

# ***МОРСКИЕ БЕРЕГА УКРАИНЫ***

УДК 551.351(262.5)

В.А.Иванов, Ю.Н.Горячкин, В.Ф.Удовик,  
Л.В.Харитоновна, С.А.Шутов

*Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ БАКАЛЬСКОЙ КОСЫ**

Рассмотрена динамика береговой линии в районе Бакальской косы (северо-западный Крым). Для анализа использовались старинные карты, аэрофотосъемка, космические снимки и высокоточные *GPS*-съемки МГИ НАН Украины. В последние 200 лет к востоку и западу от Бакальской косы отмечалось отступление береговой линии, параллельно шел процесс закрытия заливов пересыпями. Динамика аккумулятивных образований в районе Бакальской косы зависит от режима волнения и уровня моря, в связи с чем периоды преобладания аккумуляции сменяются периодами преобладания размыва. В нулевых годах XXI века наблюдался процесс отделения дистальной части от тела косы. Начиная с осени 2010 г. по настоящее время, дистальная часть косы представляет собой остров, площадь которого в Черном море уступает только о-ву Джарылгач.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *северо-западный Крым, Бакальская коса, Бакальское озеро, динамика береговой линии, штормовые ветры, уровень моря.*

Песчаная Бакальская коса вдаётся на 8 км в Каркинитский залив к западу от поселка Стерегущее, ранее Верхний Бакал (Раздольненский район, Автономной республики Крым). В корневой части косы расположено соленое озеро Бакальское. Слово «бакал» в переводе с арабского означает «лавочник», происхождение топонима не вполне ясно. Территория косы входит в состав регионального ландшафтного парка «Бакальская коса», площадью 1520 га. С августа 2012 г. акватория Черного моря, прилегающая к косе к востоку и северу от неё площадью 385 км<sup>2</sup>, в соответствии с Указом Президента Украины объявлена ботаническим заказником общегосударственного значения «Малое филофорное поле». В XX в. на косе существовали соляные промыслы, рыбный завод, также осуществлялся выпас отар овец. В настоящее время прекрасные песчаные пляжи Бакальской косы пользуются большой популярностью у отдыхающих, в том числе и из дальнего зарубежья.

Коса представляет собой свободную двойную аккумулятивную форму длиной около 8 км (рис.1), близкую к типу двойных серповидных баров [1]. Термин «свободная» означает, что оконечность косы выдвинута на расстояние большее, чем её основание. Обе ее ветви своей корневой частью прижимают к интенсивно размываемому клифу, сложенному толщей бурых плиоценовых и четвертичных глин. Длина береговой линии Бакальской косы составляет около 19 км. Ширина западной пересыпи Бакальского озера равна в настоящее время 60 – 80 м, восточной 1200 – 2000 м.

© В.А.Иванов, Ю.Н.Горячкин,  
В.Ф.Удовик, Л.В.Харитоновна, С.А.Шутов, 2012



Р и с . 1 . Конфигурация Бакальской косы 17 августа 2007 г. (с сервера *Google Earth*).

Бакальское озеро лежит на продолжении небольшой балки, устьевая часть которой выполнена аллювием. В бортах этой балки из-под толщи глин выходят горизонтально залегающие неогеновые известняки и мергели. Эти же породы присутствуют в прибрежной части дна в 3 км к западу от косы. Прилегающая часть суши представляет собой равнину с редким и неглубоким эрозионным расчленением, полого наклоненную в сторону моря [1].

