

Ю.Н.Горячкин

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

**МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ УЧАСТКА
АККУМУЛЯТИВНОГО БЕРЕГА ЗАПАДНОГО КРЫМА
(МЫС ЕВПАТОРИЙСКИЙ – ОЗЕРО ДОНУЗЛАВ)**

Рассмотрены геолого-геоморфологические условия аккумулятивного песчаного берега Западного Крыма от м.Евпаторийский до южной косы оз.Донузлав. Этот район побережья до настоящего времени развивался в условиях, близких к естественным, и во многом сохранил природный вид. На основании данных спутниковых и контактных измерений проведен анализ изменений береговой линии за последние 30 лет. Отмечены значительные межгодовые изменения береговой линии (как выдвигания, так и отступления) с размахом до 30 м. Наибольшие колебания характерны для северо-западной части побережья, где ширина пляжей и мощность песков на подводном береговом склоне наибольшая. Большую часть побережья можно отнести к стабильному, где значимых трендов размыва или аккумуляции не наблюдается. Отмечена связь изменений положения береговой линии с межгодовыми колебаниями уровня Черного моря. Их величина соответствует известному правилу Брууна.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *аккумулятивные берега, динамика береговой линии, уровень моря, Западный Крым*

doi: 10.22449/2413-5577-2019-3-25-36

Аккумулятивные берега Западного Крыма от м.Евпаторийский до урочища Беляус протяженностью около 40 км являются, по сути, последним крупным доступным резервом, пригодным для развития курортного хозяйства полуострова. Здесь до сих пор сохранились прекрасные песчаные пляжи, которые во многом уже утрачены к востоку от этого региона, в районе Евпатории. Поэтому оценка современного состояния берегов и их динамики имеет как практический, так и научный интерес. Последний вызван общей проблемой определения тенденций изменений береговой зоны в современный период. Большинство работ по изменчивости аккумулятивных берегов в Черном море относится к проблемным районам, в которых она вызвана вмешательством человека в естественные процессы. Однако есть публикации, посвященные естественной изменчивости, но их немного, очевидно, потому, что таких районов сохранилось относительно мало.

Так, в [1] представлены результаты изучения динамики береговой линии Анапской пересыпи (47 км) на основе анализа архивных и современных материалов спутниковой и аэрофотосъемки. Отмечено чередование участков локального размыва или аккумуляции, формирование которых связано с вдольбереговым движением наносов и динамикой прибрежного подводного вала. Выявлено, что вдоль морского берега Анапской пересыпи имеются несколько участков размыва (отступление уреза превышает 70 м за 50 лет) и относительно стабильный участок в центральной части пересыпи. Размыв

© Ю.Н.Горячкин, 2019

Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. вып.3. С.25-36.

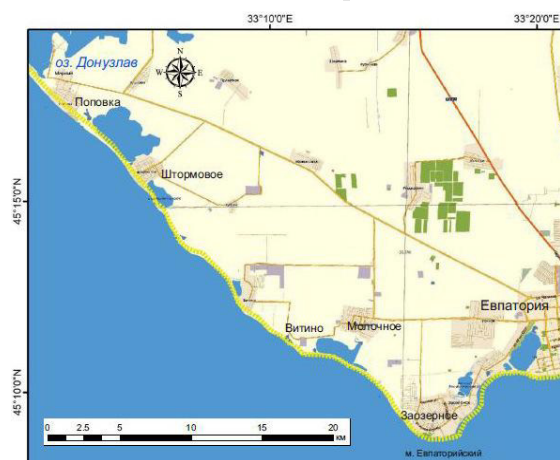
южного края Анапской пересыпи связывается с антропогенным воздействием (разрушением прибрежных авантюн и аккумуляцией песка в эоловых формах после озеленения и закрепления дюнного пояса в пределах курортной застройки Анапы). Кроме того, проведенный анализ короткопериодной динамики положения уреза показал, что величина кратковременного (до следующего шторма) смещения уреза в ту или иную сторону относительно среднего положения достигает 30 м.

В [2] содержится анализ изменений береговой линии песчаных пляжей вдоль участка побережья Черного моря (34 км) в муниципалитете Шабла (северо-восток Болгарии). Работа основана на анализе топографических карт и современных ортофотопланов. В изменениях береговой линии песчаных пляжей, на фоне межгодовых изменений, отмечена в целом тенденция к её выдвиганию (0,16 м/год между 1972 и 2011 гг.). Вместе с тем 30 % береговой линии в этот же период было подвержено размыву.

