

Антропогенное воздействие на береговую зону бухты Коктебель (Черное море) за последние 100 лет

Ю. Н. Горячкин

*Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия
e-mail: yngor@mhi-ras.ru*

Аннотация

В связи с проблемой нерационального природопользования рассмотрена динамика берегов одного из популярных курортов Крыма. Цель работы – дать ретроспективную оценку изменений береговой зоны бухты Коктебель, подвергающейся антропогенному воздействию. Используются материалы обследований, литературные и архивные источники, данные оцифровки береговых линий на космических снимках за 2011–2021 гг. Даны физико-географическая и литодинамическая характеристики бухты. Рассмотрено антропогенное воздействие на береговую зону и отклик береговой линии на него. Показано, что за последние 100 лет антропогенное воздействие на бухту Коктебель привело к сокращению ширины или исчезновению пляжей, изменению их вещественного состава, замене естественного ландшафта антропогенным, что снизило его эстетическую привлекательность. Выделено три периода в эволюции береговой зоны. Для первого характерно постепенное нарастание антропогенного воздействия на ландшафты суши и береговой зоны. Во второй период сложившееся динамическое равновесие нарушилось и баланс наносов стал отрицательным. Это было обусловлено зарегулированием стока водотоков и промышленной разработкой песка, гравия и гальки в береговой зоне. Такое воздействие привело к резкому уменьшению площади пляжей, вплоть до полного их исчезновения на отдельных участках. Третий период характеризуется резким увеличением антропогенного воздействия, которое выразилось в активном (часто незаконном) строительстве на пляжах различных сооружений, а также возведением гидротехнических сооружений с целью защиты и восстановления пляжей. Показано, что к настоящему времени техногенные берега занимают около 3 км, здесь природные процессы трансформировались в природно-антропогенные. Природные ландшафты берегов сохранились только в восточной (протяженностью около 2 км) и западной (около 1.5 км) частях бухты при общей ее длине 7 км. Приводятся сведения о проектах защиты берега, выполненных ранее и реализуемых в настоящее время.

Ключевые слова: Черное море, Крым, бухта Коктебель, антропогенное воздействие, береговая линия, космические снимки, берегозащита

Благодарности: работа выполнена в рамках выполнения государственного задания FNNN-2024-0016

Для цитирования: Горячкин Ю. Н. Антропогенное воздействие на береговую зону бухты Коктебель (Черное море) за последние 100 лет // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2024. № 2. С. 6–22. EDN UTBCDW.

© Горячкин Ю. Н., 2024



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

Anthropogenic Impact on the Coastal Zone of Koktebel Bay (Black Sea) over the Last 100 Years

Yu. N. Goryachkin

*Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia
e-mail: yngor@mhi-ras.ru*

Abstract

In view of the problem of unsustainable nature management, the paper considers coastal dynamics of a popular Crimean resort. The work aims to provide a post-assessment of changes in the Koktebel Bay coastal zone under the anthropogenic influence. The paper uses materials of surveys, literary and archival sources, data on the digitization of coastlines in space images for 2011–2021. Physical, geographical and lithodynamic characteristics of the bay were given. Anthropogenic impact on the coastal zone and coastline response thereto were considered. It is shown that for the last 100 years, anthropogenic impact on Koktebel Bay has led to a reduction in the width or to disappearance of beaches, changes in their material composition, replacement of the natural landscape by the anthropogenic one and, therefore, its aesthetic attraction has decreased. Three periods were identified in the evolution of the coastal zone. The first one is characterized by a gradual increase in anthropogenic impact on the landscapes of the land and coastal zone. In the second period, the established dynamic balance was disturbed and the balance of sediments became negative. This was due to the regulation of the streamflows and the industrial development of sand, gravel and pebbles in the coastal zone. This led to a sharp decrease in the area of the beaches, up to their complete disappearance in certain areas. The third period is characterized by a dramatic increase in anthropogenic impact, which manifested itself in the active (often illegal) construction of various structures on the beaches and by erection of hydraulic structures in order to protect and restore the beaches. It was shown that to date, man-made coasts occupy about 3 km and here natural processes have transformed into natural-anthropogenic. Natural coastal landscapes have preserved only in the eastern (about 2 km long) and western (about 1.5 km long) parts of the bay with its total length of 7 km. The paper provides information on coastal protection projects: both those fulfilled earlier and those being currently implemented.

Keywords: Black Sea, Crimea, Koktebel Bay, anthropogenic impact, coastline, space images, coastal protection

Acknowledgments: The work was carried out under state assignment no. FNNN-2024-0016.

For citation: Goryachkin, Yu.N., 2024. Anthropogenic Impact on the Coastal Zone of Koktebel Bay (Black Sea) over the Last 100 Years. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (2), pp. 6–22.

Введение

Антропогенное воздействие на окружающую среду приняло такие масштабы, что стало одним из главных в повестке мировых проблем. Не обошло это воздействие и береговую зону морей и океанов. Как известно, в прилегающих к ней регионах проживает около 40 % человечества, а плотность населения в два раза превышает среднюю ¹⁾. Не является исключением и Черное море.

¹⁾ URL: <https://www.unep.org/ru/issleduyte-temy/okeyany-i-morya/nasha-deyatelnost/rabota-po-regionalnym-moryam/upravlenie> (дата обращения: 20.05.2024).

