

УДК 551.435.32,551.435.36;262.5

ОБРАЗОВАНИЕ НОВОГО ОСТРОВА У БЕРЕГОВ КРЫМА

© 2020 г. Ю. Н. Горячкин^{1, *, **, ***}, Р. Д. Косьян^{2, ***}

¹Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

*e-mail: yngor@yandex.ru

**e-mail: yngor@mhi-ras.ru

***e-mail: rkosyan@hotmail.com

Поступила в редакцию 05.03.2019 г.

После доработки 05.11.2019 г.

Принята к публикации 16.12.2019 г.

Рассмотрена современная динамика Бакальской косы (северо-западный Крым), дистальная часть которой в 2010 г. отделилась и превратилась в остров. Показано что в последние 200 лет к востоку и западу от нее отмечалось отступление береговой линии. На основе анализа спутниковых данных и геодезических съемок установлено, что в последние 30 лет дистальная часть косы сместилась в северо-восточном направлении на 300 м, западная ветвь косы сместилась к востоку на 160 м. После отделения острова Песчаный, его площадь составляла 0.56 км², к 2018 г. она сократилась до 0.31 км². Ширина образовавшегося пролива составляет около 1 км. Сделано предположение, что к образованию острова в условиях уменьшения притока наносов привело усиление штормовой активности и аномально высокий уровень Черного моря в предшествующий период.

Ключевые слова: Черное море, береговая зона, аккумулятивные острова, Бакальская коса

DOI: 10.31857/S0030157420020033

Берега полузамкнутого Черного моря слабо изрезаны. Немного и островов, которые по происхождению можно разделить на два типа: материковые (отделившиеся от коренной суши) и аккумулятивные, образовавшиеся вследствие накопления донных наносов. Поскольку в различных источниках площади островов значительно разнятся, иногда на порядок, в настоящей работе приводятся площади, рассчитанные авторами с помощью инструмента “многоугольник” на спутниковых снимках сервиса “Google Earth”.

Материковые острова в Черном море прилегают к абразионным берегам и имеют небольшие размеры. Пять из семи болгарских островов расположены в Бургасском заливе, они названы в честь святых Ивана, Петра, Анастасии, Кирика и Фомы. Среди них только первый имеет площадь около 0.3 км², остальные существенно меньше. К ним можно отнести и о. Змеиный – единственный удаленный на достаточно большое расстояние от материка (около 33 км, площадь – 0.15 км²), и о. Березань (0.2 км²). На анатолийском побережье Турции самый большой – о. Кефкен (0.1 км²), более мелкие о. Гиресун и о. Ореке, здесь же имеются совсем небольшие островки – фактически скалы-останцы. Такие же скалы прилегают и к береговой линии РФ, на южном побережье Крыма –

Эльчин-Кая и др. (скалы-корабли), Золотые ворота (Шейтан-Капу), Адалары и др.

Существенно большими размерами отличаются аккумулятивные острова, наибольшее число из которых прилежит к аккумулятивным берегам северо-западной части Черного моря. Из них выделяется крупнейший – о. Джарылгач, площадь которого достигает 60 км² и о. Долгий – бывшая дистальная часть Покровской косы на Кинбурнском п-ве (4.5 км²). Остров Джарылгач в настоящее время отделен от материка только одной узкой промоиной (25–50 м), иногда замываемой, в корневой части бывшей Джарылгачской косы. Кроме перечисленных, можно отметить в северо-западном Крыму Лебязьи о-ва и бывшие Конджалайские о-ва, превратившиеся относительно недавно, в конце XX в., в Сергеевскую пересыпь; о. Сакалин в Румынии, периодически соединяющийся с одноименной косой; о. Утриш южнее Анапы и о. Суджук у Новороссийска. Имеются и более мелкие аккумулятивные формы, обособленные от суши.

В отличие от материковых островов, которые уже в силу своего происхождения мало меняют свою форму и размеры, аккумулятивные острова чрезвычайно подвижны не только на исторических масштабах, но и в течение межгодовых и се-

