

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЯЖЕЙ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

С.И. Казаков, А.С. Богуславский, Е.М. Лемешко, И.Г. Берзова

ФГБУН Черноморский гидрофизический полигон РАН, 298688, п.г.т. Кацивели, Респ. Крым
E-mail: science@bshpg-ras.ru

Рассмотрены ключевые процессы и факторы формирования пляжей Южного берега Крыма как важного целевого элемента структуры геоэкологического мониторинга берегов Крыма.

Ключевые слова: пляжи, геологическая среда, эрозия, абразия, устойчивость берегов, уровень моря, геоэкологический мониторинг

Введение. Изучение процессов формирования и деградации пляжей составляет важный раздел в исследованиях состояния морских берегов и динамики береговых наносов. Наиболее полное описание состояния берегов и пляжей Южного берега Крыма (ЮБК) впервые выполнено В.П.Зенковичем [1]. Особенности современного состояния берегов Крыма и их исторические изменения рассматривались в работах Ю.Н. Горячкина, В.В. Долотова, В.Ф. Удовика [2, 3], В.А. Иванова, М.С. Орловой [4] и других авторов.

Для территории Южного берега Крыма (ЮБК) – от г. Алушта на востоке до мыса Фиолент на западе – характерны берега абразионно-бухтового типа с немногочисленными галечными пляжами в бухтах. Отсутствие песчаных пляжей определяется характером контакта горной страны с морем – приглубыми берегами с крутыми склонами, подверженными усиленному абразионному воздействию.

Как зона рекреации и интенсивного строительства береговых объектов инфраструктуры, территория ЮБК подвержена высоким антропогенным нагрузкам.

В указанных выше условиях немногочисленные естественные галечные пляжи ЮБК остаются не только защитным барьером берегов и инфраструктуры со стороны моря, но и имеют высокий рекреационный потенциал в силу природной привлекательности и гармоничного сочетания особенностей ландшафта, моря и климата [4].

Не меньшего внимания заслуживают и искусственные пляжи берегоукрепи-

тельных сооружений (бунирования), занимающего 40% длины береговой линии ЮБК от Алушты до Балаклавы, которые имеют значительно меньший потенциал восполнения вследствие нарушения природного поступления пляжеформирующих материалов (ПФМ) и естественного характера сезонной прибрежной циркуляции донных наносов.

Характерной особенностью процессов формирования пляжей ЮБК как объектов зоны сопряжения суши и моря является их тесная взаимосвязь с проявлениями опасных в геоэкологическом отношении природных процессов: землетрясений, оползней, осыпей, обвалов, селей, штормов, абразии.

Значительное влияние на состояние берегов и пляжей оказывают и антропогенные воздействия: отбор гальки на строительные нужды, подрезка и террасирование береговых склонов, застройка берегов и тальвегов водотоков, лесные пожары, подтопление берегов при утечках из водоводов, загрязнение вод прибрежной акватории, и др.

Формирование пляжей и их физическое состояние в целом определяется балансом поступления и выноса ПФМ, а также их переработкой (преобразованием) в зоне пляжа в результате активных высокоэнергетических процессов взаимодействия трех сред – суши, моря и атмосферы. Интенсивность и направленность этих процессов влияют на комплекс морфометрических параметров пляжа: ширину, протяженность, мощность, распределение гранулометрического состава пород ПФМ в зоне сопряжения суши и моря вдоль и поперек береговой линии. С другой стороны, состав

и свойства пород (твёрдость, абразивность), размер, форма и окатанность гальки [5], свидетельствуют об «истории» пляжа – его происхождении (источниках ПФМ), длительности кругооборота ПФМ в зоне пляжа, определяющей его устойчивость во времени.

Таким образом, состояние пляжей, определяемое комплексом перечисленных показателей, может служить своего рода «барометром» экологического состояния берегов и должно рассматриваться как важный целевой элемент системы их комплексного геокологического мониторинга.

Основные факторы формирования и деградации галечных пляжей ЮБК были предварительно рассмотрены в работе [6] с разделением их на 3 группы – геологические, морские и атмосферные – в соответствии с тремя основными средами, взаимодействующими в зоне пляжа.