В [3] приводятся данные о динамике около 20 км аккумулятивных берегов Бакальской косы (северо-западный Крым), которая наблюдалась за последние 30 лет под влиянием, главным образом, естественных причин.

В настоящей статье рассматривается побережье от м.Евпаторийский до южной косы оз.Донузлав, протяженностью около 30 км (рис.1). Претерпевшее значительное антропогенное воздействие побережье от южной косы оз.Донузлав до урочища Беляус будет рассмотрено в другой работе.

Цель работы – зафиксировать современное состояние берегов и определить характер динамики береговой линии в отсутствие значимого антропогенного воздействия. Актуальность её мы связываем с началом освоения этой территории и возможными, в связи с этим, для неё последствиями. Материалы были собраны в ходе экспедиций Морского гидрофизического института РАН, в которых выполнялись повторное геоморфологическое описание, наблюдения за динамикой побережья с помощью тахеометрических *GPS*-съёмок и на геодезических створах. Кроме того, привлекались спутниковые и аэрофотоснимки, использовались данные морской гидрометеорологической станции «Евпатория».



Р и с . 1 . Карта побережья от м.Евпаторийский до оз.Донузлав.

Считаем необходимым отметить, что именно с рассматриваемого района, с м.Евпаторийский в августе 1945 г. стартовала первая из цикла регулярных экспедиций лаборатории океанологии АН СССР по советским берегам Черного моря во главе с основоположником береговедения в СССР В.П.Зенковичем. Эти экспедиции продолжались до 1953 г. и их данные легли в основу известных монографий, ставших настольными книгами отечественных береговедов [4, 5].

Позже, в начале 60-х гг. прошлого века у с. Поповка специально для изучения процессов в береговой зоне была построена не сохранившаяся до наших дней свайная эстакада длиной около 300 м. Некоторые результаты проведенных там работ, без ссылки на район (требования секретности), опубликованы в [6, 7]. Секретности добавлял и тот факт, что в 1960 г. в районе с. Витино был построен Центр дальней космической связи, существующий и сейчас. Главными доводами выбора места было как отсутствие здесь населенных пунктов, промышленных объектов, так и наличие самого большого количества солнечных дней в году. На сегодняшний день, кроме небольшого раздела в монографии [5], подготовленной по материалам 75-летней давности, работ, посвященных этому району, фактически нет.

Регион административно подчинен Сакскому району Республики Крым и относится к малонаселенным. В трех приморских селах – Поповка, Штурмовое (в прошлом Вознесенка, Фрунзевка) и Витино (в прошлом Аирча) в 2015 г. проживало немногим более 2000 человек (в 1915 г. – 400). В летний период за счет отдыхающих население практически удваивается. Антропогенная нагрузка на береговую зону относительно небольшая, капитальные и гидротехнические сооружения отсутствуют, за исключением свайного причала длиной 65 м на пересыпи Аирчинского озера.

Геолого-геоморфологические условия. Рассматриваемое побережье, слабо изрезанное и протянувшееся в генеральном направлении северо-запад – юго-восток, представляет собой низкую и плоскую местность, слабо расчлененную широкими и едва врезанными балками. Сложена она делювиально-пролювиальными четвертичными суглинками, ниже которых залегают понтические известняки. Морфологически берег относится к лагунно-лиманному типу, постоянные водотоки отсутствуют. Вдоль берега моря с севера на юг располагаются соляные озера: Ойбурское, Аджибайчи, Аирчинское, Конратское (в настоящее время на картах обозначающееся как Солёное). Между ними есть, по крайней мере, столько же более мелких озёр. Все они вытянуты вдоль берега моря и представляют собой лагуны, хотя Ойбурское и Конратское озера сочетают в себе лагунный и лиманный типы. Между озерами расположена полоса так называемых «засух» – понижений рельефа, покрытых слоем растрескавшегося, пропитанного солью ила. Обычно эта область отделена от моря песчаным валом в виде дюн, поросших растительностью. В период интенсивных осадков «засухи» превращаются в



Р и с . 2 . Застройка «засух» индивидуальными домами в районе оз.Аджибайчи.

мелкие озера. Тем не менее, часть «засух» уже стали застраивать (рис.2).