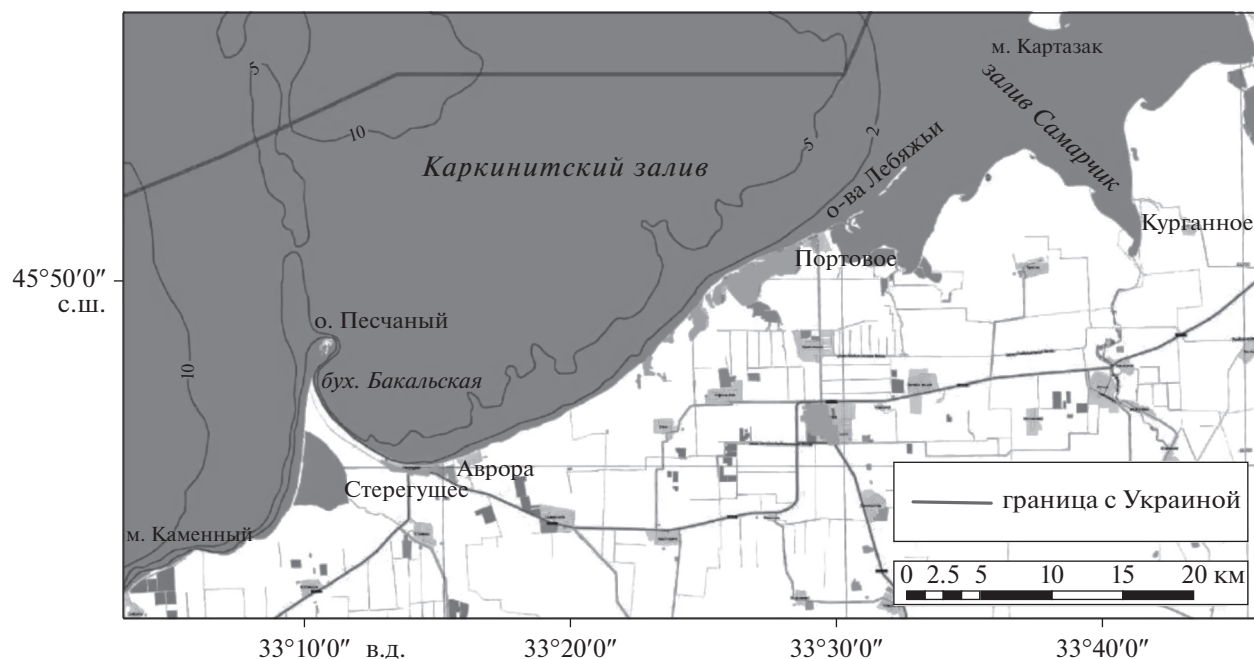


Рис. 1. Карта северо-западной части Крымского полуострова.

зонных штормовых циклов. Тем не менее, появление нового острова – событие не рядовое и особенно интересное тем, что дает представление о современных процессах в береговой зоне Черного моря.

Цель данной работы – дать информацию о динамике Бакальской косы (Западный Крым) в последние десятилетия и превращении ее дистальной части в остров, третий по площади в Черном море и первый у черноморского побережья РФ. В работе использовались данные полученные в ходе экспедиций Морского гидрофизического института РАН и Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в период 2007–2018 гг. Особенно плодотворными явились исследования, выполненные в июне 2018 г. [3]. В состав работ входили: геодезические съемки с использованием GPS приемников, аэросъемки с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА), [12] повторные эхолотные промеры [15], отбор проб с пляжа и берегового склона на гранулометрический состав [13] и состав зообентоса [11], повторные геоморфологическое обследования. Выполнялись исследования течений в районе Бакальской косы [5]. Кроме этого, привлекались материалы спутниковых и аэрофотосъемок, наблюдения на створах [4].

Длина береговой линии Бакальской косы, расположенной на северо-западном побережье Крымского п-ва в Каркинитском заливе (рис. 1), составляет сейчас 14.5 км (до отделения дистальной части – 18.2 км). Сама коса и прилегающая акватория имеют статус ландшафтно-рекреаци-

онного парка регионального значения. Бакальская коса до отделения острова морфологически представляла собой свободную причлененную двойную аккумулятивную форму длиной около 8 км. В настоящее время длина косы, ориентированной с юга на север, – 5.7 км, что меньше основания (6.6 км), и не позволяет отнести ее к свободным. Обе ветви косы сложены песчаными наносами, в состав которых входит большое количество биогенного материала (ракушки) [1, 11]. В корневой части они примыкают к интенсивно размываемому клифу, сложенному толщей бурых плиоценовых и четвертичных глин, между обеими ветвями расположено Бакальское соленое озеро. Площадь и глубины озера постоянно меняются в связи с сезонной и межгодовой изменчивостью его водного баланса.

