 тыс. л. н. нижняя часть долины Палео-Кубани превратилась в морской залив, в котором начала формироваться современная дельта выполнения р. Кубани. С этого момента твердые выносы р. Кубани, способные формировать прибрежно-морские аккумулятивные формы рельефа, в береговую зону Черного моря не поступали. Выносимые рекой во взвешенном состоянии мелкие частицы либо оседали в лиманах, либо после сброса через гирла в море быстро удалялись течениями из береговой зоны и не могли оказать влияния на развитие литодинамической системы Анапской пересыпи. Формирование Анапской пересыпи в

этот момент происходило преимущественно под влиянием морских и эоловых рельефообразующих процессов. Исключение составляет относительно короткий период фанагорийской регрессии. В этот момент в береговую зону Черного моря могли поступать как приносимый рекой новый аллювий, так и продукты размыва ранее накопленных на территории дельты аллювиальных отложений. Наиболее молодые генерации береговых валов Анапской пересыпи соответствуют начальной стадии нимфейской трансгрессии. В этот момент поступивший за период фанагорийской регрессии в береговую зону моря аллювий был перераспределен вдоль пересыпи и приподнят над более древними прибрежно-морскими отложениями. По мере затухания этого процесса литодинамическое влияние р. Кубани на черноморскую часть МКД прекратилось.

С начала XX в. в результате действия совокупности природных и техногенных факторов сток р. Кубани в Черное море фактически прекратился. В существующих условиях чрезвычайно маловероятно его возобновление. Следовательно, данный участок берега может считаться МКД р. Кубани только в палеогеографическом понимании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айбулатов Н.А., Говберг Л.И., Новикова З.Т., Юркевич М.Г. Геоморфологические и литологические особенности строения шельфа северо-восточной части Черного моря в связи с исследованием процессов современного осадконакопления // Континентальные и островные шельфы. Рельеф и осадки. М.: Наука, 1981. С. 109—139.
2. Алексеевский Н.И., Айбулатов Д.Н. Динамика гидрографической сети и морского края дельты Волги с 1800 по 2010 г. // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5, География. 2011. № 2. С. 96—102.
3. Арсланов Х.А., Балабанов И.П., Гей Н.А., Измайлов Я.А., Островский А.Б., Скиба С.И., Скрыбина Н.С. Методы и результаты картирования и геохронологической привязки древних береговых линий на суше и шельфе Черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманского района // Колебания уровня морей и океанов за 15000 лет. М.: Наука, 1982. С. 144—151.
4. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. Крупные аккумулятивные формы на

- берегах Юго-Восточной Балтики // Океанология. 2017. Т. 57. № 4. С. 641–649.
5. Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. М.: Дальнаука, 2009. 350 с.
 6. Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Изменение уровня и гидрохимического режима Черного и Азовского морей за последние 20 тыс. лет // Вод. ресурсы. 1988. № 6. С. 54–62.
 7. Болиховская Н.С., Поротов А.В., Кайтамба М.Д., Фаустов С.С. Развитие природной среды и климата на территории Черноморской дельты Кубани в последние 7 тысяч лет // Вестн. Московского ун-та. 2014. Сер. 5, География. № 1. С. 64–74.
 8. Выхованец Г.В. Эоловый процесс на морском берегу. Одесса: Астропринт, 2003. 368 с.
 9. Геология Большого Кавказа. Изд. М.: Недра, 1976. 262 с.
 10. Горлов Ю.В. Географическая ситуация на Таманском полуострове во второй половине голоцена // Проблемы истории, филологии, культуры. 2008. № 21. С. 415–437.
 11. Горлов Ю.В., Поротов А.В., Янина Т.А., Фуаш Э., Мюллер К. К вопросу об историко-географической ситуации на Таманском полуострове в период греческой колонизации // Проблемы истории, филологии, культуры. 2002. № 12. С. 248–257.
 12. Егоров Е.Н., Зенкович В.П. Об исследовании перемещения песчаных наносов // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1957. Т. 21.
 13. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1958. 374 с. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-berega-chernogo-i-azovskogo-morey.pdf> (дата обращения: 1.11.2023)
 14. Измайлов Я.А. Эволюционная география побережий Азовского и Черного морей. Кн. 1. Анапская пересыпь. Сочи: Лазаревская полиграфия, 2005. 175 с.
 15. Измайлов Я.А., Крыленко В.В. Геологическое строение, палеогеография и новые данные о современной динамике Анапской пересыпи (Черноморское побережье) // Пути эволюционной географии. Мат-лы Всерос. науч. конф., посвященной памяти А.А. Величко. М.: ИГ РАН, 2016. С. 118–123.
 16. Каплин П.А., Поротов А.В., Янина Т.А., Горлов Ю.В., Фуаш Э. Возраст и условия формирования Бугазской пересыпи // Вестн. Московского ун-та. 2001. Сер. 5, География. С. 87–95.
 17. Косьян Р.Д., Крыленко В.В., Крыленко М.В. Геосистема Анапской пересыпи. М.: Науч. мир, 2021. 262 с.
 18. Кравцова В.И., Крыленко В.В., Другов М.Д., Бойко Е.С. Исследование динамики рельефа северо-западной части Анапской пересыпи по материалам воздушного лазерного сканирования // Геоинформатика. 2017. № 4. С. 48–62.
 19. Кравцова В.И., Чалова Е.Р. Картографирование ландшафтно-морфологической структуры восточного Бугазского участка Анапской пересыпи по материалам цифровой аэрофотосъемки // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2018. № 3. С. 303–313.
 20. Крыленко В.В., Горячкин Ю.Н., Косьян Р.Д., Крыленко М.В., Харитонова Л.В. Сходство и различия малых пересыпей северо-восточной части Черного моря // Экол. безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 1. С. 63–83.
 21. Крыленко В.В., Крыленко Д.В., Крыленко М.В. Палеолитодинамические предпосылки накопления материала современного аккумулятивного тела Анапской пересыпи (Кавказское побережье Черного моря) // Экол. безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 4. С. 19–33.
 22. Крыленко В.В., Крыленко М.В., Крыленко Д.В. Оценка объема литодинамически активных наносов аккумулятивного тела Анапской пересыпи // Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Мат-лы VII Международ. науч.-практ. конф. Ч. 1. Майкоп: ИП Кучеренко, 2023. С. 231–237.
 23. Крыленко Д.В., Крыленко В.В., Крыленко М.В. Полевые исследования строения осадочной толщи северной части Витязевской пересыпи // Бюлл. науки и практики. 2022. Т. 8. № 11. С. 119–127.
 24. Леонтьев И.О. Морфологические процессы в береговой зоне моря. Саарбрюккен: Изд-во LAP Lambert, 2014. 251 с.
 25. Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В., Иванов А.А. Гидрология дельты и устьевое взморье Кубани. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.
 26. Невеский Е.Н. История развития Анапской пересыпи // Тр. Ин-та океанологии. 1957. № 8. С. 35–45.
 27. Пешков В.М. Береговая зона моря. Краснодар: Лаконт, 2003. 350 с.
 28. Поротов А.В. Изменения уровня Черного моря в голоцене на основе геoarхеологических индика-