В настоящей работе более детально охарактеризованы динамические процессы формирования пляжей ЮБК с точки зрения их природных механизмов, в частности, связь пляжеформирующих процессов с изменениями уровня моря.

Природные ПФМ пляжей ЮБК представляют собой обломочный материал твердых горных пород, который высвобождается и привносится из мест естественного залегания в геологической среде берегов в прибойную зону в результате процессов денудации и эрозии.

Факторами источника ПФМ являются состав и залегание их пород в геологической среде берегов и дна прибрежной акватории.

Наиболее характерными породами ПФМ пляжей ЮБК являются:

- обломочный материал верхнеюрских известняков разных размеров от крупнозернистого известнякового песка, дресвы и щебня (0,01 – 01 м) до крупных скальных блоков размером 10 м и более в составе: береговых делювиальных отложений массандровской свиты (древние оползни Кацивельский, понизовский древние оползни), рис. 1;

- береговых участков скал и осыпей Главной гряды Крымских гор, (м. Сарыч, м. Аяя, бухта Ласпи);

- осыпи, береговые скальные и валунные нагромождения известняковых

massivov-ottorzhenzev: Адаллары, г. Могаби, Массандровский массив, г. Кошка, Панея, Дива, Лебединое крыло;

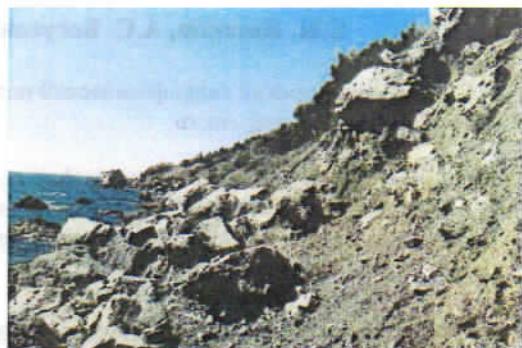


Рис. 1. Обломочный материал верхнеюрских известняков в береговом обрыве и полосе прибоя естественного участка берега территории ЧГП (Кацивели)

- обломочный материал сланцево-песчаникового делювия береговых и русловых обнажений таврической формации (западная часть ЮБК от Фороса до Лименской бухты), рис. 2;

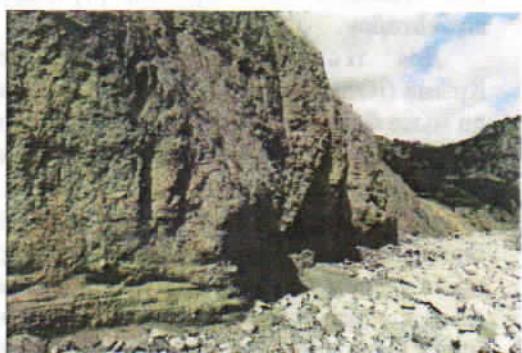


Рис. 2. Береговой обрыв и обломочный материал сланцево-песчаникового делювия пляжа восточной части Лименской бухты

- обломочный материал изверженных пород: Лименской вулканической группы (г. Пиляки, г. Хыр), вулканических групп Кастрополя и мыса Фиолент: андезито-базальтовые лавы и их туфы, пестрые яшмы преимущественно коричневатых и зеленоватых оттенков, роговики, кварцы, туфопесчаники, диориты, и др.;

- обломочный материал интрузивных массивов и даек (альбиты, диабазы) г. Кастьель, Аю-Даг, дайки Лименской и Кастропольской вулканических групп.

Среди первичных ПФМ древних оползней и вулканических групп встречается древняя галька (палеогалька), выносимая в результате выветривания галечников и конгломератов, а также вулканогенная галька (туфы, туфопесчаники, и др.), часто с центрально-оболочечной структурой, характерной для вулканических бомб, метаморфизированных образований древних грязевых вулканов с сердцевиной древних осадочных пород, рис. 3.