Профили пересыпей имеют относительно крутой склон в сторону моря и покатый в сторону озер. Типичная высота пересыпей, которые занимают почти половину протяженности побережья, 1 – 1,5 м (в [5] указывалось до 2,5 м), уровень всех озер лежит ниже уровня моря. Ширину пересыпей озер Аджибайчи и Ойбурского В.П.Зенкович определял в 300 м (середина 40-х гг. XX в.), о пересыпях Аирчинского и Конратского озера он писал, что они намного уже и волны иногда могут через них переливаться в озера [5]. В настоящее время ширина пересыпей оз.Аджибайчи 120 – 150 м, оз.Ойбурского около 130 м в центральной части и до 250 м в месте примыкания к берегам. Ширина пересыпи оз.Аирчинского 100 – 140 м, Конратского 80 – 120 м. Т.е. можно заключить, что, если верить приведенным данным, за 70 лет пересыпи двух первых озер существенно уменьшились, а двух последних увеличились, и в настоящее время ширина пересыпей всех озер приблизительно одинакова. Необходимо отметить, что в середине 80-х гг. прошлого века в восточной части пересыпи Ойбурского озера, где предполагалось разведение кефали, был прорыт проход, который впоследствии замыло. Здесь же долгое время существовал фактически незаконный карьер по добыче песка, а в 2018 г. начато строительство капитальных сооружений инкубатора мальков креветок, которое благодаря усилиям общественности удалось остановить (рис.3).

В Конратском озере в середине 60-х гг. прошлого века была построена дамба с дорогой, которая разделила озеро на две части, в результате чего восточная часть озера большую часть года представляет собой «засуху». Мощность илов в озерах, имеющих лечебную ценность, от 3 до 7 м. Западная часть пересыпи Аирчинского озера при строительстве пансионата была искусственно расширена насыпным грунтом примерно на 50 м. По всему берегу региона тянется полоса песчаных пляжей. Типичная их ширина на пересыпях озер до 100 м, в других местах – от 10 до 50 м. В целом ширина пляжей уменьшается в юго-восточном направлении. Пески состоят в основном из оолитов и битой ракушки с небольшой примесью кварца. Количество ракушки в последние десятилетия заметно уменьшилось. На урзе и пляжах, особенно в районе м.Евпаторийский, обычны скопления обломков известняков, выброшенных с морского дна. На других участках они, как правило, марки-



Р и с . 3 . Незаконный карьер и строительство инкубатора мальков креветок в восточной части Ойбурского озера.



Р и с . 4 . Вид берега к северо-западу от м.Евпаторийский в мае 2011 г. (слева), в мае 2013 г. (справа).

руют мысовые участки, где плита известняка выступает в сторону моря. Для побережья типичны эоловые формы рельефа: котловины выдувания, небольшие бугры и дюны, песок на которых очень мелкий, хорошо отсортированный. Пески продолжаются и под водой, их полоса сужается также в юго-восточном направлении и у м.Евпаторийский песка вблизи берега совсем мало. Иногда, после штормов, на пляже и на урезе он полностью исчезает, обнажая глинистое основание (рис.4).

Типичная протяженность песков на дне в районе с.Поповка составляет 300 м от уреза, у м.Евпаторийский 10 – 20 м. У пересыпей озер протяженность песков резко возрастает до 1,0 – 1,5 км. За полосой песков обычно идет известняковое дно, поросшее цистозирой (*Cystoseira barbata*), с небольшими углублениями, в которых скапливается ракушка и мелкие обломки. На известняковой плите часто располагаются пятна и поля песка мощностью от нескольких до первых десятков сантиметров. Как показывают последовательные спутниковые снимки, они мало меняют свою конфигурацию и месторасположение во времени. Подводное обследование показывает, что такие пятна соответствуют углублениям в плите. Характер песков сходен с песками пляжей, но уже глубже 5 м они более крупнозернистые и менее отсортированные. В них появляется значительная примесь обломков и цельных створок раковин различных видов моллюсков [5]. В зоне прибрежных песков обычно располагаются один или два подводных вала. Минимальная глубина на валах – первые десятки сантиметров. Протягиваясь вдоль берега, они часто меняют свое простирание, иногда подходят к берегу под углом и даже причленяются к нему, образуя перпендикулярную берегу структуру (рис.5). Сходный характер строения подводных валов отмечен и



Р и с . 5 . Причленение берегового вала перпендикулярно берегу на мысу у оз.Галгас (к юго-востоку от с.Витино).