Впервые Бакальскую косу обстоятельно исследовал и дал ее описание основоположник советского береговедения Зенкович [7]. В этой работе он высказал предположение о ее генезисе и дальнейшем развитии. Происхождение Бакальской косы и одноименной банки связывалось с внешней блокировкой берега, происходящей вследствие сужения Каркинитского залива и уменьшения его глубин в восточном направлении. В.П. Зенкович считал, что на момент обследования (середина 40-х гг. XX в.) коса достигла максимальных размеров. Он писал: “Мы вправе считать так потому, что современное строение подводного склона и у тела косы, и у прилегающих участков берегов дает явные указания на ограниченное питание новым материалом, кото-

рое вряд ли даже может компенсировать потерю наносов на истирание”. Эволюцию косы в будущем В.П. Зенкович связывал с перемещением ее тела к востоку и отступанием к югу дистального конца. Он отмечал, что при отсутствии поступления наносов коса не может являться устойчивой, так как на ее дистальном конце неизбежно будет происходить размыв. При этом он указывал на важность двух независимых друг от друга процессов, которые и определяют за данный период времени темп нарастания или отступления косы: а) перемещение материала к оконечности косы по ее западному краю (ветры юго-западные и западные) и б) перемещение материала от оконечности косы к югу вдоль ее восточного края (ветры северо-западных и северных румбов).

Долгое время, более 50-ти лет, до начала XXI в., регион Бакальской косы практически, не упоминался в научных публикациях. Однако резкие изменения, произошедшие в нулевых годах текущего столетия в этом районе, привлекли внимание исследователей. Непосредственным поводом явилось обращение к ученым властей Крыма, обеспокоенных разрушением инфраструктуры рекреационной зоны косы в ходе штормов 2007 г. С тех пор Морской гидрофизический институт РАН, а с 2017 г. и Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН проводит здесь мониторинговые наблюдения [3].

Сделанный нами качественный анализ старинных карт, начиная с 1817 г., показывает, что в последние 200 лет к востоку и западу от Бакальской косы отмечалось отступление береговой линии, одновременно шел процесс закрытия заливов пересыпями. Так Конджалайские о-ва превратились в Сергеевскую косу, обособив морской залив в Андреевский лиман. Некогда существовавшее с. Сергеевка (в 8 км северо-восточнее нынешнего пос. Стерегущее) в 40-х гг. прошлого столетия поглотило море. В 80-х гг. то же случилось и с. Андреевка, находившемся на пересыпи, отделяющей Андреевский лиман от моря. Здесь в настоящее время асфальтированная дорога упирается прямо в море.

На наиболее ранней карте, сделанной на основе топографических съемок (1817 г.), прямолинейная оконечность Бакальской косы показана резко сужающейся в дистальной части. Карта 1842 г. показывает дистальную часть косы, загнутой в виде крючка, а в 1865 г. как утончающийся крючок, загнутый под 45° к основному телу косы. Впервые коса названа Бакальской на карте 1897 г., а ее оконечность обозначена как Песчаный нос (Кыян-Мурун). На подробной карте 1941 г. в масштабе 1 : 100 000, дистальная часть косы уже показана не в виде сужающейся стрелки, а в виде каплеобразного полуострова, загнутого к востоку. Также она изображалась и на всех последующих картах,

вплоть до самой подробной на сегодняшний день топографической карты Крыма в масштабе 1 : 50000, которая отображает Крымский полуостров по состоянию местности на 1989 г.

Контактные измерения и спутниковые снимки сверхвысокого разрешения показывают, что в западной корневой части Бакальской косы в месте ее примыкания к активному глинистому клифу в нынешнем веке наблюдается значительное отступление. Измерения в находящемся здесь створе показывают, что между 2002 и 2018 гг. берег отступил на 54.3 м со средней скоростью 3.2 м/год. Причем, если в период 2002–2008 гг. средняя скорость отступления составляла 2.3 м/год, то в период 2008–2018 гг. (период резких изменений на дистали и образования острова) она возросла до 3.7 м/год. Сравнение спутниковых снимков 2003 и 2016 гг. показывают потерю площади величиной 26 000 м² на протяжении около 700 м в западной корневой части косы, что дает среднее отступление 37 м (2.8 м/год). Юго-западнее западной корневой части косы скорость отступления глинистого клифа за тот же период значительно меньше – около 0.7 м/год, что фактически совпадает с более ранними оценками, сделанными в [8, 17].

В корневой части восточной ветви косы количественно определить изменения береговой линии затруднительно. Анализ спутниковых данных не дает выраженных изменений. Формально между 1995 и 2019 гг. (по данным одного створа) берег выдвинулся на 2 м, однако это меньше величины межгодовых изменений. В целом, видима, береговая линия здесь относительно стабильна, вместе с тем к востоку от корневой части восточной ветви за последние 10 лет обнаруживаются явные признаки нарастания берега за счет развития фитоберегов, образующихся за счет массового отмирания *Zostera marina*. Это эффект был ранее описан в [6].