Площадь и глубины озера часто меняются в связи с изменчивостью его водного баланса. В засушливое лето 2007 г. урез воды в озере отступил на 100 – 200 м по сравнению с весной этого же года. Судя по значениям солености, прямые измерения которой были проведены нами в апреле и августе этого же года, питание озера за счёт фильтрации морских вод (через пересыпь) довольно активно; не исключен вклад в его питание и грунтовых вод. В апреле 2007 г. значения солености в море составили 16,7 ‰, а в Бакальском озере 31,9 ‰. В августе соответствующие значения составили 17,2 и 50,7 ‰. В 2007 г. нами из озера была взята проба донных отложений (темно-серый ил с небольшими включениями мелкой ракушки). В филиале МГУ им. М.В. Ломоносова в Севастополе было проведено определение тяжелых металлов рентгенофлуоресцентным методом анализа на приборе «Спектроскан МАКС-G». Содержание *Zn*, *Ni*, *Cr*, *V*, *TiO<sub>2</sub>*, *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*, *MnO* не превышали геохимического фона. Вместе с тем, содержание стронция (*Sr*) составило 1412 мкг/г, что во много раз превышает кларковое число. Как правило, это свидетельствует о техногенном заражении донных отложений. Возможно, это связано с тем, что в 50 – 60-х гг. прошлого века здесь находился полигон бомбометания. С 1952 по 2012 гг. севернее дистальной части косы находился корпус легендарного крейсера «Червона Украина», затонувшего в 1941 г. в Севастополе и использовавшегося в качестве мишени. В Бакальском озере выявлено 11 родов и 44 вида донных цианобактерий, большинство видов, а также роды *Cyanothrix*, *Phormidium* и *Microcoleus* отсутствуют в списках черноморского биоразнообразия Украины [2].

К северу, на продолжении оконечности косы, почти через весь Каркинитский залив (на расстояние в 40 км) тянется узкая подводная отмель – Бакальская банка. Наименьшие глубины на ней колеблются в пределах 3 – 4,5 м, в то время как восточная часть залива имеет глубины до 11 м. Поперечный профиль Бакальской банки и характер покрывающих ее наносов показывают, что банка представляет собой аккумулятивную форму, образованную в результате поперечного перемещения наносов по дну Каркинитского залива с запада на восток.

Бакальскую бухту окаймляет вытянутый на 11 км абразионный берег, сложенный легко размываемыми четвертичными суглинками. Отложения срезаны вертикальным уступом размыва, снижающимся в северо-восточном направлении от пос. Аврора до бывшего пос. Сергеевка, ныне ушедшего под воду. Основание восточной ветви косы примыкает к некогда активному глинистому клифу, в настоящее время отмершему, окаймленному пляжем. Восточнее, на протяжении 3 – 4 км вдоль клифа имеется несколько мелких примкнувших аккумулятивных форм. Под их защитой клиф превращается в задернованный склон. Еще далее пляж исчезает, и на расстоянии 4 – 5 км глинистые обрывы непосредственно переходят в обнаженную абразионную площадку (бенч). В периоды нагонов основание клифа покрывается водой на значительную высоту.

К востоку от корневой части Бакальской косы имеются мощные скопления отмершей морской травы zostеры – *Zostera marina*. По свидетельству местных жителей в течение 90-х гг. XX в. произошло резкое увеличение количества морской растительности. В октябре 2005 г. нагонная волна высотой около 3 м пришла с юго-запада Каркинитского залива и подтопила пос. Стерегущее. Были затоплены подвалы и первые этажи домов. Несколько автомобилей были унесены на 1 – 2 км от берега. Волна подъема уровня дошла до пос. Портовое, прошла через Лебяжьих о-ва и дошла до устья реки Самарчик. Из прибрежных поселков были эвакуированы люди. Подъем уровня продолжался около двух часов. Этой волной на обрывистый берег высотой около 3,5 м было выброшено огромное количество *Zostera marina*. Образованные из них параллельные берегу валы протяженностью несколько километров мы наблюдали в 2008 г. По своему характеру они резко отличались от обычного заброса водорослей штормовыми волнами на клиф. По рассказам местных жителей такой же катастрофический нагон наблюдался в конце 50-х годов прошлого века. Огромное количество гниющих водорослей создают сплошной покров в прибрежной полосе на расстоянии до 50 м от берега и распространяют зловоние, в результате чего пляжи пансионатов, примыкающие к восточной части косы, практически потеряли свое рекреационное значение и фактически не используются, отдыхающих возят на пляж Бакальской косы. В последние годы проводится очистка акватории и берега от гниющих водорослей.