Рис. 3. Валунная палеогалька туфопесчаника в береговом обрыве (территория ЧГП, Кацивели)

Попадая в зону пляжа, обломки пород ПФМ включаются в процесс окатки, постепенно превращаясь в гальку. По мере окатки, углы обломков породы сглаживаются, и галька приобретают все более округлую форму, которая для большинства образцов пород стремится к форме трехосного эллипсоида с различными значениями коэффициентов вытянутости (отношения длинной оси к средней), и сжатости (длинной оси к меньшей). При этом решающее влияние на время окатки гальки имеет ее твердость, а на конечную форму – объемное распределение (анизотропия) твердости породы [5]. Важным параметром, ускоряющим процесс окатки и измельчения привнесенных в пляж обломков ПФМ, является преобладание в теле пляжа выскоабразивных пород (порфиры, диориты, гранодиориты, крупнозернистые песчаники) над низкоабразивными (известняки, мраморы, аргиллиты, алевролиты).

Геологические процессы и факторы, определяющие поступление ПФМ в зону пляжа из геологической среды и их вынос, детально охарактеризованы в работе [6]. Перечислим их вкратце ниже.

Тектоника и сейсмичность. Субмеридиональные разломные зоны [7], являясь глубинной основой овражно-балочной сети и оползнево-селевых бассейнов, определяют преимущественные направления потоков массы наносов в направлении «суша–море». Места их пересечения с береговой линией соответствуют участкам поступления ПФМ в прибойную зону.

Экстремальные сейсмособытия [8], такие как катастрофическое землетрясение 1927 г., могут приводить к масштабной перестройке геологической среды береговой зоны – изменению конфигурации береговой линии, ссыпям, обвалам и оползням береговых горных массивов, затоплению берегов. Следствием этих катастрофических изменений может быть исчезновению старых и появлению новых пляжей. Частые незначительные землетрясения (до 4 баллов) обычно не приводят к заметным подвижкам и трансформации берегов и пляжей, однако приводят к активизации денудационных процессов – оползней, ссыпей, селей, обвалов берегов. Таким образом, относительно слабые землетрясения являются фактором, способствующим поступлению ПФМ в зону пляжей.

Геоморфология берегов и морского дна прибрежной акватории. Определяющими геоморфологическими параметрами береговой зоны в отношении процессов переноса ПФМ следует отметить: крутизну берегового склона, высоту береговых обрывов, глубину вреза и густоту эрозионной сети, форму и извилистость береговой линии, экспозицию бухт и направление оси мысов по отношению к направлению господствующих ветров и прибрежных течений.

Важным фактором геоморфологии морского дна прибрежной акватории, в отношении процессов формирования пляжей, является подводная долино-каньонная сеть (ПДКС), которая в большинстве случаев является подвод-

ным продолжением речной сети суши. В результате сейсмоакустических исследований прибрежного рельефа дна В.И. Мельником [9] обнаружены значительные потоки наносов, в том числе крупнообломочной фракции, валунов и галек из конусов выноса рек в подводные каньоны и далее в глубоководную часть моря. Таким образом, наличие ПДКС является фактором разгрузки галечного материала пляжей.

С гидрологической точки зрения, основной особенностью исследуемого района является наличие карстовых водосборов на плато яйлы. Разгрузка подземных карстовых вод из родников предгорной части береговой зоны формирует относительно стабильную во времени компоненту стока водотоков. Выходы подземных вод в песчано-глинистых и суглинистых оползневых отложениях и породах таврической серии береговой зоны являются фактором развития оползней и селей, привносящих обломочный материал пород ПФМ в зону пляжа.

Инженерно-геологические условия характеризуются высокой оползневой активностью. По данным Ялтинской инженерно-геологической партии на Южном берегу Крыма насчитывается до 800 активных оползней, многие из которых достигают береговой линии, принося в тело оползней обломки твердых пород ПФМ в зону прибоя и обеспечивая приходную компоненту в балансе пляжей. Активные оползни приводят к снижению рекреационной ценности пляжей, а часто и к разрушению объектов прилегающей инфраструктуры – дорог, построек, и т.п.