Тысячелетиями его побережье изменялось под влиянием естественных факторов, но оставалось устойчивой саморегулирующейся системой. Однако начиная с середины XX в. постоянное антропогенное воздействие на береговую зону вывело ее из этого состояния. Берега на значительном протяжении стали интенсивно отступать, разрушая одни прибрежные объекты и создавая угрозу другим. Сокращение и исчезновение пляжей, ухудшение их вещественного состава снизили рекреационную привлекательность курорта. В ряде регионов произошло изменение ландшафтов с природных на техногенные.

Исследователи разных стран признают доминирующую роль антропогенного фактора в изменении природной среды береговой зоны Черного моря в последние 100 лет [1–6]. То же самое можно сказать и о береговой зоне Крымского полуострова [7–10]. В работах [10, 11] мы классифицировали виды антропогенного воздействия на береговую зону черноморского побережья Крыма. В работе [12] на примере курорта Евпатория рассмотрены изменения береговой зоны за последние 100 лет и показано, что эти изменения вызваны главным образом непродуманными действиями в прошлом. К сожалению, и сейчас при разработке хозяйственных проектов часто игнорируют ранее приобретенный опыт, что приводит к негативным последствиям. В этом смысле характерна история развития береговой зоны в бухте Коктебель, которая является широко известным курортным районом.

Коктебель стал популярным местом летнего отдыха в конце XIX в. Уже с 1890-х гг. в поместье помещика Юнге – владельца окрестных земель, которые он продавал под дачные участки, – гостили известные писатели, художники, ученые. Несмотря на такую известность б. Коктебель, литературных источников, посвященных его природе, крайне мало. На наш взгляд, это обусловлено соседством бухты с массивом Карадага, которому из-за уникальности его природы придавалось главное значение. Из самых старых можно отметить издания ^{2), 3)}, в которых есть сведения о ширине и вещественном составе пляжей Коктебеля.

Первое научное обследование дна бухты водолазами было проведено в 1939 г. под руководством академика Р. А. Орбели – основоположника российской подводной археологии ⁴⁾. В западной части были обнаружены остатки древнего подводного мола. Часть его кладки была извлечена и использована при строительстве пристани, а в 1933–1934 гг. его остатки были взорваны. Наличие древнего мола, отсутствие древних черноморских террас на берегу, а также мелководность и конфигурация бухты позволили В. П. Зенковичу сделать вывод, что берег бухты ингрессионный, испытывающий современное погружение ⁴⁾. В этой монографии, напечатанной в 1954 г. и до 1992 г. имевшей гриф секретности, бухте Коктебель уделено всего полторы страницы. В основном в работе описывается ее восточное крыло – м. Топрах-Кая. Некоторые сведения о бухте содержатся в монографии, посвященной Карадагу [13]. В работе [14]

²⁾ *Елпатьевский С. Я.* Крымские очерки. Москва, 1913. 149 с.

³⁾ Крым-путеводитель. Крымское общество естествоиспытателей и любителей природы / Под ред. И. М. Волошинова [и др.]. Симферополь : Крымское государственное издательство, 1929. 614 с.

⁴⁾ *Зенкович В. П.* Морфология и динамика берегов Черного моря в пределах границ СССР. Часть III. Раздел II (Южный Крым, полуострова Керченский и Таманский). Москва, 1954. 234 с.

рассматриваются вопросы морфологии и динамики берегов восточного Крыма. Свообразные выводы о причинах сокращения пляжей в Коктебеле содержатся в [15]. Современный гранулометрический состав наносов бухты Коктебель по результатам обследования МГИ РАН в 2021 г. рассмотрен в [16].

На наш взгляд, больше всего сведений о бухте Коктебель содержит монография А. А. Клюкина, посвященная главным образом экзогеодинамике Юго-Восточного Крыма [17]. Вместе с тем информация разбросана по отдельным главам и не дает целостного представления о природных условиях и динамике берегов.

Цель настоящей работы – дать ретроспективную оценку изменений береговой зоны бухты Коктебель в последние 100 лет под влиянием антропогенного воздействия.

Материалы и методы

Для анализа мы использовали материалы обследований бухты Коктебель 2009 и 2021 гг., выполненные Морским гидрофизическим институтом РАН (МГИ РАН). В работе использовались данные оцифровки береговых линий на космических снимках сервиса *Google Earth* за 2011–2021 гг. При этом для сравнения береговых линий из-за недостаточной для наших целей точности привязки они дополнительно привязывались по хорошо видимым ориентирам на берегу пгт Коктебель. Поскольку вне его таких ориентиров не было, снимки привязывались к прибрежным дорогам, которые являются довольно устойчивым элементом ландшафта. Кроме этого, привлекались литературные и архивные источники, главным образом ведомственные отчеты ликвидированных организаций («Противопожарное управление», Ялтинская партия объединения «Крымморгеология», Институт минеральных ресурсов Министерства геологии УССР). Использовался также электронный архив фотографий берегов Крымского полуострова, созданный в МГИ РАН.

Физико-географическая и литодинамическая характеристики бухты Коктебель

Бухта Коктебель (здесь и далее даны официальные названия географических объектов) расположена между мысами Планерным (старое название Мальчин) на западе и Лагерным (старое название Топрах-Кая) на востоке (рис. 1). На берегу бухты находится курортный поселок (пгт) Коктебель. Протяженность береговой линии бухты составляет около 7 км, расстояние по линии, соединяющей указанные мысы, – около 4 км, наибольший перпендикуляр к этой линии имеет длину 2 км. Таким образом, бухта образует почти правильный полукруг.