Западная ветвь косы своим основанием непосредственно примыкает к активному клифу и вытянута почти прямолинейно на его продолжении. Пересыпь состоит из мощного берегового вала высотой не более 1,5 м и постепенно понижающейся к лагуне поверхности. В теле вала имеются следы промоин, переходящие в русла, которые открываются в лагуну. Эти промоины образуются в сильные штормы, когда в лагуну прорываются крупные волны.

Интенсивная абразия клифа, разрушение дернового покрова на пересыпи, выходы озерных илов на дне перед западным фронтом пересыпи и тот факт, что южный конец пересыпи примыкает к древнему, ныне отмершему озерному клифу, – все эти явления независимо друг от друга, по мнению В.П. Зенковича, показывали, что пересыпь перемещается к востоку, сужая лагуну и срезая западную часть восточной ветви косы [1].

Бакальская коса относится к району с активной динамикой побережья. Согласно [3], дистальная часть Бакальской косы за последние 40 лет XX в. размывалась с западной стороны со средней линейной скоростью 6 м/год и намывалась у восточного края на 7 – 8 м/год. Об этом свидетельствует тот факт, что маяк, стоявший в 1960 г. в середине дистальной части косы, в 2000 г. уже находился в 20 м от ее западного края, а в 2001 г. оказался в море. В восточной части скорость отступления берега в период 1972 – 1988 гг. в районе пос. Аврора составляла 2,8 м/год [4]. В [5] скорость отступления коренного берега у точки примыкания к нему западной части определена величиной не менее 1 м в год. Темп абразии был определен здесь по разрушению канав, вырытых в 1941 г. на обрыве не ближе 5 м от его края; в 1945 г. они уже были срезаны морем.

Сделанный нами анализ старинных карт показал, что в последние 200 лет к востоку и западу от Бакальской косы отмечалось отступление береговой линии, параллельно шел процесс закрытия заливов пересыпями [6]. Некогда существовавший пос. Сергеевка (в 8 км северо-восточнее нынешнего пос. Стерегущее) в настоящее время находится под водой в 200 м от береговой линии. Море поглотило его в 40-х гг. XX в.; на карте 1938 г. он ещё показан на урезе берега. По нашим данным на глубине 1,5 м до сих пор лежат блоки известняка-ракушечника размывших построек. В 80-х гг. под воду ушел пос. Андреевка, находившийся на пересыпи, отделяющей Андреевский лиман от моря, неподалеку от пос. Портовое. На картах хорошо прослеживается отступление выдвинутого в акваторию Каркинитского залива низкого берега у пос. Портовое. В последнее десятилетие в устье реки Самарчик море поглотило пограничную заставу и детский оздоровительный лагерь. Что касается Бакальской косы, то положение корневой части, видимо, не менялось или менялось мало. В целом, по картам прослеживается выдвигание косы в сторону моря и увеличение площади дистальной части.

Динамика аккумулятивных образований в районе Бакальской косы в условиях дефицита биогенных наносов в акватории зависит от режима волнения и уровня моря, в связи с чем периоды преобладания аккумуляции сменяются периодами преобладания размыва. Согласно имеющимся данным, в 60 – 70-е гг. и до середины 80-х гг. XX в. здесь происходил размыв, а в последующее время – рост аккумулятивных форм.

Проведенное численное моделирование стационарных полей течений и движения наносов показало, что преобладающим является вдольбереговое направление движения наносов. По нашему мнению, в районе Бакальской косы действуют два основных процесса:

- перемещение наносов к оконечности косы по ее западному краю (юго-западные и западные ветры);
- перемещение наносов от оконечности косы к югу вдоль ее восточного края (ветры северо-западных и северных румбов).