для Анапской пересыпи [1]. Для побережья, особенно в северо-западной части типично волнообразное, фестонное строение береговой линии и подводных валов, меняющее геометрические размеры в зависимости от параметров волнения последнего значительного шторма.

В.П.Зенкович считал, что песчаные накопления рассматриваемого района входят в единую литодинамическую ячейку (оз.Донузлав – м.Евпаторийский) и находятся в равновесии с современным гидродинамическим режимом (50-е гг. XX в.). Генеральное (но слабое) перемещение наносов наблюдается в северо-западном направлении, но возможны двусторонние миграции наносов, так как широкая дуга берега открыта волнам широкого сектора [5]. С этим мнением соглашался и Ю.Д.Шуйский, отмечая возможность поступления наносов и за м.Евпаторийский в одноименную бухту, при сильных западных и северо-западных штормах [8].

Гидрометеорологические условия. Во все месяцы преобладают штормовые ветры (≥ 10 м/с) в основном от северо-восточного направления. Вместе с тем, на переформирование пляжей оказывают влияние, прежде всего, штормовые ветры от западного, юго-западного и южного направлений. Наиболее часта их повторяемость с ноября по март. Хотя и редко, но они могут наблюдаться в июле – августе. Наибольшая повторяемость случаев самых жестоких штормов, когда волнение развивается до 6 – 7 баллов, соответствует юго-западному и южному направлениям (по 0,02 %). За последние 50 лет волнение, превышающее 3,5 м, наблюдалось три раза: два случая от юго-запада, причем один из них до 5 м (ноябрь 1981 г.), и один раз от южного направления. Высоты волн свыше 2 м наблюдались 34 раза, из них 69 % от юга и юго-запада. Максимально возможная высота волны, наблюдаемая раз в 50 лет, составляет 5 м. Шестидесятые годы XX в. характеризовались относительно низкой волновой активностью. С начала 80-х гг. она стала возрастать и в начале нулевых годов XXI в. достигла максимума. Особенно интенсивной она была в 2001 и 2007 гг. После этого последовал спад штормовой волновой активности.

Режим прибрежных течений определяется, в первую очередь, системой господствующих ветров. По данным наблюдений в районе с.Поповка на глубинах до 10 м при наиболее часто повторяющихся северо-восточных и восточных ветрах формируется вдольбереговое, направленное против часовой стрелки, течение. При сильных ветрах южных, юго-западных и западных румбов поверхностные течения направлены в противоположную сторону. На перемещение донного материала влияют, прежде всего, волновые течения, формирующиеся в период штормов.

Динамика береговой линии по контактными данным. О том, что берег размывается и, следовательно, отступает, указывалось в 50-х гг. прошлого века, при этом отмечалось наличие на побережье у с.Витино небольшого глинистого клифа, а на морском дне – глинистого бенча шириной до 50 м [5]. По другим участкам побережья никаких данных в этой работе не приводилось. По существу, первая сводка об изменчивости береговой линии Крыма по данным измерений на створах содержится в [9], где обобщены данные наблюдений различных ведомств до начала 70-х гг. прошлого столетия и приводится соответствующая карта. На ней на рассматриваемом

побережье указываются величины отступления берега на упомянутом выше клифе в районе с.Витино в пределах 0,6 – 0,9 м/год с максимальной величиной 2 м/год; в районе м.Евпаторийский отступление в пределах 2,0 – 3,7 м/год с максимальной величиной 15 м/год. Спустя 30 лет опубликована новая карта, где приведены средние скорости абразии или аккумуляции за 1960 – 1994 гг. [10]. В ней приведены по сути те же значения, что и в предыдущей. К сожалению, в описании обеих карт не приводятся данные о дискретности, методике измерений и конкретных годах, в которых они производились, что снижает ценность карт. Позже, из сопоставления карт Ю.Д.Шуйский получил величину отступления клифа у с.Витино 32,85 м между 1936 – 1988 гг. со средней скоростью 0,63 м/год [8]. В этом случае значения были приведены с точностью до сантиметра, что трудно себе представить, учитывая масштаб карт и точность привязки. Собственно, этим и исчерпываются опубликованные до настоящего времени данные по динамике рассматриваемого побережья; все они касаются участка побережья у с.Витино и м.Евпаторийский.