Гидрологические условия ЮБК характеризуются весьма неравномерным режимом стока рек и водотоков, большими углами падения – до 60–70 м/км и высокими скоростями потока в паводковый период – до 5 м/с и более. Максимальный паводковый расход наибольших рек ЮБК (Учан-Су, Дерекойка, Улу-Узень, Демерджи) достигает 40–60 м³/с. Значения среднегодового расхода при этом составляют всего 0,2–0,5 м³/с [10]. По данным В.В. Мельника [9] в паводки происходит селевой вынос твердого материала пород, в котором

преобладает крупнообломочная фракция – валуны размером до 1500 мм (до 20%), палеогалька и речная галька 10–100 мм (до 65%), гравий 2–10 мм (до 10%). Твердый сток рек и водотоков составляет наиболее значительную компоненту выноса пород ПФМ в прибойную зону.

Морские процессы и факторы взаимодействия суши и моря – волнение, режим прибрежных течений, сгонно-нагонные явления, и определяемый этими факторами режим переноса донных наносов оказывают непосредственное влияние на формирование и деградацию пляжей.

При низкой интенсивности выноса твердого материала с абразионного берега в море процесс абразии со временем естественным образом затухает по мере формирования пляжей, валунных или глыбово-скальных (при обвальной абразии) берегов. Под действием сезонной смены сгонно-нагонных ветров в зоне пляжа, и подводной склоновой террасы в течение годового цикла происходит нормальный кругооборот гальки, который может нарушаться при аномальных штормах или в результате антропогенных воздействий.

Анализ динамики придонных потоков вод, и, следовательно, донных наносов, в направлении «берег–море» и обратно для условий берегов Крыма [11] приводит к выводу, что наибольший вынос ПФМ из зоны пляжей в море происходит при штормовых нагонных (восточных и юго-восточных) ветрах. У берегов ЮБК продолжительные ветры этих направлений, достигающие штормовой силы (до 20 м/с) обычно дуют в весенне-летний период, что обусловлено значительным контрастом прогрева воздушных масс над морем и сушей. Во время таких нагонных ветров суммарное ветровое и волновое повышение уровня моря у берега может составлять от нескольких десятков сантиметров до метра и более, что приводит к развитию мощной оттоковой компоненты придонного течения, направленной в море и перемещающей гальку на более глубокие горизонты. При этом важную роль играет механизм *разрывных течений*, определяемый рельефом дна подводного склона у

береговой линии. В моменты поднятия гальки с дна под действием «откатной» компоненты волн и придонной компоненты прибрежного потока, направленной вдоль береговой линии, происходит одновременная миграция гальки вдоль берега в направлении ветра и прибоя (с востока на запад).

Противоположная картина имеет место при сгонных (западных и юго-западных) ветрах или мертвый зыби, в результате которых происходит обратный перенос донных наносов придонным течением в сторону берега, и вос-

становление пляжей. Для Южного берега Крыма характерны летние сгоны в середине июня. В зимний период в отдельные годы наблюдаются мощные юго-западные циклонические штормы (январь 1931 г., январь 1966 г., ноябрь 1991 г.), прибой от которых достигает большой разрушительной силы.

Можно заметить, что восстановление пляжа в большинстве бухт и межбунных промежутков ЮБК при юго-западных сгонных ветрах происходит преимущественно в их западной части, рис. 4.