Результат взаимодействия этих процессов и определяет за данный конкретный период времени темп нарастания или отступления косы. При постоянстве метеорологических условий этот результат зависит от того количества материала, которое могут получить в свое распоряжение волны западных румбов, причем емкость этого потока наносов несравненно больше, чем восточного. Поэтому, если западный поток будет насыщен в достаточной степени, коса будет нарастать, а при дефиците его нагрузки восточный поток, хотя и меньшей емкости, будет способствовать размыву косы. Вместе с тем, необходимо учитывать имеющийся дефицит наносов. Добыча песка на Бакальской банке может привести к нарушению равновесия и к непредсказуемым последствиям.

В [7] нами был выполнен анализ снимков со спутника *Landsat* в период 1986 – 2009 гг., который показал следующее.

1. Дистальная часть косы за этот период выдвинулась в акваторию Каркинитского залива в северо-восточном направлении на 300 м со средней скоростью 13 м/год, при этом положение корневой части было относительно стабильным.

2. Наблюдалось уменьшение ширины косы в районе перешейка, соединяющего основное тело косы с дистальной частью, и смещение её к востоку (западного берега на 160, восточного на 100 м). В этом же направлении смещается и сама дистальная часть косы.

3. Дистальная часть неоднократно отделялась от основного тела косы промоинами шириной до 50 – 100 м.

4. Западный берег косы в 90-х гг. прошлого века оставался относительно стабильным; после 2004 г. произошла активизация его размыва. Хорошо прослеживалось надвигание пересыпи, отделяющей море от Бакальского озера, на его акваторию. За рассматриваемый период пересыпь сместилась на 150 м; современный урез моря располагается на месте, где в 1986 г. была лагуна, что соответствует и геоморфологическим данным (начиная с 2007 г. после штормов, на урезе западной части косы обнажаются иловые отложения озера). Отмеченные выше тенденции согласуются с материалами аэрофотосъемки конца 80-х – начала 90-х гг. прошлого века.

С началом XXI в., видимо, наступила новая фаза размыва. Так, в последней декаде января 2007 г. сильный продолжительный шторм привел к интенсивному размыву берега западной части Бакальской косы и намыву с восточной стороны. Со слов очевидцев, за несколько дней берег отступил на величину около 50 м, уничтожив часть существовавшей дороги; при этом железобетонные столбы линии электропередачи были повалены в море. Кроме этого, на перешейке между морем и Бакальским озером в западной части косы образовалась промоина шириной до 20 м. Выполняемые МГИ НАН Украины с 2007 г. ежегодные высокоточные *GPS*-съемки также подтверждают перечисленные выше процессы.

Наиболее примечательный факт в динамике Бакальской косы отмечен в период 2010 – 2012 гг. Ранее неоднократно наблюдаемый процесс обособления и соединения дистальной части с телом косы, по-видимому, достиг своего логического развития. В течение 2007 – 2010 гг. несколько раз было зафиксировано отделение дистальной части косы. Впоследствии, после каж-