В южной ее части береговая линия наиболее изрезана и образует ряд небольших бухт с глыбовыми навалами на урзе и у берега. Осыпь глыбовых навалов в воде тянется на 1.5 км, они же отмечаются и в восточной части у м. Лагерного. Берег в западной части горно-абразионный мелкобухтовый, в восточной – абразионно-обвальный в рыхлых породах. Центральную часть побережья по преобладающим современным экзогенным процессам можно отнести к аккумулятивно-техногенному берегу [11].



Р и с . 1 . Карта-схема бухты Коктебель

F i g . 1 . Sketch-map of Koktebel Bay

Южный край бухты представляет собой обрывы Магнитного хребта, который входит в состав массива Карадаг. Прочные вулканические породы этой части бухты сменяются к северу сначала разломом, на берегу которого ранее находилась пристань, а ныне три буны, а затем выступом абразионного берега высотой до 30 м, сложенного рыхлыми глинистыми сланцами и мергелями (Киловая гора). Ранее берег здесь был окаймлен широким галечно-песчаным пляжем. Открытая дуга вершины бухты длиной 2 км граничит с аллювиальной низменностью, сейчас почти полностью застроенной. С севера к бухте подходят склоны возвышенности Биюк-Яньшар (высота до 200 м) которые образуют у берега активный клиф высотой около 10 м, сложенный бурыми четвертичными и серыми юрскими глинами. У подножья возвышенности в западной части, примыкающей к пляжам Коктебеля, имеются небольшие (до 3 м ширины) глыбово-валунные пляжи, которые постепенно к востоку полностью выклиниваются. Мыс Лагерный, замыкающий б. Коктебель с востока, представляет собой вытянутый узкий полуостров (длина более полукилометра) из серых юрских глин (рис. 2). У подножья обрывов мыса лежит узкая (2–3 м) площадка, сложенная обнаженной породой, в некоторых местах прикрытая небольшими накоплениями щебня. Эта площадка полого сходит к воде и образует широкий бенч. Перед мысом и по обе стороны от него на расстоянии до 200 м от уреза разбросаны вымытые из глинистой толщи мыса глыбы и пластины из песчаника и глинистого сланца.

Бухта Коктебель мелководная, изобата 5 м проходит в среднем на расстоянии 200–300 м от уреза, на внешней границе бухты глубины составляют 10–15 м. Западная часть бухты более глубокая, отмелость дна возрастает в восточной части. Здесь изобата 1 м отстоит от берега на 100–120 м. Далее глубина



Р и с . 2 . Вид на бухту Коктебель с возвышенности Биук-Янышар

Fig . 2 . View of Koktebel Bay from Biyuk-Yanyshar Hill

быстро возрастает, расстояние между изобатами 5 и 10 м составляет уже не более 150 м. Источником пополнения пляжевого материала ранее служили выносы нескольких водотоков, впадающих в бухту. В центральной части находится устье р. Янтык (длина и площадь водосбора около 10 км и 50 км² соответственно) с одноименной эрозионной балкой, неподалеку есть временные водотоки.

Бухта Коктебель находится к востоку от Южного берега Крыма (ЮБК), границей которого считается м. Планерный. Климат здесь, в отличие от субтропического средиземноморского климата ЮБК, – приморский, умеренно теплый. Средняя годовая температура воздуха около 12 °С, среднегодовое количество осадков около 400 мм. Наибольшую повторяемость, по данным ближайшей гидрометеостанции «Феодосия», имеют сильные ветры (10 м/с и более) северо-западного, северо-восточного, южного, юго-западного и западного румбов. Наибольшую повторяемость имеет волнение восточного, юго-восточного и южного направлений. В сумме на волнение от этих румбов за год приходится 96 % всех случаев. Наиболее волноопасны штормы от южных и восточных румбов.

Пляжи б. Коктебель питаются продуктами абразии, размыва оползней и осыпей, а также биогенным материалом с подводного берегового склона. В настоящее время абразионному размыву в основном подвергаются мысы и крылья бухты. При этом абрадирует в основном восточное крыло бухты (в основании клифов и на бенче), в самой бухте в настоящее время абразии почти нет. До 90 % продуктов абразии поступает в холодный период, когда штормовая деятельность наиболее активна. В штормовые годы, повторяющиеся обычно каждые 5–6 лет, объем наносов превышает среднее значение в несколько раз [17]. Наносы мигрируют вдоль берега от мысов в бухту и вдоль бухты в обе стороны в зависимости от режима волнения моря. Когда в режиме волнения возрастает доля сравнительно редких штормов южных румбов, наносы мигрируют из юго-западных и западных частей в северо-восточные и восточные части бухты, что является основным процессом в динамике наносов.

