

Морфодинамика севастопольских бухт под воздействием антропогенной деятельности

Т. В. Ефремова *, Ю. Н. Горячкин

Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия

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

Аннотация

Деграляция берегов Крыма под влиянием антропогенного фактора стала серьезной проблемой, на преодоление которой затрачиваются значительные усилия и финансовые средства. Цель статьи – ретроспективно рассмотреть морфодинамику севастопольских бухт под воздействием хозяйственной деятельности. Использовались материалы наблюдений МГИ РАН, космические и аэрофотоснимки, литературные источники, а также массив карт и планов, главным образом XIX в. Показано, что в результате антропогенной деятельности природная среда севастопольских бухт существенно изменилась. Наибольшее воздействие на морфодинамику отмечается в районе Севастопольской бухты, где берега подверглись значительному антропогенному влиянию (срытие клифов, бетонирование береговой линии, строительство молов, пирсов и т. п.). Берега, которые можно отнести к непреобразованным, сохранились лишь на протяжении 1.1 км (3 % от первоначальной длины) береговой линии. Внешние берега бухт взморья в наибольшей степени сохранили природное состояние. Антропогенному воздействию, выразившемуся в срезке и планировании клифов, а также устройстве берегозащитных и пляжеудерживающих сооружений, подверглось только 1.3 км (17 %) береговой линии. Значительно большее воздействие испытали берега бухт взморья. Только в одной из них сохраняется средний уровень техногенной нагрузки, в трех он максимальный, а в трех – экстремальный. Из 33.5 км внутреннего периметра бухт относительно неизменными остаются около 10 км (30 %). К настоящему времени в рассматриваемом регионе от ранее существовавших берегов с песчаными пляжами осталось только 0.3 км, или 10 %. Отмечается, что в результате антропогенной деятельности почти уничтожена Севастопольская группа соленых озер, ранее использовавшаяся в лечебных целях.

Ключевые слова: Черное море, севастопольские бухты, морфодинамика, антропогенное воздействие, береговая линия, соленые озера, аккумулятивные берега, абразионные берега

Благодарности: работа выполнена в рамках выполнения государственного задания FNNN-2021-0005.

© Ефремова Т. В., Горячкин Ю. Н., 2023



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

Для цитирования: 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 ТНААМХ. doi:10.29039/2413-5577-2023-1-31-47

Morphodynamics of Sevastopol Bays under Anthropogenic Impact

T. V. Efremova*, Yu. N. Goryachkin

Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia

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

Abstract

The degradation of the Crimean shores under the influence of the anthropogenic factor has become a serious problem to overcome which significant efforts and financial resources are spent. The purpose of the article is to consider retrospectively the morphodynamics of Sevastopol bays under the influence of anthropogenic activity. We used materials of MHI RAS observations, satellite and aerial photographs, literary sources as well as a range of maps and plans, mainly of the 19th century. It is shown that the natural environment of Sevastopol bays has changed significantly as a result of anthropogenic activity. The greatest impact is noted in the area of Sevastopol Bay, where the shores have been subjected to significant anthropogenic impact (the removal of cliffs, concreting of the coastline, construction of piers, etc.). The shores, which can be classified as untransformed, have survived only on 1.1 km (or 3 %) of the original length of the coastline. The outer shores of the coastal bays have preserved their natural state to the greatest extent. Only 1.3 km (17 %) were subject to anthropogenic impact consisting in cutting and planning of cliffs and erection of coastal protection and beach-retaining structures. The shores of the coastal bays themselves were subject to a much greater impact. Only one of them preserves the average level of technogenic impact, whereas in three of them it is the maximum, and in three others it is extreme. Out of 33.5 km of the inner perimeter of the bays, about 10 km (30 %) remain relatively unchanged. It is noted that by now only 0.3 km or 10 % of the pre-existing shores with sandy beaches have remained in the region under consideration. It is observed that as a result of anthropogenic activity, the Sevastopol group of salt lakes, which were previously used medicinally, has been almost destroyed.

Keywords: Black Sea, Sevastopol bays, morphodynamics, anthropogenic impact, coastline, salt lake, accumulative shore, abrasion shore

Acknowledgments: The work was carried out under state assignment no. FNNN-2021-0005.