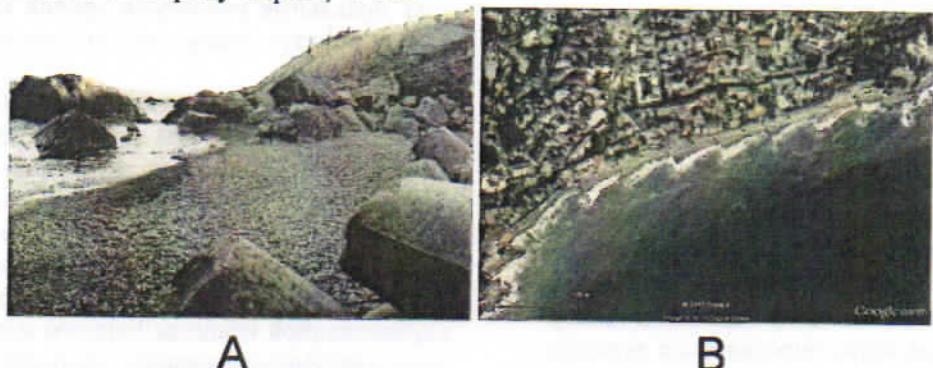


Рис. 4. А – Восстановленный после сгонов природный пляж на восточном берегу Лименской бухты. В – Асимметрия межбунных пляжей Массандры (космоснимок)

Причина этого явления заключается в том, что западный ветер и прибой, обрушающийся на восточный берег бухты, создает там частичный нагонный эффект, и, следовательно, направленную к западу вдольбереговую компоненту придонного течения в бухте, что способствует выжиманию возвращающегося со стороны моря потока наносов к ее западному берегу.

Таким образом, донные наносы движутся придонной компонентой течения, возникающей под действием градиента гидростатического давления. Локальные области с относительно высоким уровнем моря у берегов образуются вследствие ветрового или волнового нагона, а в прибрежной акватории и открытом море – при прохождении над морской поверхностью воздушных масс (циклонов) с низким атмосферным давлением.

В течение годового цикла максимумы уровня Черного моря у берегов наблюдаются в мае-июне, а минимумы –

с октября по февраль для разных береговых пунктов наблюдения. В северо-западной части моря амплитуды годовых колебаний уровня достигают 2 м, а в устьях рек – до 4 м.

У приглубых берегов ЮБК и Кавказа наблюдается повышение уровня в результате ветрового и волнового нагона до 50 см, а у отмелых берегов северо-западной части моря – до 2 м. Сейшевые и приливные вариации достигают соответственно 60 и 10 см.

Разницу между атмосферным давлением над некоторым участком акватории площадью S и средним атмосферным давлением над морем P_a можно определить формулой

$$\Delta P = P_a - \frac{1}{S} \iint P(x, y) dx dy.$$

Соответствующее этой разнице локальное повышение уровня моря Δh можно рассчитать в предположении, что -1 mB ΔP соответствует $+1 \text{ см} \Delta h$. Таким образом, с изменением атмосферного давления над морем в значительной сте-

пени меняется и уровень моря. Например, в середине ноября 1992 г. по направлению Стамбул – Севастополь прошел мощный циклон с падением атмосферного давления в центре на 25 мВ. Соответствующее повышение уровня моря у юго-западного берега Крыма составило 25 см. В действительности это повышение было более значительным за счет ветрового и волнового нагона.

В весенний период атмосферное давление над берегом определяется разницей температур между поверхностями суши и моря. В первом приближении связь между давлением и температурой определяется уравнением муссонного поля Шулейкина [11]:

$$\text{grad}P = -\bar{P} \text{ grad}T,$$

где P и T – среднее атмосферное давление и приповерхностная температура соответственно, а \bar{P} – постоянная. Для Черного моря $\bar{P} \approx 1,6 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$. Расчеты показывают, что часть годовой амплитуды уровня моря, определяемая термобарическими процессами в атмосфере, для северо-западной акватории Черного моря достигает половины величины наблюдаемой амплитуды. При этом теоретический минимум амплитуды совпадает во времени с наблюдаемым [12].

В отличие от кратковременных вариаций уровня моря при сгонно-нагонных явлениях, постоянно действующим фактором, оказывающим влияние на динамику пляжей, является *среднемноголетнее повышение уровня моря*.

Изучение долговременных изменений уровня моря осложняется вертикальными движениями земной коры в пунктах наблюдения. Тем не менее, средняя по длине рассматриваемой береговой линии абсолютная вертикальная отметка пунктов наблюдения уровня моря изменяется незначительно, поскольку в одних пунктах наблюдения земная кора может испытывать погружение, а в других – поднятие. По этой причине среднее значение уровня моря, определяемое по нескольким постам протяженной береговой линии, является достаточно надежной характеристикой.