Главное поступление пляжевого материала обусловлено размывом оползневых и обвальных языков. Мелкие размываются за штормовой сезон, а сравнительно крупные – в течение нескольких лет. Так, самый крупный земляной обвал с м. Лагерного был размыт полностью за восемь лет [17]. В 1913 г. выступил в акваторию более чем на 10 м и был размыт язык крупного оползня, расположенного на склоне хребта Кок-Кая (западное крыло бухты). Весной 1958 г. было срезано 6 м языка оползня у северо-восточной окраины Коктебеля [15]. В 1980–1983 гг. с языка оползня, выдвинувшегося в акваторию у м. Планерного, было смыто 5 тыс. м³ суглинка⁴⁾. Вместе с тем продукты сноса содержат только 25 % наносов волнового поля, так как они быстро размокают и размываются. Снос возрастает во влажные и уменьшается в засушливые годы. Больше всего наносов поступает в береговую зону, когда влажные годы предшествуют штормовым или совпадают с ними [17].

Антропогенное воздействие и динамика берегов

В начале XX в. берега б. Коктебель представляли собой мало обжитую территорию. Значительной застройки не было, о чем свидетельствуют старинные фотографии (рис. 3).

В работах^{2),3)} отмечалось, что вдоль берега тянется пляж неполного профиля шириной до 30 м. Дно у бухты было песчаное и мелкое, прибрежная отмель уходила на десятки метров от берега. В составе пляжа преобладал песок – продукт выноса водотоками аллювиальных отложений. Также в большом количестве содержалась окатанная галька из прочных пород массива Карадаг. На тыльной стороне пляжа повсюду прослеживался четкий уступ, по которому размывались аллювиальные глины, так что берег даже в вершине бухты не являлся аккумулятивным. В западной части берега бухты имелись небольшие участки пляжа, загроможденные камнями, а выше их – скалы вулканического происхождения. Отмечалось, что в этом районе временами сходят довольно значительные оползни, следы которых выделялись в строении берегового склона⁴⁾.



Рис. 3. Вид на западную часть бухты Коктебель, фото 1914 г.

Fig. 3. View of the western part of Koktebel Bay, photo 1914

Первое значительное вмешательство в природу бухты произошло в 1920-х гг. В 1925 г. в западной ее части была построена пристань длиной около 200 м для погрузки трасса (вулканической породы, идущей на приготовление особого сорта цемента) из разрабатываемого поблизости карьера. Добыча породы велась взрывными методами. При подаче материала на дробление к побережью бухты породы, не относящиеся к трассам, сбрасывались в воду и накапливались в береговой зоне⁵⁾. В 1930-х гг. была построена первая набережная. В период Великой Отечественной войны немцы застроили побережье различными противодесантными сооружениями, в том числе бетонными, при этом использовался местный материал. После войны они были демонтированы.

До середины XX в. в прилежащих к Коктебелю балках и долинах существовали единичные небольшие пруды. Во второй половине столетия большинство водотоков, впадающих в бухту, были зарегулированы, при этом образовалось около семидесяти водоемов, что резко уменьшило жидкий и твердый сток. Способствовали этому и распашка, террасирование и облесение примыкающих к бухте склонов. Характерный пример: ранее в акваторию из устья р. Янтык выступал конус выноса, подводное продолжение которого прослеживалось на дне, о чем свидетельствуют топографические карты того времени. Сейчас этот конус появляется только после прохождения значительных паводков.

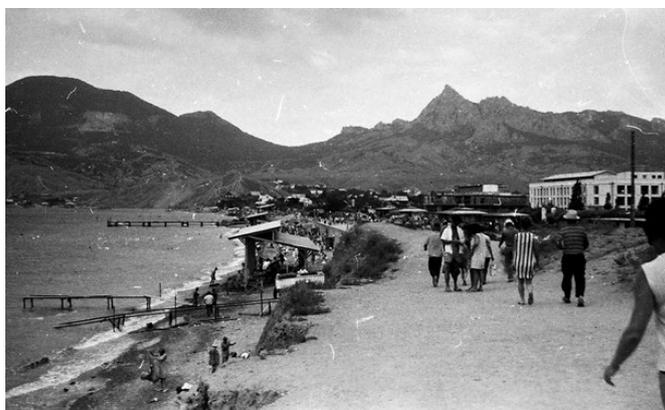
По некоторым данным, до зарегулирования стока объем выносов из эрозионных форм был соизмерим с объемом продуктов абразии и сноса с береговых склонов, а после зарегулирования стал вдвое меньше, поэтому в береговую зону моря стало поступать меньше наносов волнового поля [17].

В конце 1950-х гг. в Коктебеле была построена новая набережная с волноотбойной стеной, при этом часть ее выдвинули на пляж. Такая схема гидротехнического сооружения впоследствии сыграла отрицательную роль. В то время еще существовал песчано-гравийно-галечный пляж шириной 20–30 м. Он отличался необычным цветом из-за включения гальки из пород Карадага. Нужно отметить, что пляжевые отложения и тогда и ранее разрабатывались кустарно для местных строительных нужд, но в относительно небольших объемах. Начиная с 1954 г. в центральной части бухты и на пляже началась промышленная добыча песчано-гравийных смесей. Проводилась она и в соседних районах: у пгт Курортное, пгт Орджоникидзе, в б. Тихой (к востоку от м. Лагерного) и в районе Феодосии.

Реальные объемы добычи неизвестны (по оценке [14], они составили 1.5 млн. тонн), отбор материала продолжался вплоть до 1967 г. В результате пляжи стали быстро сокращаться, и к середине 1960-х гг. их ширина в западной части бухты составляла 5–10 м, а урез вплотную подошел к клифу (рис. 4).