For citation: Efremova, T.V. and Goryachkin, Yu.N., 2023. Morphodynamics of the Sevastopol Bays under Anthropogenic Impact. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (1), pp. 31–47. EDN ТНААМХ. doi:10.29039/2413-5577-2023-1-31-47

Введение

Разнообразные и сложные природные процессы различных масштабов постоянно преобразуют побережье. При этом региональные характеристики береговой зоны определяют различные взаимодействия и относительную важность отдельных природных процессов. Человеческая деятельность – это еще один фактор, влияющий на преобразование побережья. Она видоизменяет природную среду и естественные процессы как прямо, так и косвенно.

Начиная с XX в. воздействие антропогенного фактора настолько усилилось, что в отдельных районах существенно превысило даже воздействие природных процессов. Урбанизация, развитие экономики и коммуникаций и связанное с ними строительство до неузнаваемости изменили естественные ландшафты отдельных побережий, что, с одной стороны, несомненно, имело положительную составляющую, но с другой – привело к ряду негативных последствий. Таких примеров немало и на побережье Черного моря [1–3].

Деграция берегов в рекреационных зонах Крыма под воздействием антропогенного фактора стала серьезной проблемой, на преодоление которой затрачиваются значительные усилия и финансовые средства. Так, Южный берег Крыма почти полностью утратил свои первоначальные прибрежные ландшафты вследствие берегоукрепительных мероприятий. На отдельных участках побережья ценные аккумулятивные пляжи исчезли частично или полностью (г. Евпатория, пгт Николаевка, с. Песчаное). Подробно антропогенное воздействие на крымское побережье рассмотрено в [4].

Полная библиография по проблематике изучения береговой зоны Крыма, доступная на сайте библиотеки Федерального исследовательского центра «Морской гидрофизический институт РАН», почти не содержит работ, посвященных Севастопольскому региону. Как правило, он упоминается в числе других, и информации о нем немного. Это вполне объяснимо, поскольку в регионе долгое время была база ВМФ СССР, что ограничивало возможность публикации. После распада СССР долгое время исследования практически не проводились и возобновились фактически 15 лет назад. Цель статьи – ретроспективно рассмотреть морфодинамику севастопольских бухт под воздействием хозяйственной деятельности.

Материалы и методы исследования

В работе использовались материалы наблюдений МГИ РАН, космические и аэрофотоснимки, литературные источники, а также массив карт и планов (главным образом XIX в.), хранящихся в Морской библиотеке Севастополя.

Результаты и обсуждение

В рассматриваемом регионе можно выделить два района.

Первый – это собственно Севастопольская бухта общей длиной в настоящее время около 7.5 км и протяженностью по периметру от входных искусственных молов 31.9 км (рис. 1). Бухта образовалась вследствие затопления устьевой части р. Черной в ходе послеледникового подъема уровня моря. Северный и южный берега Севастопольской бухты, включая Южную бухту, первоначально представляли собой клифы из сарматских известняков высотой до 30–80 футов (10–25 м) [5]. Прибрежный рельеф изрезан балками, продолжениями которых являются более мелкие бухты и вогнутости береговой линии. До освоения берег можно было отнести к абразионно-бухтовому ингрессионному риасового типа. О риасовом типе берега, характерном только для этого района Черного моря, указывалось в известной монографии В. П. Зенковича¹⁾.

¹⁾ Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Москва : Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. 216 с.



Р и с . 1 . Космический снимок бухт Севастополя, цифрами обозначены рассматриваемые в тексте районы (URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>)

Fig. 1. Space image of the bays of Sevastopol, the numbers indicate the areas considered in the text (URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>)

Вследствие своей конфигурации бухта подвержена воздействию волнения только западного направления. До строительства входных молов в 1970-х гг. ширина входа в бухту составляла 1.2 км, после строительства она уменьшилась до 0.4 км. Вследствие этого в настоящее время значительное волнение почти не проникает в бухту, а абразия немногих сохранившихся участков клифа почти равна нулю, чему способствуют и глыбовые навалы на уресе. По нашим подсчетам, к 2022 г. берега, которые с некоторыми оговорками можно отнести к непреобразованным, сохранились лишь на 1.1 км (3 % от первоначальной длины) береговой линии. Почти все они находятся на северной стороне бухты.

Берега района с начала XIX в. подвергались значительному антропогенному влиянию – это бетонирование береговой линии, строительство молов, пирсов и т. п. Кроме того, значительные участки клифов были полностью срыты. Так, в Южной бухте на Корабельной стороне в 1830–1840 гг. в ходе строительства Лазаревского адмиралтейства была вручную срыта целая гора скальной породы объемом 200 000 м³. При строительстве фортов, защищающих город с моря, клифы также срезались. Это, прежде всего, район современного Приморского бульвара (на месте не сохранившегося самого большого форта – Николаевского), Константиновского, Михайловского и Павловского фортов.