С точки зрения локальных геокологических характеристик исследуемой

береговой зоны существенным является *относительное изменение уровня моря*, регистрируемое на наблюдательных постах (мареографах), которое обусловлено как собственно изменением уровня моря, так и движениями земной коры. Оно определяет динамику формы береговой линии, является важнейшим фактором эрозионно-абразионных процессов берегов, потоков транспорта ПФМ в направлении «берег–море» и вдольберегового переноса донных наносов в прибрежной акватории. Таким образом, регистрируемые на наблюдательных постах локальные изменения уровня моря являются актуальными независимо от их причин.

Что касается береговой линии ЮБК (наблюдательные посты Алушты, Ялты, Кацивели, Балаклавы), то здесь происходит преимущественное опускание земной коры, обусловленное поднятием ядра и погружением южного крыла мегантиклиниория Горного Крыма в сторону глубоководной впадины Черного моря в ходе горообразовательного процесса [7]. Это, по-видимому, является одной из причин существенного превышения среднемноголетнего роста уровня моря, регистрируемого на постах ЮБК, по сравнению со средним ростом уровня Черного моря и Мирового Океана.

Анализ долговременных изменений среднегодового уровня Черного моря по имеющимся данным наблюдений уровня Черного моря [12, 13] в 20-м столетии показывает существенную тенденцию его постепенного роста с течением времени. При этом максимальный рост (2,1 мм/год) отмечается на постах Ялты, Кацивели и Евпатории. Среднее возрастание уровня Черного моря, определяемое по всем имеющимся данным наблюдений, составляет 1,6 мм/год. Это значение хорошо согласуется со средним многолетним повышением уровня Мирового Океана (1,5 мм/год).

На рис. 5 приведены результаты обработки данных Кацивельского мареографа ЧГП [14] за период 1994–2016 гг. с целью оценки многолетней изменчивости уровня моря. По исходным данным мареографа, полученным с дискретностью 1 мин, рассчитывались среднеме-

сячные аномалии уровня, которые затем усреднялись за год.

В результате получена тенденция роста уровня моря со скоростью порядка 2,7 мм/г. Это значение несколько превышает полученную ранее оценку [12, 13]. Отметим, что Кацивельский метеограф находится в самом центре южного крыла Горного Крыма, на котором, как отмечалось выше, происходит процесс опускания земной коры.

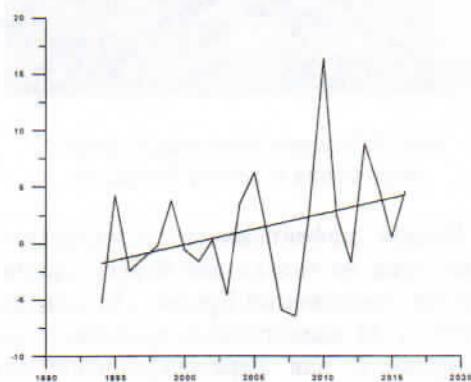


Рис. 5. Изменения уровня моря за период 1994 – 2016 гг. по данным метеографа ЧГП: временной ход годовых аномалий, линейный тренд

Наблюдаемое среднемноголетнее относительное повышение уровня моря в пределах береговой линии ЮБК привело к усилению береговой эрозии и абразии не только на абразионных участках берега, но и к трансформации ряда ранее аккумулятивных участков в абразионные, деградации ряда прежде мелкогалечных и песчано-галечных пляжей бухт ЮБК в крупногалечные и валунные. По оценке П.Ф. Каплина [15], из всей 700-километровой длины береговой линии Крыма на участках суммарной длиной 570 км активизировались эрозионно-абразионные процессы, из которых прежде устойчивые аккумулятивные участки и пляжи суммарной длиной 70 км трансформировались в берега абразионного типа.

Атмосферные процессы и факторы. Как уже отмечено выше, характер движения морских наносов под действием ряда морских факторов непосредственно связан с направлением и силой ветра над прибрежной акваторией.