- торов // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5, География. 2013. № 1. С. 76–82.
29. *Поротов А.В., Сударев Н.И., Гарбузов Г.П.* Некоторые результаты изучения палеогеографического развития дельты Кубани в античное время // Мат-лы междунаро. науч. конф. “XXII Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Новые открытия, новые проекты. Симферополь; Керчь: ИП Кифниди, 2021. С. 335–344.
 30. Реки и озера мира: энциклопедия. М.: Энциклопедия, 2012. 928 с.
 31. *Свиточ А.А., Магрицкий Д.В., Поротов А.В., Макшаев Р.Р., Тюнин Н.А., Семиколенных Д.В., Дикарев В.А., Ключиткина Т.С.* Строение и развитие основных геоморфологических структур голоценовой дельты р. Кубани // Геоморфология. 2019. № 4. С. 77–87.
 32. *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.
 33. *Сударев Н.И., Поротов А.В., Гарбузов Г.П.* Путь из Синдики в Синдику: значение Анапской пересыпи в истории региона // Мат-лы междунаро. науч. конф. “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.
 34. *Флеров А.Ф.* Песчаные ландшафты Черноморско-Азовского побережья Кавказа, их происхождение и развитие // Изв. ГГО. 1931. Т. LXIII. Вып. 1. С. 22–41.
 35. *Divinsky B., Kosyan R.* Parameters of wind seas and swell in the Black Sea based on numerical modeling // *Oceanologia*. 2018. V. 60. P. 277–287.
 36. *Fouache E., Daniel K., Brückner H., Lericolais G., Porotov A., Dikarev V.* The Late Holocene evolution of the Black Sea – a critical view on the so-called Phanagorian regression // *Quaternary Int.* 2012. V. 266. P. 162–174.
 37. *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: Sea level change and human adaptation”. Odessa: Astroprin, 2006. P. 81–82.
 38. *Krylenko V.V.* Seashore dynamics of the Anapa bay-bar // *Oceanol.* 2015. V. 55. № 5. P. 742–749.

LITHODYNAMIC ASPECTS IN THE DEVELOPMENT OF THE BLACK SEA PART OF THE KUBAN RIVER DELTA COASTLINE IN THE SECOND HALF OF THE HOLOCENE

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

Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, 117997 Russia

**e-mail: krylenko@mail.ru*

The delta of the Kuban River, the largest river in the North Caucasus, formed under the influence of significant sea level fluctuations in the Holocene. The entire delta region of the Kuban River is divided into two parts – the Azov-Sea and the Black-Sea. The Black-Sea part of the marine edge of the Kuban River delta, represented by the Bugazskaya and Vityazevskaya bay bars separated by the Blagoveshchensky outlier, is a part of the lithodynamic system of the Anapa bay bar. The lithodynamic aspects of the development of the Black-Sea part of the Kuban River delta coastline (which largely determined the formation and dynamics of the Anapa bay bar) are analyzed based on field and remote sensing data, as well as archival and literary sources. It is shown that the alluvium of the Kuban River is a component of the sediment budget of the lithodynamic system of the Anapa bay bar during regression periods, in which solid runoff entered directly into the coastal zone of the Black Sea. During the Phanagorian regression, ~94 million m³ of tractional sediments could have been carried into the Black Sea coastal zone, which is comparable to the volume of the active sediment layer of the modern Anapa bay bar. During transgressions, sediments were deposited in the depths of sea bays, and after their separation from the sea by a bar (the future Anapa bay bar), of lagoons and did not reach the seashore. Since the beginning of the 20th century, under the effect of a combination of natural and technogenic factors, the flow of the Kuban River into the Black Sea has virtually ceased. Along the Bugayskaya and Vityazevskaya bay bars, areas with different rates of retreat of the seashore line predominate due to the increasing deficit of sediments in the lithodynamic system. This section of the coast can be considered the Kuban River delta coastline only in the paleogeographic sense.

Keywords: Black Sea, Kuban delta coastline, Anapa bay bar, lithodynamic processes, alluvium, sea level fluctuations, accumulative forms, sediments.