Анализ спутниковых снимков высокого разрешения серии Landsat в период 1984–2009 гг. в районе Бакальской косы позволил определить, что за это время дистальная часть косы сместилась в северо-восточном направлении на 300 м, при этом наблюдалось уменьшение ширины косы в районе перешейка, соединяющего основное тело косы с дистальной частью (рис. 2). В то же время западная ветвь косы сместилась к востоку на 160 м, восточная – на 100 м, а на самой пересыпи неоднократно образовывались прораны. За этот период дистальная часть неоднократно отделялась от основного тела косы промоинами шириной до 50–100 м. Первое отделение острова от основного тела косы было отмечено в декабре 1997 г. Тогда остров просуществовал вплоть до мая 1998 г. В мае 1999 г. образовался новый проран в теле косы, он просуществовал два месяца.

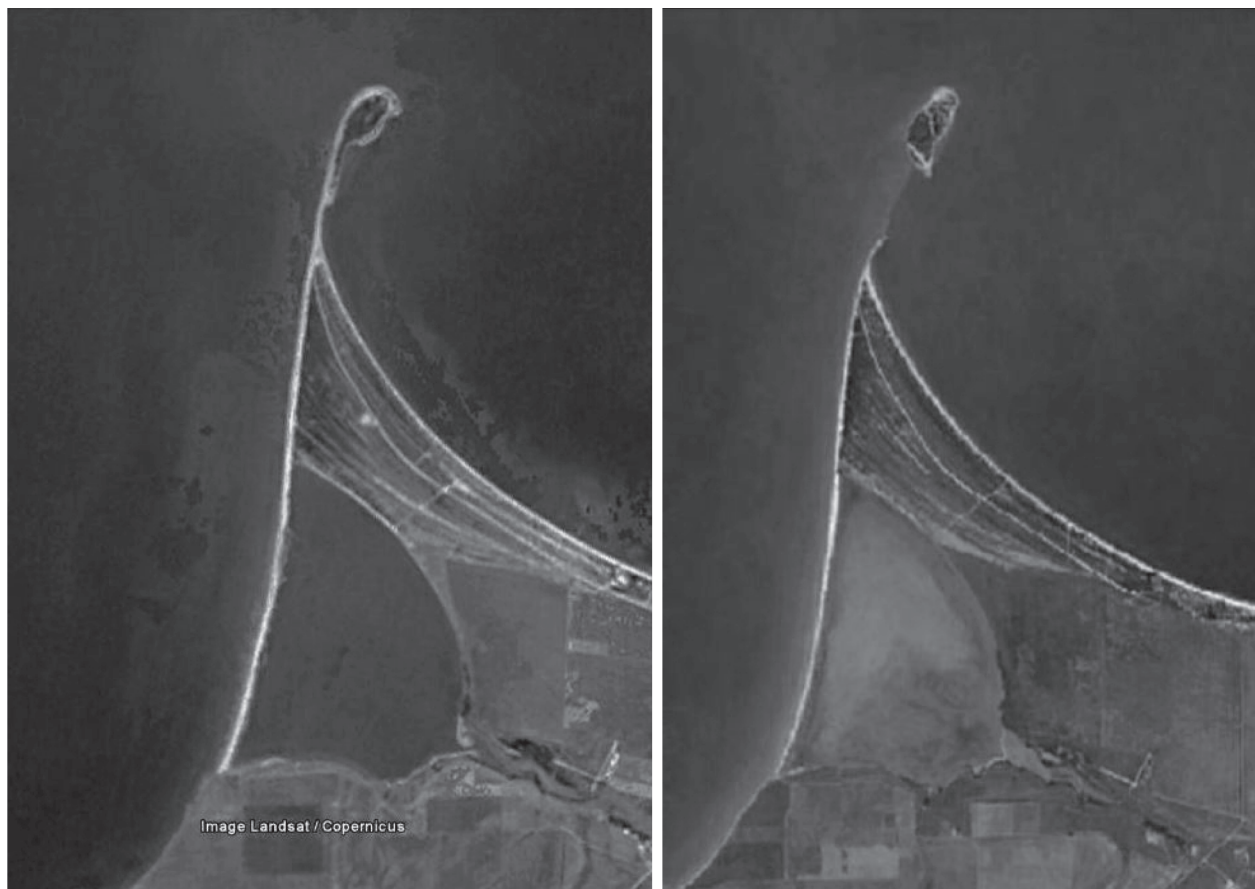


Рис. 2. Бакальская коса из космоса (спутник LANDSAT). Слева – 1984 г., справа – 2018 г.