Воздействие атмосферных (климатических) факторов – ветра, изменений температуры и осадков, и др. – на геологическую среду выражается в постоянно протекающих денудационно-эрзационных процессах, в результате которых массивные известняковые и вулканогенные блоки пород береговой зоны постепенно разрушаются и служат источником пополнения ПФМ пляжей. Активизация оползневых процессов на склонах непосредственно связана с интенсивностью атмосферных осадков.

Антropогенное влияние. Береговые эрозионно-абразионные процессы в пределах ЮБК в значительной степени активизировались после хищнического отбора гальки пляжей на строительные нужды в период 1960–1980 гг. В результате произошла трансформация ряда ранее аккумулятивных участков берега в абразионные [13]. Как уже отмечалось выше, большое влияние на активизацию опасных береговых процессов – оползней, абразии и селей, заливание и деградацию пляжей, и др. – оказывают различные антропогенные и техногенные воздействия, в результате которых нарушается геоэкологическое равновесие территорий. К неблагоприятным антропогенным воздействиям можно отнести:

- строительство без надлежащего инженерно-геологического обоснования на склонах и берегах;
- неконтролируемый отбор гальки пляжей, приводящий к абразионной активизации оползней береговых массивов пород, рис. 6;



Рис. 6. Оползень берегового обрыва с обрушением дороги в центральной части Лименской бухты, активизировавшийся в результате отбора гальки на строительные нужды в 1960–70-е годы

- нарушение гидрологического режима водотоков в результате застройки тальвегов и русел;
- нарушение естественных гидрологических условий склонов (поливы, утечки трубопроводов, нерациональное террасирование, уничтожение лесного покрова береговых склонов в результате вырубки и пожаров);
- загрязнение пляжей бытовыми отходами, пластиковой тарой, нефтепродуктами с судов.

Все перечисленные выше негативные воздействия проявились в полной мере на исследуемой территории ЮБК, в период 1960–1980 гг.

Последующие берегоукрепительные работы (бунирование) практически вдоль всей береговой линии ЮБК на первых порах существенно замедлили абразионные процессы. Однако чрезмерная масштабность этих работ привела к блокированию природного естественного выноса ПФМ в зону прибоя с береговых склонов, «одетых» в бетон, к нарушению сезонного вдольберегового переноса донных наносов в прибрежной акватории, и, следовательно, значительному уменьшению их обратного выноса в межбунные промежутки при сгонах. В этих условиях преобладающим оказывается необратимый процесс выноса ПФМ из межбунного промежутка в море. Поскольку требуемое регулярное пополнение ПФМ межбунных промежутков (щебнем, и др.), как правило, не выполняется, эти промежутки полностью оголяются. В дальнейшем штормовые волны подмывают и разрушают как буны, так и береговые контрфорсные стены.

Следует отметить, что достаточно протяженные и ровные поверхности береговых бун и опорных стен, принимая удар штормовой волны под определенным углом, в значительной степени отражают и перенаправляют ее энергию в сторону межбунного промежутка без существенного поглощения энергии. Эта энергия при накате и откате волн преобразуется из кинетической в потенциальную и обратно. В итоге вся масса ПФМ из межбунного промежутка выносится в море, а затем разрушаются и сами буны и опорные стены. Вследствие указанного процесса значительная часть

бунных береговых укреплений ЮБК, построенных в 1980-е годы, пришла в негодность, рис. 7.



Рис. 7. Полуразрушенные бунные сооружения в районе Кацивели

Низкая эффективность бунирования характерна не только для берегоукрепительных сооружений Крыма. По данным работы [16] аналогичные проблемы характерны и для берегоукрепительных сооружений бунного типа в восточной части Черного моря, в районе г. Туапсе.