Пляж уже не обеспечивал гашение волновой энергии даже небольших штормов. Уменьшились пляжи и в восточной части бухты. У холма Юнге пляж вообще отсутствовал, в воде стояли мостки, чтобы можно было пройти на другую его сторону.

⁵⁾ Руманова Д. А. Отчет о маршрутных обследованиях месторождения цветных камней и опытной добычи их на горе Карадаг и ее окрестностях. Симферополь : Азчергеолуправление Крым. Геолбюро, 1941. 66 с.



Р и с . 4 . Пляж в Коктебеле. Фото 1965 г.

Fig. 4. A beach in Koktebel. Photo of 1965

В результате изъятия пляжевого материала на хозяйственные и строительные нужды, длившегося более 10 лет, на побережье бухты создалась аварийная ситуация, в отдельных местах было подмыто основание подпорной волноотбойной стены. В статье [15] утверждалось, что сокращение пляжей вызвано тектоническим опусканием суши Коктебельской бухты. Скорость определялась в 2 м/год, на основании того, что пляжи между 1963–1967 гг. сократились в среднем на 8 м. Такое утверждение явно противоречит существующим представлениям о скорости вертикальных движений земной коры в этом районе, которая примерно на три порядка меньше.

Сильный шторм в январе 1967 г. смыл остатки пляжа, подмыл и завалил подпорные стены, разрушил набережную (рис. 5). Берег был размыв на участке протяженностью более 2 км. Коктебельский пляж фактически прекратил свое существование, под угрозой разрушения оказались здания, расположенные за набережной.



Р и с . 5 . Последствия шторма 13 января 1967 г. Фото 1967 г.

Fig. 5. Consequences of the storm dated January 13, 1967.
Photo 1967

В 1967 г. Ялтинский отдел института «ГИПРОкоммунстрой» разработал проект аварийных берегозащитных мероприятий, предусматривающий частичное восстановление пляжей путем отсыпки в приурезовую зону привозного материала. Отсыпка материала была произведена на западном крыле бухты в объеме 150 тыс. м³ примерно в равных долях щебнем известняка из карьера горы Агармыш (у г. Старый Крым) и гранитом из месторождений Донбасса. С учетом содержания глинистых примесей фактический объем составил около 90 тыс. м³. За 12 лет щебень превратился в гальку. Ее окатанность составила от 2.4 до 3.4 баллов по четырехбалльной шкале ⁶⁾.

В результате проведенной отсыпки на участках берега, где ширина пляжа составляла в 1966 г. 2–4 м, к 1969 г. она увеличилась до 30–35 м, однако рекреационные свойства ранее существовавшего пляжа были утеряны. Проект предусматривал завоз еще 360 тыс. м³ пляжеобразующего материала, однако этот этап проекта не был реализован.

За 13 лет (1968–1981 гг.) материал искусственного пляжа почти полностью сместился к центру бухты, обнажив берег на участке городского пляжа и пляжа дома творчества «Коктебель». Ширина пляжей на западном крыле бухты существенно уменьшилась, в прибрежной зоне произошло значительное увеличение глубины. Наблюдалось обнажение и размыв коренного дна. Вновь возник риск разрушения набережной на западном участке бухты. Для исправления создавшегося положения было рассмотрено несколько предложений и принят вариант, который включал в себя устройство берегоукрепительных сооружений на шести участках бухты и создание зоны резервной отсыпки для пополнения пляжа на специально определенном участке в западном крыле бухты. Целесообразность такого решения подтверждалась опытом 1967 г.

По проекту Ялтинского отдела института «УкрюжГИПРОкоммунстрой» в 1984–1990 гг. были построены набережные с откосным ступенчатым сооружением, предназначенным для гашения остаточной волновой энергии, и создан искусственный пляж. Кроме этого, на самом западном участке побережья была осуществлена резервная отсыпка щебня в объеме 144 тыс. м³. Ширина пляжной зоны на всем протяжении бухты была восстановлена. В 1988 г. западный участок бухты представлял собой искусственный галечный пляж, прислоненный к подножию берегового откоса; ширина надводной части пляжа здесь достигала 43 м (рис. 6).

Реализованная схема берегозащитных сооружений выполняла свои функции вплоть до начала XXI в., пока на участке резервной отсыпки не началось капитальное строительство, сопровождавшееся деградацией пляжей. Так, если ширина пляжа на западном крыле бухты в 2002 г. составляла 22 м, то к 2004 г. она уменьшилась до 4–9 м. Приведем несколько примеров самовольного строительства.

На участке северо-восточнее спасательной станции, где располагался искусственный галечный пляж и сборное откосное ступенчатое сооружение из маршевых плит, в 2005 г. была самовольно разобрана часть ступенчатого

⁶⁾ Отчет по теме «Составить кадастр надводной части берегов Крыма применительно к масштабу 1:200 000» / отв. исполнитель О. С. Романюк. ККГРЭ, ИМР. Симферополь, 1988. 497 с.