Следующее отделение острова произошло в марте 2000 г., после чего остров просуществовал более полугода. В продолжение последующих двух лет конфигурация и положение дистальной оконечности косы оставались относительно стабильными. Новый этап переформирования дистальной оконечности косы начался летом 2003 г., когда было отмечено перемещение наносов с запада на северо-восток оголовка косы, а перешеек стал приобретать нестабильную S-образную форму. Следующие семь лет эволюция дистальной оконечности Бакальской косы характеризовалась истончением ширины перешейка с дестабилизацией формы (попеременные изменения формы с прямолинейной на изогнутую) и изменением конфигурации оконечности косы (размыв с северо-запада, нарастание аккумулятивных форм к северо-востоку и юго-востоку с последующим их размывом). В 2007–2009 гг. этот процесс активизировался. Факт надвигания западной ветви пересыпи на озеро подтвердился находками на урзе озерных иловых отложений.

Расчеты по математической модели XBeach показали, что гидродинамические условия, которые могут приводить к отделению дистальной ча-

сти от основного тела косы, формируются при набегании волн с запада, запада–северо-запада и северо-запада [16]. Контактные наблюдения, сделанные нами с помощью геодезических GPS систем, показывали, что каждый раз после цикла отделения-восстановления ширина перешейка уменьшалась. К лету 2010 г. она составляла всего 10–12 м, а конфигурация перешейка приняла резко выраженную S-образную форму, что говорило об одновременном гидродинамическом воздействии как с востока, так и запада.

Наконец, в сентябре–октябре 2010 г. произошло окончательное отделение дистальной части и превращение ее в остров [3]. Ширина образовавшегося пролива быстро нарастала и уже к лету 2011 г. составила 850 м. Эхолотный промер, проведенный нами в сентябре 2011 г., показал, что максимальная глубина в промоине достигала 3 м. К 2014 г. ширина разделившего косу пролива достигла 1 км. В последние пять лет расстояние составляет около 0.9–1.0 км (рис. 2). Промер, проведенный в июне 2018 г., показал, что глубина в промоине составляет 3–6 м (рис. 3), а площадь острова, по данным аэрофотосъемки БПЛА, 0.31 км². Длина и конфигурация новой оконечно-