Короткий ряд ежегодных наблюдений ведомственной станции Евпаторийского терсовета за 1983 – 1987 гг. показывает, как наличие стабильных пляжей, где изменения не превышали ± 1 м (с.Витино, с.Молочное), так и их отступление (м.Евпаторийский – 1,5 м/год, с.Поповка – 2,9 м/год). В с.Штормовое изменения достигали ± 10 м/год. Однако измерения проводились в разные периоды года, что снижает их репрезентативность. По этим же данным в 1995 – 1998 гг. на створе у с.Поповка ширина пляжа изменялась в пределах от + 6 до – 14 м от среднего положения.

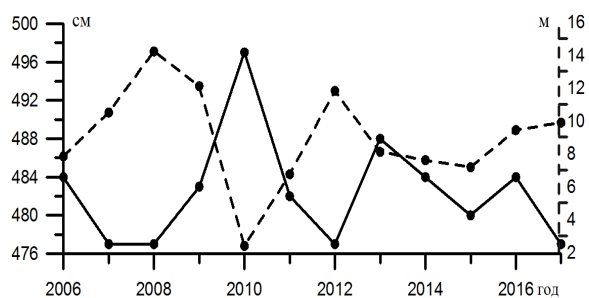
По эпизодическим данным ГУП «Крымгеология», на створе у северо-западной границы пансионата «Фотон» (м.Евпаторийский) с 2005 до 2014 гг. бровка абразионного уступа отступила на 7 м. Ширина пляжа изменялась от 13 – 14 м (сентябрь 2005 г., ноябрь 2007 г.) до 6 м (февраль 2007 г., апрель 2014 г.). Временами пляжные накопления отсутствовали, и обнажался глинистый бенч. В створе на пересыпи Аирчинского озера (150 м от причала) с 2002 г. ширина пляжа изменялась в отклонении от средней от – 4 до + 3 м, но в целом оставалась стабильной. В с.Витино на створе в конце ул.Гагарина высота клифа составляет 2,5 м. Отступление бровки клифа: 1,50 м в 2005 – 2008 гг.; 0,30 м в 2008 – 2011 гг.; 0,35 м в 2011 – 2014 гг. Среднее отступление бровки клифа за 9 лет составило 0,13 м/год. Ширина пляжа изменялась в пределах от 7 – 8 до 12 м.

Высокоточные *GPS*-съемки береговой линии в районе м.Евпаторийский, выполненные Морским гидрофизическим институтом РАН в 2011 – 2016 гг., показали значительные межгодовые колебания её положения в пределах до 15 м, с тенденцией к отступанию. По измерениям на створе у северо-западной границы пансионата «Фотон» между 2005 и 2014 гг. берег отступил на 12 м. В 2014 – 2017 гг. тенденция изменилась, за это время береговая линия выдвинулась в среднем на 5 м. Анализ спутниковых данных показал, что на отдельных участках размыв составил до 3,5 м/год. При этом наибольшие изменения произошли между 2004 и 2006 гг.

Наиболее продолжительным и репрезентативным к настоящему времени является ряд наблюдений на шести створах у сел Поповка, Штормовое, Витино и Молочное в период с 2006 по 2017 гг. Ежегодные измерения проводи-

лись в октябре, по большей части в середине месяца, перед началом зимнего штормового сезона, т.е. до некоторой степени отфильтровывали сезонную изменчивость. Анализ этих данных показал, что на всех створах отмечается значительная межгодовая изменчивость положения береговой линии. В среднем размах колебаний составляет около 20 м, изменяясь от 34 м у с.Поповка до 11 м у с.Витино (положение уреза, а не кромки клифа). За исключением створа у с.Штормовое, где с 2010 г. отмечается устойчивая тенденция увеличения пляжа (2,7 м/год), каких-либо статистически значимых трендов не обнаружено. Обращает на себя внимание синхронное уменьшение ширины пляжей на всех без исключения створах в 2010 г., когда наблюдался максимальный уровень Черного моря за весь период наблюдений с 1875 г.

Для оценки влияния изменений уровня Черного моря на динамику береговой линии воспользуемся данными наблюдений на створах. Для сравнимости данных вычтем из каждого ряда его минимальное значение и усредним по всем пунктам и створам (в пунктах Штормовое и Витино по два створа). Полученный после этого ряд представляет собой, при известном допущении, величину межгодовых колебаний положения береговой линии на данном участке побережья. Совмещенный с этим рядом график изменений уровня Черного моря в октябре показан на рис.6.



Р и с . 6 . Межгодовая изменчивость уровня Черного моря (—) и береговой линии на участке м.Евпаторийский – с.Поповка (- - -).