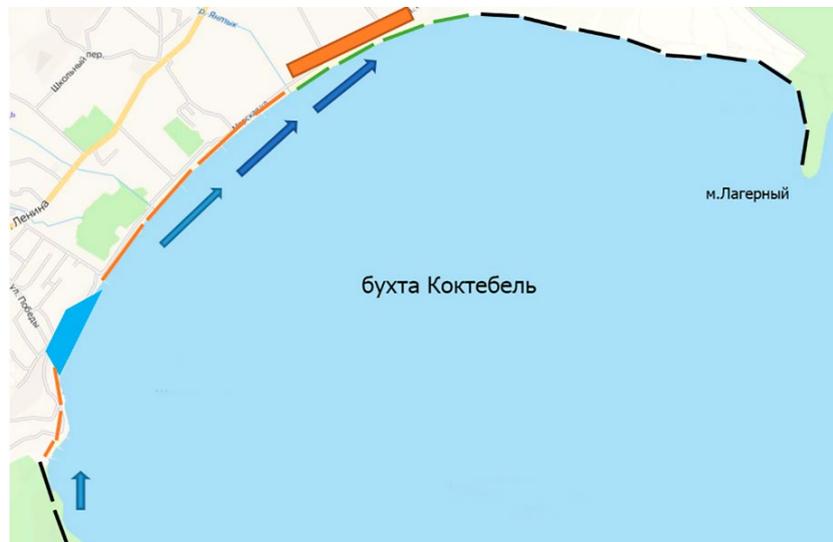
Р и с . 6 . Искусственный пляж в западной части бухты Коктебель. Фото 1988 г.

F i g . 6 . An artificial beach in the western part of Koktebel Bay. Photo 1988

откосного сооружения и возведена вертикальная стенка. Здесь же часть набережной была расширена за счет ступенчатого откосного сооружения – вдоль упора маршевых плит возведена вертикальная железобетонная стенка, пазуха засыпана грунтом, устроено бетонное покрытие, позже поверх бетона уложена бетонная плитка. Вертикальная стенка, установленная вместо существовавшего откосного сооружения, способствовала деградации пляжа, что впоследствии привело к ее подмыву и разрушению. В центральной части западнее дома-музея Волошина были самовольно построены две выдвинутые в море площадки. Подобные поперечные сооружения являются преградой для существующего потока наносов и вызывают аккумуляцию пляжевого материала перед сооружением и размыв за сооружением (по направлению потока). К 2009 г. этот процесс уже был выражен довольно ярко. Поскольку поток наносов направлен к центру бухты, ширина надводной части пляжа северо-восточнее площадок (в районе дома-музея Волошина) с момента начала строительства площадок (2006 г.) сократилась за два года на 6–8 м; в то же время юго-западнее аккумуляровался пляжевый материал. Построенные в приурезовой зоне и выдвинутые в море сооружения препятствовали естественному перемещению материала, при этом они подвергались интенсивному волновому воздействию, в результате часть их разрушилась (рис. 7).

В период вхождения АРК в состав Украины в административные органы неоднократно направлялись письма, указывающие на недопустимость строительства на участке резервной отсыпки и неизбежность разрушения построенных сооружений, однако никаких действенных мер предпринято не было (рис. 8).

В целом общий характер происходящих в бухте литодинамических процессов был неизменен на протяжении 1990-х и 2000-х гг.: в центральной части бухты пляж оставался достаточно стабильным, сезонные изменения ширины надводной части пляжа лежали в пределах 5 м при ширине пляжа до 45 м; в юго-западной части (участок резервной отсыпки) наблюдалась устойчивая деградация пляжа.



Р и с . 7 . Схема литодинамики береговой зоны. Черная штриховая линия – районы абразии, оранжевая – отступление берега, зеленая – относительно стабильный берег; оранжевый прямоугольник – место добычи песка, синяя трапеция – место резервной отсыпки; стрелки – среднесуточное направление движения наносов

F i g . 7 . Lithodynamics diagram. Black dashed line – areas of abrasion, orange one – coast retreat, green one – a relatively stable coast. Orange rectangle – place of sand extraction, blue trapezoid – place of reserve filling. Arrows – average long-term direction of sediment movement



Р и с . 8 . Участок резервной отсыпки. Фото 2021 г.

F i g . 8 . Reserve filling area. Photo of 2021

В последнее десятилетие появилась возможность анализировать изменения береговой линии с помощью спутниковых снимков. Для определения изменения ширины пляжей в период между 2009 и 2021 гг. воспользуемся космическими снимками этого времени и результатами обследований, проведенных в сентябре 2009 г. и ноябре 2021 г. Всего для анализа использовано 15 снимков с разрешением 0.6 м на пиксель.

Ширина пляжа к западу от участка резервной отсыпки почти не изменилась. За прошедший период она колебалась в пределах 1–3 м, то есть на пороге точности метода. Определение мористой границы было сопряжено с трудностями из-за валунов в приурезовой зоне. Участок резервной отсыпки представляет собой нагромождение остатков железобетонных конструкций разного времени постройки. Существовавший здесь ранее естественный, а позже искусственный пляж бесследно исчез. К 2017 г. строения у подножья Киловой горы почти полностью были разрушены морем. К западу от набережной пгт Коктебель в 2009 г. ширина пляжей составляла 9–13 м, в 2021 г. она осталась неизменной. Собственно, на набережной пляж сократился с 9–18 м до 2 м (в районе самовольно построенной площадки), а в восточной части набережной – до 8–12 м. Вместе с тем межгодовая изменчивость ширины пляжа на этом участке побережья составляла около 5–6 м.

Анализ изменения площади пляжа, приведенной к его длине, за период 2009–2021 гг., показал, что в среднем ширина пляжей вдоль набережной уменьшилась на 4.8 м. В 2021 г. ширина пляжа у памятника Волошину составляла 10 м. Восточнее набережной за 2008–2020 гг., по данным космических снимков, конфигурация и ширина пляжа почти не изменились, в 2021 г. пляж имел ширину 15–20 м.