В настоящее время берег Севастопольской бухты уверенно можно отнести к антропогенному. Длина современной береговой линии, занятой гидротехническими объектами, составляет 37 700 м, об экстремальной техногенной нагрузке свидетельствует введенный в [6] коэффициент – 1.18.

Второй район протянулся субширотно к западу от южного входного мола до м. Херсонес. По прямой линии это расстояние составляет 10.5 км, а по периметру бухт – 41.1 км. Этот участок берега вместе с южной частью Севастопольской бухты формирует северное побережье Гераклеийского полуострова. Затопленные устья длинных и глубоких балок образуют семь основных бухт. Отношение длины этих бухт к их ширине в устье составляет от 0.8 (Песочная) до 5.5 (Стрелецкая) (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Морфометрические характеристики севастопольских бухт

T a b l e 1. Morphometric characteristics of Sevastopol bays

Бухта / Bay	Длина (км) / Length (km)	Ширина (км) / Width (km)	Длина/Ширина / Length/Width
Севастопольская / Sevastopol	7.5	1.2	6.3
Карантинная / Karantinnaya	1.3	0.6	2.4
Песочная / Pesochnaya	0.3	0.4	0.8
Стрелецкая / Streletskaaya	2.2	0.4	5.5
Круглая / Kruglaya	1.3	0.6	2.2
Абрамова / Abramova	0.8	0.6	1.3
Камышовая / Kamyshovaya	2.5	0.9	2.8
Казачья / Kazachya	3.0	1.1	2.7

Берега между бухтами представлены абразионным клифом, сложенным слоистыми сарматскими известняками, его высота последовательно уменьшается от 25 м на востоке до выклинивания у м. Херсонес. Здесь на берегу присутствует вал из крупных неокатанных обломков известняка высотой до 1 м. У подножья клиф окаймлен бенчем, на урезе расположены нагромождения из глыб крупных обломков известняка. В вогнутостях берега имеются узкие (шириной 5–7 м) пляжи из глыб и крупной гальки. На клифах образуются волноприбойные ниши, которые в наибольшей степени интенсифицируют естественное разрушение берегов (под воздействием атмосферных осадков, эоловых и химических процессов и др.) в виде обвалов. Поэтому скорость абразии клифов можно оценить только приблизительно, на больших временных масштабах. Средняя скорость отступления берега, рассчитанная по данным повторных топографических съемок городища Херсонеса за последнее столетие, составила 2.3–2.5 м [7]. Сектор активного волнового воздействия на этот район заключен в узком диапазоне от запада до севера. Даже при относительно небольшом разгоне волн тут нередко развивается штормовое волнение.

Рекреационными пляжами на открытом берегу являются искусственные галечные пляжи парка Победы, комплекса «Акварин» и кадетского училища на водоразделе бухт Круглой и Стрелецкой. Материал пляжей довольно успешно удерживается с помощью системы бун. Внешние берега второго района в наибольшей степени сохранили природное состояние. Из 7.6 км внешнего берега антропогенному преобразованию подверглось только 1.3 км (17 %).

Таблица 2. Морфометрические характеристики севастопольских бухт и коэффициенты техногенной нагрузки

Table 2. Morphometric characteristics of Sevastopol bays and technogenic impact coefficients

Бухта / Bay	Длина побережья (м) / Coast length (m)	Линейные размеры гидротехнических сооружений (м) / Linear dimensions of hydrotechnical structures (m)	Коэффициент техногенной нагрузки (К) / Technogenic impact coeffi- cient (K)
Карантинная / Karantinnaya	3700	1775	0.47
Песочная / Pesochnaya	1029	1087	1.05
Стрелецкая / Streletskaaya	6007	3264	0.54
Круглая / Kruglaya	3466	3312	0.95
Абрамова / Abramova	2370	1637	0.69
Камышовая / Kamyshovaya	7280	8640	1.18
Казачья / Kazachya	9670	3577	0.37

Почти все эти участки расположены между бухтами Круглой и Стрелецкой. Антропогенное воздействие здесь выразилось в срезке и планировании клифов, устройстве берегозащитных и пляжеудерживающих сооружений.

Существенно большему воздействию человека подверглись пространства самих бухт, причем это воздействие постоянно возрастает. Как видно из табл. 2, только в Казачьей бухте сохраняется средний уровень техногенной нагрузки, в трех он экстремальный (бухты Песочная, Абрамова и Камышовая), в остальных – максимальный. Из 33.5 км внутреннего периметра бухт относительно неизменными остаются около 10 км (30 %).