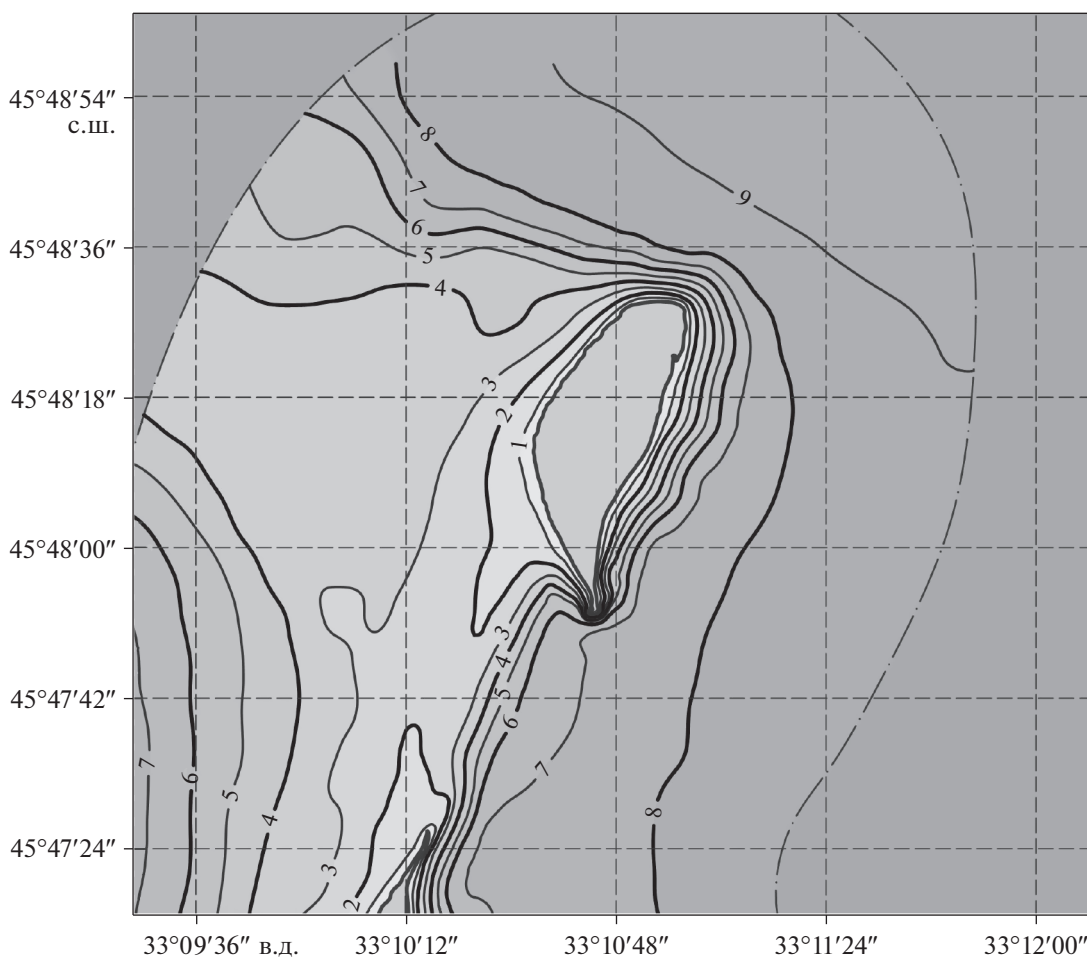


Рис. 3. Рельеф дна вокруг о. Песчаный по данным промера 2018 г.

сти косы быстро меняется. Так, уже в июле 2018 г. она увеличилась на 150 м, а к июню 2019 г. почти на столько же уменьшилась.

Мы считаем логичным называть новый остров Песчаным, поскольку на навигационных картах крайний мыс на бывшей дистальной части косы обозначался этим именем. Собственно, местные жители так его и называют в настоящее время. После отделения острова Песчаный, вдольбереговой поток наносов стал уходить в образовавшуюся промоину и перестал его достигать. С этого момента объем и площадь его надводной части неизменно сокращаются. Современный вид дистальной части косы и острова представлены на рис. 4 и 5.

По спутниковым снимкам серии *Landsat* был произведен расчет значений площадей острова в период с 2010 по 2018 гг. Первоначально образовавшийся остров имел площадь 0.56 км². За следующие 8 лет она сократилась более чем на 0.2 км², или на 36% от первоначальной. Наиболее активное сокращение площади было в 2011 и 2017 гг.

(около 0.06 км² в год). Остров Песчаный, как и ранее дистальная часть Бакальской косы, смещается к северо-востоку. Дополнительным подтверждением этого является тот факт, что маячный знак высотой 15 м в 2007 г. находился в 58 м от уреза, в декабре 2013 г. он находился уже в море в 16 м от уреза, а в 2015 г. был опрокинут и разрушился. Смещение западного берега к востоку в последние годы ускорилось, а рост северной и восточной частей практически прекратился. Съемка 2019 г. показала, что остров продолжает сдвигаться в северо-восточном направлении, при этом в восточной его части отмечается размыв, что представляется естественным, поскольку остров мигрирует в сторону больших глубин. На отделившемся острове к настоящему времени сформировались обширные колонии гнездящихся птиц, недоступные для наземных хищников [14].

Бакальская коса подвержена весьма активному гидродинамическому воздействию, поэтому динамика ее аккумулятивных образований зависит от режима волнения и уровня моря, периоды преобладания аккумуляции сменяются периода-



Рис. 4. Вид на дистальную часть Бакальской косы и о. Песчаный (июнь 2017 г.).