Еще восточнее, до холма Юнге и далее на восток, ширина надводной части пляжа, согласно обследованию 2009 г. и космическим снимкам, составляла от 33 до 42 м. За это время ширина пляжа менялась в незначительных пределах (1–2 м). К 2021 г. конфигурация береговой линии и ширина пляжей почти не изменились.

Восточнее, вплоть до начала клифа пляж постепенно уменьшается. Его ширина и конфигурация береговой линии за период 2009–2021 гг., по спутниковым снимкам и материалам обследования ноября 2021 г., почти не изменились. В районе начала клифа ширина пляжа в 2021 г. составляла 12 м, что соответствует снимку за 2021 г. Восточнее на протяжении 1 км абразионный берег в 2011–2021 гг. отступал со средней скоростью 0.7 м/год (рис. 9). Скорость отступления береговой линии западной части м. Лагерного в тот же период была в два раза меньше – около 0.3 м/год.

Суммируя результаты анализа спутниковых изображений за 2011–2021 гг. в сопоставлении с данными обследования 2009 и 2021 гг., можно сказать, что на большей длине береговой линии пгт Коктебель изменений не произошло. Вместе с тем на участке резервной отсыпки пляж полностью исчез, а в районе набережной уменьшился на 6–8 м.

В этот период пляжевый материал центральной части бухты пополнялся за счет размыва дна на западном участке в районе Киловой горы. Этот материал перемещался в восточном направлении, и вследствие этого линия уреза в районе дома Волошина была относительно устойчива, при этом глубина в зоне



Р и с . 9 . Спутниковый снимок восточной части бухты Коктебель в районе смотровой площадки (сентябрь 2011 г.). Красная линия – береговая линия в августе 2021 г. Черные линии – дороги в августе 2021 г.

F i g . 9 . Satellite image of the eastern part of Koktebel Bay in the area of the observation deck (September 2011). Red line – coastline in August 2021. Black lines – roads in August 2021

обрушения в районе Киловой горы существенно увеличилась. Можно сказать, что после искусственно созданного дефицита пляжеобразующих наносов и последующего создания искусственных пляжей в береговой зоне установилось новое состояние динамического равновесия, при котором объем наносов на естественных пляжах в многолетнем режиме остается более или менее постоянным, а изменения в ту и другую сторону носят временный характер.

Заключение

Таким образом, за последние 100 лет антропогенное воздействие на б. Коктебель привело к сокращению или исчезновению пляжей, изменению их вещественного состава, замене естественного ландшафта антропогенным, снизившим его эстетическую привлекательность.

В эволюции береговой зоны б. Коктебель можно выделить три периода. В первый (начиная с 1920-х гг.) постепенно нарастало антропогенное воздействие на ландшафты суши и береговой зоны. В приходной части баланса наносов преобладал твердый сток водотоков и береговая абразия, а в расходной – аккумуляция наносов. Некоторое увеличение твердого стока, связанное с антропогенным воздействием на ландшафты и развитием ускоренной эрозии, компенсировалось периодическим изъятием с пляжей небольших объемов наносов для местных строительных нужд.

Во второй период (с середины XX в.) сложившееся динамическое равновесие нарушилось и баланс наносов стал отрицательным. Это было связано с зарегулированием стока и промышленной добычей песка, гравия и гальки

в береговой зоне. Такое воздействие привело к резкому уменьшению ширины пляжей, вплоть до полного их исчезновения на отдельных участках.

Третий период (с последней четверти XX века по н. в.) характеризуется резким увеличением антропогенного воздействия, которое выразилось в активном (часто незаконном) строительстве на пляжах различных сооружений для защиты и восстановления пляжей путем возведения гидротехнических сооружений. В приходной части баланса наносов появилась такая составляющая, как искусственная отсыпка пляжей, которая частично компенсирует дефицит наносов. В береговой зоне в последние 10 лет установилось новое динамическое равновесие. К настоящему времени техногенные берега занимают около 3 км, здесь природные процессы трансформировались в природно-антропогенные. Природные ландшафты берегов сохранились только в восточной (около 2 км) и западной (около 1.5 км) частях б. Коктебель. Коэффициент инженерной нагрузки (отношение общей протяженности инженерных сооружений к длине берега для б. Коктебель на настоящее время составляет 0.4.

Необходимо отметить, что искусственные пляжи оставались единственным способом сохранить побережье б. Коктебель. Вместе с тем и они имеют недостатки. Так, эксплуатация искусственных пляжей должна сопровождаться многолетними дополнительными затратами на отсыпку материала. Бетонные сооружения снижают эстетическую привлекательность побережья и ухудшают водообмен в акватории (например, три буны в западной части бухты). Способность вод к самоочищению в бухте ограничена, особенно в летний период, что существенно ухудшает качество морской воды и санитарно-эпидемиологическую обстановку. Грубый обломочный материал искусственных пляжей менее комфортабелен для отдыха. Истирание щебня сопровождается дополнительным поступлением в акваторию взвесей, уменьшением прозрачности воды и изменением состава донных осадков, это также негативно влияет на бентос.