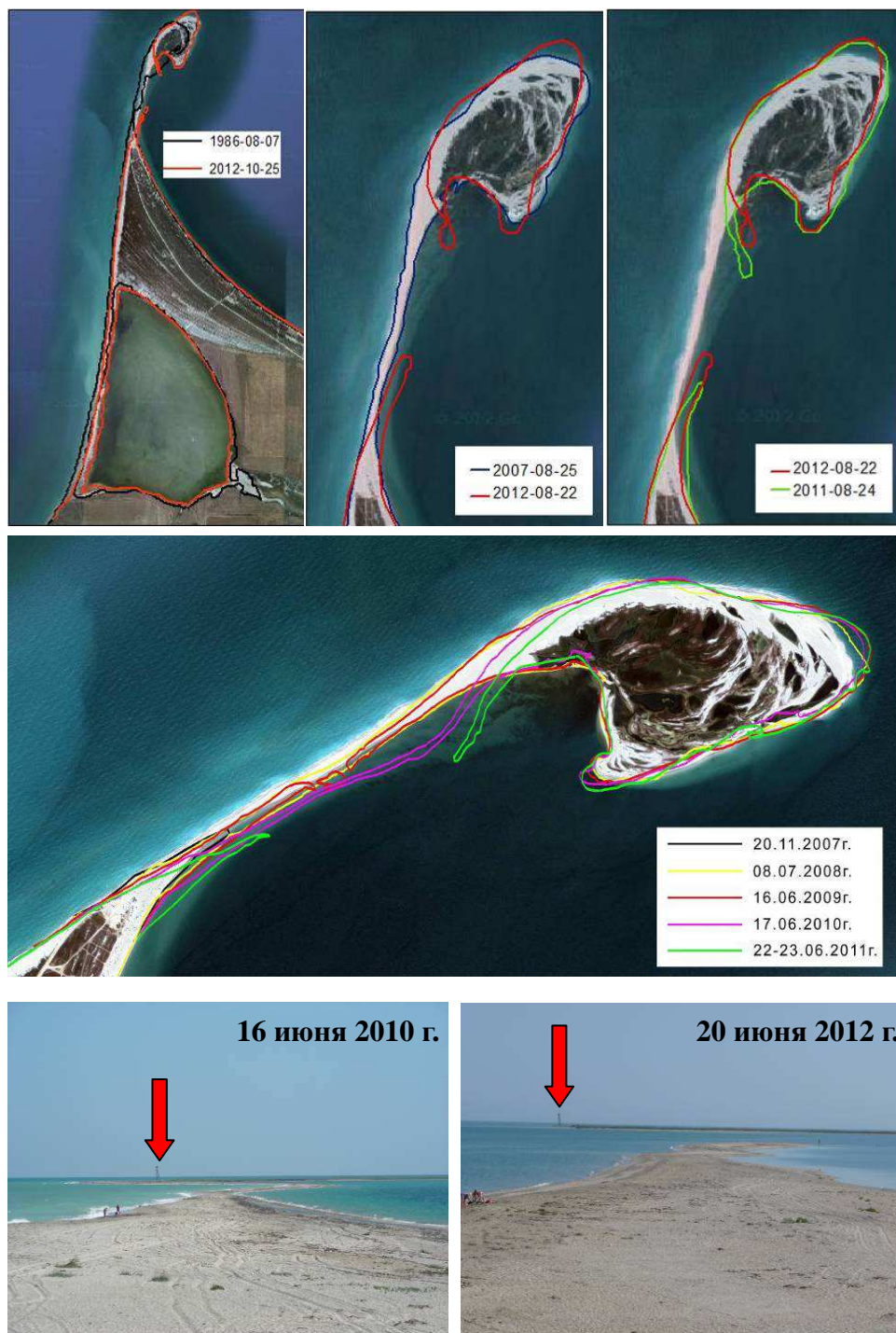


Рис.2.Изменения конфигурации Бакальской косы по данным ИСЗ *Landsat* (вверху); изменения конфигурации дистальной части по данным *GPS*-съемок (в центре); внешний вид перешейка у дистальной части (внизу).

дого отделения, перешеек образовывался вновь, однако с каждым разом его ширина уменьшалась. К лету 2010 г. ширина перешейка составляла всего 10 – 12 м, а сам он принял S-образную форму (рис.2). Наконец осенью 2010 г. произошло отделение дистальной части с образованием промоины шириной более 600 м. К лету 2011 г. максимальная глубина в промоине достигла 3 м. Образовавшийся остров в настоящее время имеет площадь около 0,6 км<sup>2</sup> (это второй по площади остров в Черном море после о-ва Джарылгач, для сравнения площадь о-ва Змеиный в Черном море около 0,2 км<sup>2</sup>).

Как показывают текущие космические снимки (октябрь 2012 г.), он впервые существует уже в течение двух лет (рис.2). Не исключено, что Бакальская коса повторит судьбу косы Тузла в Керченском проливе. Как известно, до 1925 г. она существовала как единое целое с Таманским п-овом. В ноябре 1925 г. во время сильного шторма юго-западного румба произошел прорыв в корневой части косы. Образовалась промоина шириной до 300 м, которая уже к 1926 г. выросла до 960 м [8]. Размыв косы продолжался вплоть до 2003 г. до начала строительства защитной дамбы с российской стороны.