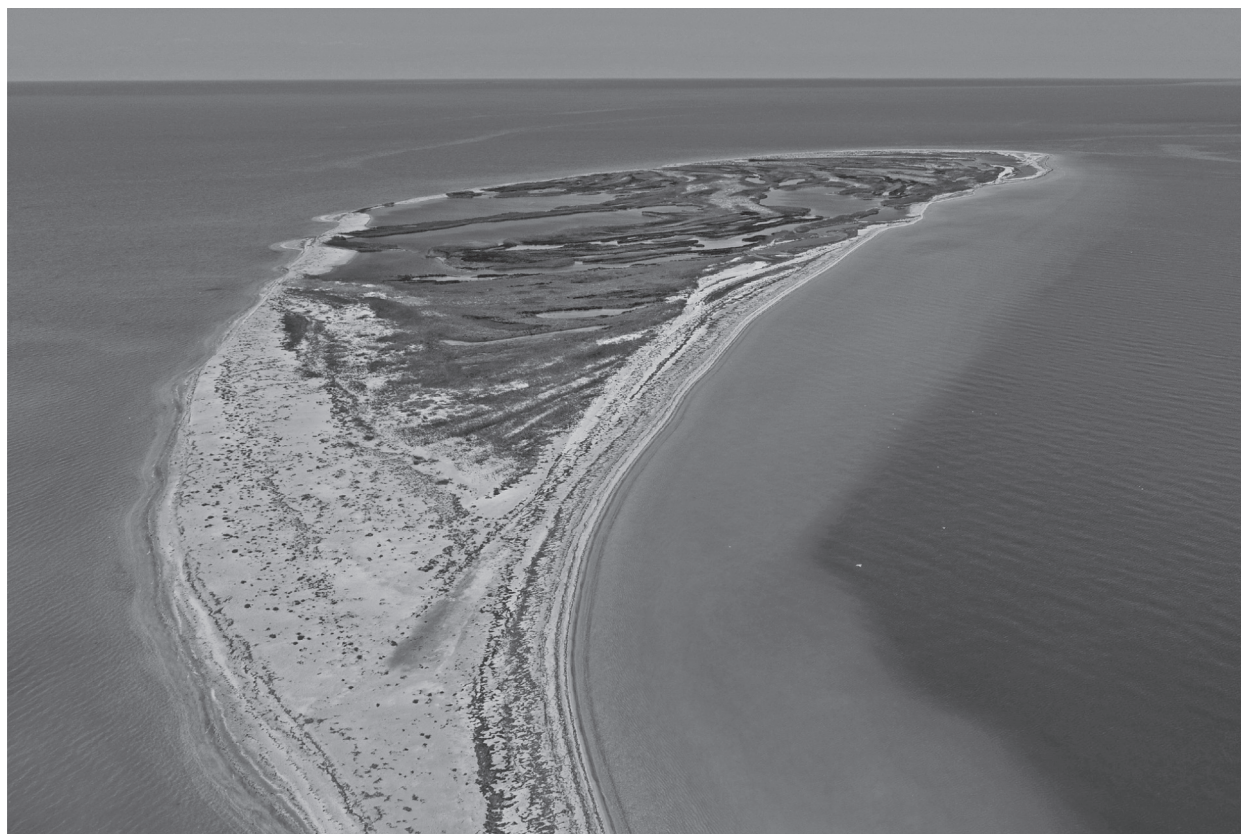


Рис. 5. Вид на о. Песчаный (июнь 2018 г.). Фото В.В. Крыленко.

ми преобладания размыва. Согласно имеющимся данным, в 60–70-е гг. и до середины 80-х гг. 20 в. здесь происходил размыв, а в последующее время рост аккумулятивных форм [10]. Спутниковые данные показывают, что в период с 1984 по 1997 гг. происходили небольшие смещения положения береговой линии Бакальской косы, очевидно связанные с сезонными изменениями штормового режима.

Анализ гидрометеорологических условий по данным близлежащей гидрометеорологической станции “Черноморское” показал, что в течение 2005–2010 гг. отмечалось значительное возрастание повторяемости штормовых западных и юго-западных ветров, при существенном уменьшении повторяемости ветров северо-западных и северных румбов. Немаловажно, что этот период совпал с ростом среднего уровня Черного моря, который в 2010 г. достиг своего максимума за все 150 лет наблюдений. Из внешних условий отметим, что в районе Бакальской косы и на Бакальской банке, начиная с 2007 г. проводилась незаконная, а с 2015 г. и по настоящее время лицензионная добыча песка в промышленных масштабах, следы которой видны даже из космоса. Возможно, что все эти факторы в совокупности, наряду с быстрым смещением дистальной части в сторону больших глубин и стали причиной отделения дистальной части Бакальской косы и превращения ее в остров, который существует уже 9 лет (рис. 2). Конфигурация дистальной части сейчас внешне похожа на существовавшую в XIX в.

Очевидно, что коса в настоящем состоянии является отмирающей аккумулятивной формой, наряду с такими же формами, как, например, косы Тузла и Суджук. Первая до 1925 г. существовала как единое целое с Таманским полуостровом. В ноябре 1925 г. во время сильного шторма юго-западного румба произошел прорыв в корневой части косы с образованием промоины шириной до 300 м, которая уже к 1926 г. выросла до 1 км, а в дальнейшем увеличилась до 3 км, в результате чего образовался о. Тузла [9]. Остров Суджук, по видимому, отделился гораздо раньше, вероятно в XIX веке. В обоих случаях причиной отделения было истощение запасов наносов в области питания кос.