Обращают на себя внимание межгодовые колебания уровня моря и береговой линии в период с 2006 по 2013 гг., когда их размах был наибольшим. В этот период наблюдались выраженные противофазные изменения обоих параметров. Высокому стоянию уровня моря соответствовало отступление береговой линии и наоборот. Несмотря на различную дискретность измеряемых параметров, можно предположить их связь. В период минимальных изменений такая связь не выражена.

Для прогноза изменений песчаных пляжей под действием изменений уровня моря в научной литературе и инженерной практике используется так называемое «правило Брууна» (*Bruun rule*). Оно предложено в [11] и в дальнейшем развито и дополнено как другими исследователями, так и самим автором [12]. Проверка этого правила на многочисленном фактическом материале, главным образом, для берегов США и Австралии показала, что изменение береговой линии песчаных берегов под влиянием колебаний уровня в большинстве случаев составляет от 0,3 до 1,0 м на 1 см уровня. В нашем случае отклик береговой линии на 1 см изменения уровня моря составляет 0,5 – 0,6 м, что соответствует правилу Брууна. Ранее нами было показано, что в Каламитском заливе нижняя оценка такого отклика составляет около 0,3 м [13].

Динамика береговой линии по спутниковым данным. Сделанный нами ранее анализ спутниковых данных (*Landsat*) путем оцифровки и сравнения

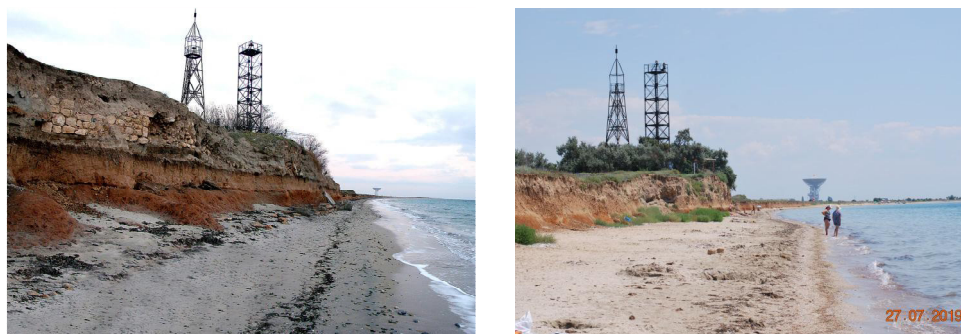
береговых линий показал, что в период 1986 – 2009 гг. на отрезке оз.Донузлав – м.Евпаторийский отмечалось чередование зон нарастающих и отступающих берегов. Однако большую часть береговой линии составляли стабильные берега, к которым мы относили побережье, где изменения не превышали величину разрешения снимков (15 – 30 м). Подсчет их протяженности на отрезке оз.Донузлав – м.Евпаторийский показал, что таких участков 75 %. На 9 % берега выдвигались, на 16 % отступали [14, 15]. Характерно, что участки с отступающим берегом были приурочены к мысам, а с нарастающим – к вогнутостям берега, что возможно обусловлено процессом выравнивания берега.

В [16] нами была предложена, в отличие от традиционной, методика анализа изменений береговой линии по спутниковым данным *Landsat* с использованием комбинации инфракрасных каналов 2-х разнесенных во времени изображений, которая в итоговом изображении одного и того же района побережья даёт участки отступления и выдвижения берега. Применение этой методики к району оз.Донузлав – м.Евпаторийский показало, что между 1988 и 2013 гг. отмечено чередование выдвижения и отступления берега с преобладанием последнего. Однако повсеместно изменения не превышали 1 пиксел.

Более детально и с большей точностью (хотя и за меньший период) определяются изменения береговой линии в период 2003 – 2016 гг. по данным спутниковых снимков сверхвысокого разрешения (0,6 м на пиксел). Все анализируемые снимки были отобраны для теплого периода года, когда изменчивость относительно невелика из-за слабой штормовой деятельности. Точная привязка снимков вне населенных пунктов затруднена из-за отсутствия ориентиров. Поэтому для этих районов проводился расчет изменений береговой линии путем вычисления изменения площади участков берега от прибрежной дороги до уреза. При всех возможных ошибках такой методики сравнение показало результаты, близкие к данным снимков *Landsat*. Максимальные изменения отмечались к западу от м.Евпаторийский и к западу от безымянного мыса вблизи оз.Соленого (район с.Молочное). При этом наибольшие изменения произошли между 2004 и 2006 гг. (отступление до 8 м). В период 2013 – 2016 гг. тенденция сменилась, за это время берег выдвинулся в среднем на 6 м. Такие изменения обычны при двусторонних миграциях наносов.