По нашему мнению, отделение от Бакальской косы её дистальной части осенью 2010 г. обусловлено общей тенденцией развития Бакальской косы, подробно рассмотренной нами в [9], аномально высоким уровнем моря в этот период в сочетании с активной штормовой деятельностью. Существенно, что в течение 2005 – 2010 гг. отмечалось возрастание повторяемости штормовых западных и юго-западных ветров, при существенном уменьшении повторяемости ветров северо-западных и северных румбов. Не исключено также влияние добычи песка в районе Бакальской банки, которая, по нашим данным, проводилась в течение 2009 – 2012 гг. Объем и точное место добычи нам установить не удалось.

В заключении отметим, что только систематические наблюдения за динамикой береговой линии и использование математических моделей с наиболее полным учетом природных факторов могут определить основные тенденции развития Бакальской косы и дать научно обоснованный прогноз на будущее. При этом очень важно взаимодействие с местными структурами власти и природопользования, что позволит принимать верные решения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенкович В.П.* Бакальская коса // Сб. раб. Института океанологии АН СССР.– 1955.– № 4.– С.86-101.
2. *Миходюк О.С., Герасименко Л.М., Шадрин Н.В.* Отклик гидроэкосистемы Бакальской косы (Крым) на климатические изменения: донные цианобактерии // Морской экологический журнал.– 2004.– № 4, т. III.– С.41.
3. *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.
4. *Морфология и динамика берегов Крымского полуострова между мысом Евпаторийским и пос. Портовое / Отчет о научно-исследовательской работе, Одесский государственный университет им. И.И. Мечникова, научный руководитель докт. геогр. наук Ю.Д. Шуйский.*– Одесса, 1988.– 130 с.
5. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей.– М.: Географгиз, 1958.– 374 с.

6. Горячкин Ю.Н., Харитонова Л.В., Долотов В.В. Изменчивость береговой линии северо-западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.20.– С.18-26.
7. Горячкин Ю.Н., Харитонова Л.В. Изменения береговой линии Крыма по спутниковым данным // Причерноморский экологический бюллетень «Стан та проблеми берегової зони морів України».– 2010.– вип. 1 (35).– С.122-129.
8. 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.
9. Горячкин Ю.Н., Удовик В.Ф., Харитонова Л.В. Оценки параметров потока наносов у западного берега Бакальской косы при прохождении сильных штормов в 2007 г. // Морской гидрофизический журнал.– 2010.– № 5.– С.40-49.

Материал поступил в редакцию 07.11.2012 г.

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто динаміку берегової лінії в районі Бакальської коси (північно-західний Крим). Для аналізу використовувалися старовинні карти, аерофотозйомка, космічні знімки та високоточні *GPS*-зйомки МГІ НАН України. В останні 200 років на схід і захід від Бакальської коси зазначалося відступання берегової лінії, паралельно йшов процес закриття заток пересипами. Динаміка акумулятивних утворень в районі Бакальської коси залежить від режиму хвилювання і рівня моря, у зв'язку з чим періоди переваги акумуляції змінюються періодами переважання розмиву. У нульових роках ХХІ ст. спостерігався процес відділення дистальної частини від тіла коси. Починаючи з осені 2010 р. по теперішній час дистальна частина коси являє собою острів, площа якого у Чорному морі поступається тільки о.Джарилгач.

**ABSTRACT** The dynamics of the coastline in the Bakal Spit area (north-western Crimea) is researched. The old maps, aerial photo, satellite imagery and high-precision *GPS*-survey of Marine Hydrophysical Institute were used to implement the analysis. In the past 200 years, to the east and west of the Bakal Spit, shoreline retreat is noted accompanied by the process of bays closing by the bay-bars. Dynamics of accumulative formations in Bakal Spit depends on the waves and sea level, and therefore the periods of accumulation are followed by periods of dominating erosion. In the beginning of the XXI century, the process of separating of the distal part of the spit from its body was noted. Beginning from the autumn of 2010 to the present time, the distal part of the spit is an island with its area of the Black Sea being second only to the Dzharylgach.