В устьях бухт перемещение наносов направлено к кутовым частям, это наиболее выражено в относительно мелководных бухтах с широким устьем (см. табл. 1), в кутовых частях которых образовывались аккумулятивные формы. У подножья клифов, примыкающих к внешней стороне бухт, существуют узкие (до 5 м) пляжи из слабо окатанных обломков известняка. Песчаные фракции характерны преимущественно для кутовых частей бухт.

В рассматриваемом регионе аккумулятивные формы занимали незначительные участки побережья, и ранее о них в научной литературе почти ничего не говорилось. Между тем здесь существовали пересыпи, отделявшие море от соленых озер. В настоящее время можно говорить, что под влиянием человека озера и, соответственно, пересыпи исчезли как ландшафт и форма рельефа.

В Крыму существует четыре группы соленых озер – Керченская, Тарханкутская, Евпаторийская и Перекопская²⁾. С незапамятных времен в них добывали соль, в конце XIX в. озера Крыма давали 40 % всей добычи России. Начиная с XX в. и по настоящий момент лечебная грязь озер Евпаторийской группы использовалась в медицинских целях, а рапа – как сырье для химической промышленности (производство брома, окиси магния и др.). С 1930-х гг. такое производство было развернуто и на Перекопской группе озер.

Соленые озера Крыма в зависимости от особенностей питания (море, поверхностный или подземный сток) обычно подразделяют на две группы: *континентальные*, с преобладанием поверхностного или подземного стока, и *морские*, в питании которых, кроме вод поверхностного и грунтового стока, имеет значение море²⁾. В этой группе выделяются две подгруппы, одна из которых включает лиманы и заливы, сохранившие сообщение с морем. Ко второй относятся озера, отделенные от моря сплошными пересыпями, через которые происходит относительно слабая фильтрация морской воды. Кроме этого, морские воды в штормовую погоду могут прорываться через пересыпи. Эта подгруппа охватывает большинство озер Крыма, как и рассматриваемые ниже соленые озера Севастопольской группы, которые не входили ни в одну классификацию. Это связано с тем, что сейчас осталось только одно озеро из существовавших ранее по меньшей мере девяти (рис. 2). Для сравнения в Евпаторийской группе 14 озер, в Керченской – 10.

Упоминание о соленых озерах Севастопольского региона есть в работе [8], в которой выделяют Херсонесскую группу озер, однако к моменту выхода этой работы указанные в ней озера давно не существовали, о некоторых из этих озер кратко писал В. П. Зенкович в работе¹⁾.

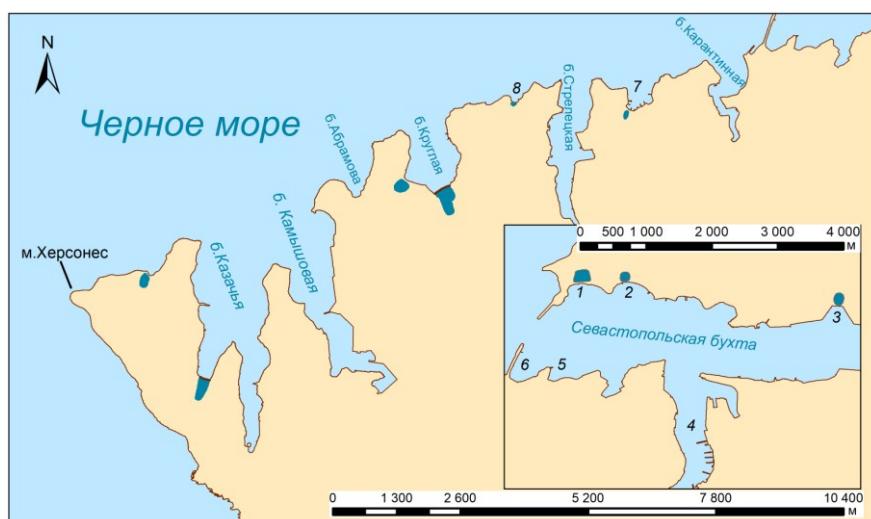


Рис. 2. Места расположения соленых озер в бухтах г. Севастополя

Fig. 2. Locations of salt lakes in the bays of Sevastopol

²⁾ Понизовский А. М. Соляные ресурсы Крыма. Симферополь : Изд-во «Крым», 1965. 162 с.