Более точные результаты можно получить для береговых линий у сел, где можно сделать более точную привязку. Так, анализ береговых линий, полученных со спутников сверхвысокого разрешения в районе с.Поповка в 2003 – 2016 гг., показал знакопеременную их изменчивость в пределах 5 – 20 м. Сравнение аэрофотоснимка 1969 г. со спутниковым изображением 2016 г. показало, что по отношению к 1969 г. в 2016 г. берег отступил на 20 – 25 м в юго-восточной части села и остался почти неизменным в северо-западной. Но нужно отметить, что снимок 1969 г. имеет очень мало ориентиров для точной привязки из-за значительной застройки в последние десятилетия, поэтому привязка может быть и не вполне корректной.

Анализ береговых линий, полученных со спутников сверхвысокого разрешения 2003 – 2016 гг. в районе с.Штормовое, показывает, так же как в районе с.Поповка, знакопеременную их изменчивость в пределах 5 – 20 м. Для этого участка также имелся аэрофотоснимок 1969 г. По отношению к нему к



Р и с . 7 . Участок побережья с глинистым клифом у с.Витино: ноябрь 2007 г. (слева), июль 2019 г. (справа).

2016 г. береговая линия отступила на расстояние от 10 до 30 м.

На участке берега у с.Витино до 2010 г. отмечалось уменьшение пляжа на фоне отступления клифа, а в период 2010 – 2016 гг. берег выдвинулся в среднем до 10 м. Вместе с тем, как показывают визуальные наблюдения, такие изменения здесь не редкость. Перед глинистым клифом высотой до 5 – 6 м пляж постоянно меняет ширину. Сам абразионный выступ активно разрушается, что угрожает маяку. Культурный слой археологического памятника IV в. до н.э., который обнажил отступающий берег, уже в значительной мере утрачен (рис.7). Анализ космических снимков за 2003 – 2016 гг. даёт среднюю величину отступления клифа 0,3 м/год, при этом наибольшие изменения произошли между 2003 и 2007 гг.

Так же, как и в районе с.Витино, у с.Молочное между 2010 и 2016 гг. в среднем берег выдвинулся на 8 м, максимально – до 18 м. Однако до 2010 г. конфигурация берега была близка к соответствующей в 2016 г.

Часто высказываемые в печати мнения отдельных «общественных экологов» о значительном сокращении пляжей рассматриваемого района и г.Евпатории, обусловленном добычей песка в оз.Донузлав, не находят подтверждения фактическими данными. Они свидетельствуют о том, что размывы берега локализовались в районе южной и северной кос оз.Донузлав в периоды строительства и периодически проводимого углубления фарватера через Донузлавскую пересыпь. Впрочем, нельзя исключать определенного долговременного влияния этого фактора на все рассматриваемое побережье. Но об этом более подробно будет идти речь в следующей статье, посвященной побережью от южной косы Донузлава до урочища Беляус.

Выводы:

- рассмотренный район побережья до настоящего времени развивался в условиях, близких к естественным, и во многом сохранил природный вид;
- контактные и спутниковые данные свидетельствуют о значительных межгодовых изменениях береговой линии (как выдвигения, так и отступления) с размахом до 34 м;
- наибольший размах межгодовых колебаний береговой линии характерен для северо-западной части побережья, где ширина пляжей и мощность песков у берега наибольшая;
- в целом значимого тренда изменений береговой линии всего побе-

режья, за исключением отдельных участков (Витино, м.Евпаторийский), в последние 30 лет не отмечается;

- отступление глинистого клифа у с.Витино составляет около 0,3 м/год, при этом ширина пляжа испытывает межгодовые колебания;
- наблюдается связь изменений положения береговой линии со значительными межгодовыми колебаниями уровня Черного моря;
- за последние 70 лет ширина пересыпей оз.Ойбурское и Аджибайчи существенно уменьшились, а Аирчинского и Конратского увеличились.