Заключение. Анализ рассмотренных факторов территории позволяет сделать вывод о необходимости рассмотрения состояния пляжей береговой зоны ЮБК в качестве целевого элемента комплексного геоэкологического мониторинга береговой территории Горного Крыма, который должен включать:

- оценку состояния и динамики галечных пляжей по составу гальки, комплексу морфометрических и структурных параметров;
- комплексное геоморфологическое районирование береговой зоны;
- долговременные наблюдения и анализ изменений уровня моря с помощью стационарных метеографов и других приборов;
- наблюдение режима водотоков и гидрологических условий береговых склонов;
- изучение гидродинамики вод прибрежной зоны и характера перемещения морских наносов;
- контроль состояния прибрежных морских экосистем;
- анализ факторов уязвимости пляжей, берегоукрепительных сооружений и других объектов береговой зоны и оценку соответствующих рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенкович В.П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. М.: АН СССР, 1960. Т. 1, 2. 215 с.
2. Горячkin Ю.Н., Долотов В.В. Изменения береговой линии аккумулятивных берегов Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2011. Вып. 25. Т. 1. С. 8–18.
3. Удовик В.Ф., Горячkin Ю.Н. Межгодовая изменчивость вдольберегового потока наносов в береговой зоне Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2013. Вып. 27. Т. 1. С. 363–368.
4. Орлова М.С., Долотов В.В., Иванов В.А. Разработка кадастровой оценки пляжей на примере Крымского побережья. Труды международной конференции, "Латвия-Европа, Европа-Латвия" Латвия, Rezekne, SIA "JUMI", BKI, 2006. С. 103–104.
5. Wadell H. Volume, shape, and roundness of rock particles // J. Geol. 1932. No. 40. P. 443–451.
6. Богуславский А.С., Кузнецов А.С. Казаков С.И. Факторы формирования галечных пляжей береговой зоны Горного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. Севастополь: ФГБУН РАН МГИ, 2016. Вып. 1. С. 46–54.
7. Новик Н.Н., Вольфман Ю.М. Эволюция планетарных полей напряжений в пределах сейсмоактивных регионов Украины, новейшие разрывы и разрывные смещения // Геодинамика Крымско-Черноморского региона. Симферополь, 1997. С. 81–90.
8. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Пустовитенко А.А. Новые карты общего сейсмического районирования территории Украины. Особенности модели долговременной сейсмической опасности // Геофизический журн. Киев. 2006. Т. 28. № 3. С. 54–77.
9. Мельник В.И. Влияние речной сети суши на рельеф и осадконакопление в Черном море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2001. Вып. 4. С. 112–124.
10. Шутов Ю.И. Воды Крыма. Симферополь: Таврия, 1979. 96 с.
11. Шулейкин В.В. Физика моря. М: Наука, 1968. 1084 с.
12. Богуславский С.Г., Кубряков А.И., Иващенко И.К. Изменения уровня Черного моря // МГЖ, 1997. № 3. С. 47–57.
13. Возможные экологические последствия повышения уровня Мирового океана и Черного моря в предстоящем столетии / С.Г. Богуславский, Л.А. Ковешников, С.И. Казаков [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2001. Вып. 4. С. 67–79.
14. Кузнецov A.C., Долотов В.В., Казаков С.И. Текущее состояние и перспективы развития информационной системы черноморского гидрофизического полигона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. Вып. 28. С. 403–413.
15. Каплин П.А. Береговая зона Мирового океана // Земля и Вселенная. 1989. № 3. С. 12–17.
16. Косьян Р.Д., Крыленко М.В. Опыт защиты от волновой эрозии восточного побережья Черного моря [Электронное издание]. Геленджик: ЮО ИО РАН, 2008. URL: <http://www.coruna.coastdyn.ru/pg024.html> (дата обращения: 17.02.2017).

FEATURES OF BEACHES FORMATION OF SOUTHERN COAST OF CRIMEA

S.I. Kazakov, A.S. Bohuslavsky, E.M. Lemeshko, I.G. Berzova

FSBSI Black Sea Hydrophysical Proving Ground of RAS, 298688, urban settlement Katsiveli, Rep. Crimea.

The key processes and factors of the beaches formation of the Southern coast of Crimea as an important element of the target structure of geoecological monitoring of the Crimea coasts are considered.
Keywords: beaches, geological environment, erosion, abrasion, stability of shores, sea level, geoecological monitoring