Поэтому при разработке нового проекта реконструкции набережной и восстановления пляжей б. Коктебель общей протяженностью 1850 м эти положения учитывались. Так, в первоначальном проекте предполагалось строительство системы бун. В результате многочисленных дискуссий, в том числе с участием сотрудников МГИ РАН, этот проект был отвергнут и был принят другой вариант. По нему предусматривается устройство одной буны длиной 70 м и отсыпка пляжа шириной от 35 до 45 м. Буна, расположенная в западной части бухты, должна ограничивать перемещение пляжного материала в западном направлении и при этом не должна существенно искажать природный ландшафт б. Коктебель. С учетом перемещения пляжного материала критерием оценки необходимости пополнения пляжной зоны будет являться ширина пляжа в районе буны. Рекомендованный проектом материал пляжа – гравий фракции не более 40 мм. Реконструкция набережной началась в 2023 г. и, предположительно, закончится в конце 2024 г.

В заключение отметим, что от экологического состояния береговой зоны моря и ее обеспеченности комфортными пляжными ресурсами, ландшафтного разнообразия и привлекательности побережья будет зависеть поток отдыхающих в б. Коктебель, а следовательно, и экономика региона. В условиях частной

собственности на землю государство должно регулировать вопросы, связанные с укреплением берегов, охраной береговой зоны и побережья курортно-рекреационных регионов. Необходимо использовать для защиты берега современные эффективные методы и технологии, не нарушающие ландшафтного облика территории и экологического состояния прибрежных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Stănică A., Panin N., Caraivan G.* Romania // Coastal Erosion and Protection in Europe / Eds. E. Pranzini, A. Williams. London : Routledge, 2013. Chapter 20. P. 396–412.
2. *Stancheva M.* Bulgaria // Coastal erosion and protection in Europe / Edited by E. Pranzini, A. Williams. London : Routledge, 2013. Chapter 19. P. 378–395. <https://doi.org/10.4324/9780203128558>
3. *Ozsahin E.* Human impact (N Turkey) on the Black Sea Shore // Black Sea basin studies / Edited by Yu. Makogon, D. Ekinici, I. Mangaltepe. Donetsk : Donetsk National University Publishing, 2011. P. 381–412.
4. The Black Sea coastline erosion: index-based sensitivity assessment and management-related issues / F. Tătui [et al.] // Ocean and Coastal Management. 2019. Vol. 182. 104949. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104949>
5. *Косьян Р. Д., Крыленко В. В.* Современное состояние морских аккумулятивных берегов Краснодарского края и их использование. Москва : Научный мир, 2014. 256 с.
6. *Крыленко М. В., Крыленко В. В., Крыленко Д. В.* Влияние антропогенных факторов на рельеф Анапской пересыпи // Материалы X Международной научно-практической конференции «Туристско-рекреационный комплекс в системе регионального развития». Сухум, 11–15 апреля 2022 г. Краснодар : Кубанский государственный университет. С. 190–194.
7. *Ефремова Т. В., Горячкин Ю. Н.* Антропогенное воздействие на береговую зону южного и западного побережья Черного моря (обзор) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2021. № 2. С. 5–29. EDN UPRRQT. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2021-2-5-29>
8. *Горячкин Ю. Н., Ефремова Т. В.* Антропогенное воздействие на литодинамику береговой зоны черноморского побережья Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. №1. С. 6–30. EDN KQQHPN. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2022-1-6-30>
9. *Ефремова Т. В., Горячкин Ю. Н.* Морфодинамика севастопольских бухт под воздействием антропогенной деятельности // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 1. С. 31–47. EDN THAAMX. <https://doi.org/10.29039/2413-5577-2023-1-31-47>
10. *Горячкин Ю. Н.* Антропогенное воздействие на черноморские берега Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. Вып. 23. С. 193–198. EDN WLBMMV.
11. *Горячкин Ю. Н., Долотов В. В.* Морские берега Крыма. Севастополь : Колорит, 2019. 256 с.
12. *Горячкин Ю. Н.* Изменения береговой зоны Евпатории за последние 100 лет // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2020. № 1. С. 5–21. EDN USCXES. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2020-1-5-21>
13. *Природа Карадага* / Под ред. А. Л. Морозовой и А. А. Вронского. Киев : Наукова думка, 1989. 288 с.

14. *Захаржевский Я. В.* Некоторые особенности морфологии и динамики берегов восточного Крыма в районе Планерского // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР / Под ред. И. Я. Яцко. Киев : Изд-во Киевского университета. 1968. Т. 2. С. 150–156.
15. *Гаврилов В. П.* Прогибание Коктебельской бухты // Природа. 1968. № 8. С. 70–71.
16. *Гуров К. И.* Гранулометрический состав наносов береговой зоны бухты Коктебель (Крым) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 4. С. 34–45. EDN PYURTV.
17. *Клюкин А. А.* Экзогеодинамика Крыма. Симферополь, 2007. 320 с.

Поступила 12.01.2024 г.; одобрена после рецензирования 01.02.2024 г.; принята к публикации 27.03.2024 г.; опубликована 25.06.2024 г.

Об авторе:

Горячкин Юрий Николаевич, главный научный сотрудник, Морской гидрофизический институт РАН (299011, Россия, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2), доктор географических наук, **ORCID ID: 0000-0002-2807-201X**, **ResearcherID: I-3062-2015**, **SPIN-код: 6419-5267**, *yngor@mhi-ras.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.