В заключение отметим, что для этого побережья наступает ответственный этап его активного освоения, т.к. участки земли у побережья распаиваны и получили свой кадастровый номер. Кое-где уже начато строительство, а на многих девственных участках побережья стоят транспаранты с надписью «продаю». Важно не допустить ошибок природопользования, сохранить рекреационные свойства этого побережья. К сожалению, наш опыт говорит, что это напрасные надежды и очень скоро мы столкнемся с проблемами, нами же созданными.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0827-2019-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крыленко В.В.* Динамика морского берега Анапской пересыпи. // *Океанология.*– 2015.– т.55, № 5.– С.821-828.
2. *Stanchev H., Stancheva M., Young R., Palazov A.* Analysis of shoreline changes and cliff retreat to support Marine Spatial Planning in Shabla Municipality, Northeast Bulgaria // *Ocean & Coastal Management.*– 2018.– № 156.– P.127-140.
3. *Горячкин Ю.Н., Харитонова Л.В.* Динамика береговой линии в районе Бакальской косы // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.*– 2018.– вып.4.– С.22-30.
4. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей.– М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1958.– 373 с.
5. *Зенкович В.П.* Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т.2.– М.: Изд. АН СССР, 1960.– 216 с.
6. *Косьян Р.Д., Пыхов Н.В., Филиппов А.П.* Вертикальное распределение концентрации и состава взвешенных наносов в зоне разрушения волн // *Океанология.*– 1978.– т.XVIII, вып.6.– С.1064-1069.
7. *Долотов Ю.С., Шадрин И.Ф., Юркевич М.Г.* О динамике рельефа подводного берегового склона, сложенного ракушечным материалом // *Новые исследования береговых процессов / Отв. ред. В.П.Зенкович.*– М.: Наука, 1971.– С.110-119.
8. *Шуйский Ю.Д.* Основные закономерности морфологии и динамики западного берега Крымского полуострова // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.13.– С.62-72.
9. *Шуйский Ю.Д.* Процессы и скорости абразии на украинских берегах Черного и Азовского морей // *Изв. АН СССР. Серия географ.*– № 6.– 1974.– С.107-117.
10. *Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.Д.* Карта средней скорости абразии и аккумуляции. 1960 – 1994 гг. // *Атлас охраны природы Черного и Азовского морей / Гл. ред. Л.И.Митин.*– СПб.: ГУНиО МО Российской Федерации, 2006.– С.44.

11. *Brunn P.* Sea level rise as a cause of shore erosion // *J. Waterways and Harbours Division, American Society Civil Engineers.*– 1962.– 88.– P.117-130.
12. *Brunn P.* The Bruun Rule of erosion by sea level rise // *J. Coast. Res.*– 1988.– 4.– P.627-648.
13. *Горячкин Ю.Н.* Отклик аккумулятивных берегов Каламитского залива на изменения уровня моря // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– вып.25, т.1.– С.73-82.
14. *Горячкин Ю.Н., Харитонов Л.В.* Изменения береговой линии Крыма по спутниковым данным // *Причерноморський екологічний бюлетень «Стан та проблеми берегової зони морів України».*– 2010.– вип.№ 1 (35).– С.122-129.
15. *Горячкин Ю.Н., Долотов В.В.* Изменения береговой линии аккумулятивных берегов западного Крыма // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– вып.25.– С.8-18.
16. *Горячкин Ю.Н., Станичная Р.Р., Станичный С.В.* Методика анализа изменчивости береговой линии по спутниковым данным // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря.*– 2016.– вып.1.– С.24-30.

Материал поступил в редакцию 30.07.2019 г.

Yu.N.Goryachkin

INTERANNUAL VARIABILITY OF COAST LINE OF THE ACCUMULATIVE WESTERN CRIMEA COAST (THE YEVPATORIYSKY CAPE – THE DONUZLAV LAKE)

The geological and geomorphological conditions of the accumulative sandy coast of the Western Crimea located from the Yevpatoriysky Cape to the southern spit of the Donuzlav Lake are considered. This coast has so far developed in natural conditions and has preserved its natural appearance in many respects. Based on satellite and contact measurements, the coastline changes in the last 30 years have been analyzed. Significant interannual changes in the coastline (erosion and accumulation) with a range of up to 30 m were noted. The maximal fluctuations are characteristic in the northwestern coast, where there are the largest beach width and sand thickness on the underwater coastal slope. The most part of coast can be classified as stable, where there is no significant erosion or accumulation trends. It is noted that the coastline location is changed with interannual fluctuations of the Black Sea level. Their value corresponds to the well-known Bruun rule.

KEYWORDS: accumulative coasts, coastline dynamics, sea level, the Western Crimea