В заключение отметим, что образование нового острова, а точнее исчезновение перешейка, наряду с блокированием северо-крымского канала уже существенно изменило гидродинамический и гидрологический режим Каламитского залива, что требует отдельного изучения. Можно также предположить, что при существующей тенденции смещения о-ва Песчаный в сторону больших глубин и в условиях продолжающейся добычи песка он долго не просуществует. Прогноз В.П. Зенковича в части смещения Бакальской косы к восто-

ку оправдался, однако дальнейшего роста косы, который проходил в течении последних десятилетий, он не предполагал. Для научно обоснованного прогноза дальнейшего развития берегов в рассмотренном районе необходимо продолжить систематические литодинамические наблюдения и привлечь математические модели наиболее полным учетом всех воздействующих факторов.

Источник финансирования: Исследования проводились в рамках работ по программам № 0149-2019-0014 и № 0827-2019-0004. Камеральная обработка полевых данных и анализ литературы поддержаны грантами РФФИ №18-05-80035 и № 19-05-00041.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячкин Ю.Н., Гуров К.И. Механический состав пляжевых наносов Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2017. № 3. С. 48–56.
2. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Новый остров в Черном море? // Доповіді Національної академії наук України. 2013. № 8. С. 100–104.
3. Горячкин Ю.Н., Косьян Р.Д. Бакальская коса – уникальный природный объект Крымского полуострова (обзор) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 5–14.
4. Горячкин Ю.Н., Харитонова Л.В. Динамика береговой линии в районе Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 22–30.
5. Дивинский Б.В. Гидродинамические условия вод в районе Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 31–39.
6. Живаго А.В. О береговых формах рельефа, создаваемых выбросами отмерших водорослей // Труды Института географии. 1948. Вып. 42. С. 142–153.
7. Зенкович В.П. Бакальская коса // Сб. труд. Института океанологии АН СССР. 1955. № 4. С. 86–101.
8. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Изд-во геогр. лит., 1958. 371 с.
9. Иванов В.А., Игнатов Е.И., Чистов С.В. Происхождение, история развития и динамика косы Тузла // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2004. Вып. 10. С. 198–206.
10. Клюкин А.А. Экстремальные проявления неблагоприятных и опасных экзогенных процессов в XX веке в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2005. Вып. 1. С. 27–38.
11. Косьян А.Р. Роль прибрежных моллюсков в формировании карбонатных осадков Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 81–91.
12. Крыленко В.В., Крыленко М.В. Высокоточная съемка рельефа Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 65–72.

13. *Крыленко М.В., Крыленко В.В.* Исследование гранулометрического состава пляжевых и донных отложений Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 40–49.
14. *Крыленко С.В., Крыленко В.В.* Оценка влияния трансформации дистальной части Бакальской косы на орнитофауну // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 73–80.
15. *Руднев В.И.* Особенности рельефа дна прибрежной зоны Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 4. С. 15–21.
16. *Фомин В.В., Алексеев Д.В., Харитонова Л.В.* Моделирование морфодинамики Бакальской косы // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2013. Вып. 21. Т. 1. С. 374–380.
17. *Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.Д.* Карта средней скорости абразии и аккумуляции 1960–1994 гг. // Атлас охраны природы Черного и Азовского морей. СПб.: ГУНиО МО Российской Федерации. 2006. С. 44.

The Formation of a New Island Near the Crimea Coast

Y. N. Goryachkin^{a, #, ##}, R. D. Kosyan^{b, ###}

^a*Marine Hydrophysical Institute, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia*

^b*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: yngor@yandex.ru*

^{##}*e-mail: yngor@mhi-ras.ru*

^{###}*e-mail: rkosyan@hotmail.com*

Modern dynamics of the Bakal Spit (north-western Crimea), the distal part of which separated and became an island in 2010, is considered. The coastline retreat has been noted east and west of it in the last 200 years. Based on the analysis of satellite data and geodesic surveys, it was established that in the past 30 years the distal part of the spit shifted to the northeast direction by 300 m, the western branch of the spit shifted to the east by 160 m. After the separation of the Peschaniy island, its area was 0.56 km², it was reduced to 0.31 km² by 2018. The width of the formed strait is about 1 km. It was assumed that the formation of the island in the face of reduced sediment inflows was due to increased storm activity and an abnormally high level of the Black Sea in the preceding period.

Keywords: Black Sea, coastal zone, accumulative islands, Bakalskaya spit