Рис. 3. Фрагмент побережья Северной стороны Севастополя: сверху – на первой карте штурмана Батурина (1773 г.); снизу – на карте штурмана Радионова (1840 г.). Стрелками показаны озера
 Fig. 3. A fragment of a map of the coast of the northern side of Sevastopol. Above – on the first map by navigator Baturin (1773). Below – on the map by navigator Radionov (1840). The arrows show the lakes

В первом районе существовали три озера: два в низменностях по обе стороны от водораздела между Константиновским и Михайловским фортами, бухты Константиновская и Матюшенко, (цифры 1 и 2 на рис. 2); третье располагалось в Панайотовой балке (цифра 3 на рис. 2). Эти озера обозначены на первой карте Севастополя штурмана Батурина, 1773 г. (рис. 3).

Впервые контуры озер были подробно приведены на карте 1840 г. Площадь каждого из них составляла 30–40 тыс. м², они существовали вплоть до Первой мировой войны.

На месте озера в Панайотовой (сейчас Доковой) балке в 1915 г. был построен самый большой в городе сухой док. В это же время на месте озера в бухте Матюшенко была развернута база гидросамолетов, сейчас здесь пустырь, заросший частично камышом. Озеро у Константиновского форта было ликвидировано в 1930-х гг., в настоящее время здесь жилая застройка.

На месте бывших пересыпей сохранились небольшие фрагменты песчаных пляжей. Очевидно, что питание аккумулятивных форм (пересыпей) и их образование в этом районе связано с существованием обширной песчаной отмели в районе Северной косы, о которой писал Паллас по результатам обследования 1793 г.: «...перед Северной косой есть малая песчаная мель» [5, с. 37]. Автор [9], отмечая вытянутое с севера на юг валообразное возвышение высотой 1–2 м западнее входных молов в Севастопольскую бухту, делает предположение, что это остатки пересыпи на входе в бухту, образовавшейся при положении берега ниже современных отметок, когда эстуарий р. Черной представлял собой лиман.

На упомянутой выше первой карте Севастополя вдоль берега от Северной косы до бухты Матюшенко обозначена сплошная полоса песка (рис. 3). Интересно, что сравнение карт за различные годы показывает, что в настоящее время площадь отмели увеличилась, а глубины в ней уменьшились, что можно связать с возведением в 1970-х гг. северного мола у Константиновского форта длиной 250 м, прервавшим вдольбереговую поток наносов. Здесь уместно отметить, что после возведения южного мола длиной 500 м поступление наносов в Северную бухту полностью прекратилось, а водообмен, по некоторым оценкам, уменьшился втрое [10]. Из анализа старинных карт видно, что ранее аккумулятивные формы в виде песчаных отмелей имелись в Южной, Александровской и Мартыновой бухтах (цифры 4, 5, 6 на рис. 2). Сейчас фрагменты этих форм остались только в Александровской бухте.

Во втором районе, в северной части Гераклеяского полуострова, насчитывалось шесть озер. Одно из них находилось в Песочной бухте (цифра 7 на рис. 2). Площадь его была невелика – около 10 000 м². На базе илов этого озера в конце XIX – начале XX в. функционировала грязелечебница. Как и пересыпи озер Северной стороны, пересыпь в Песочной бухте была сложена средне- и мелкозернистым песком с преобладанием последнего. Пересыпь, в отличие от озера, сохранилась до настоящего времени в виде пляжа «Песочный». Однако его рекреационные свойства сомнительны, поскольку из-за ошибочного проектного решения сюда поступает щебень с соседнего искусственного пляжа. В результате на пляже присутствует как исходный песчаный материал, слагающий основное тело пляжа, так и щебень, сконцентрированный в приурезовой полосе шириной до 15 м.

Два соленых озера находились в южной и западной частях бухты Круглой, от моря их отделяли две песчаные пересыпи [11]. Вот как они описаны у Палласа: «Круглая бухта основательно носит свое название. Она не достигает одной версты в длину и ширину и глубиной не более 6 сажень (11 м); имеет внутри маленький островок с малыми глубинами воды вокруг, а на берегу – два соленых озера; одно из них отделяется от бухты в ее глубине только узкой пересыпью, а другое, с западной стороны, более широким перешейком» [5, с. 41].

В западной части бухты до середины XIX в. функционировала грязелечебница, использовавшая илы озера. По аэрофотоснимку 1942 г., пересыпь в южной части имела длину около 400 м, ширину – до 80 м, в западной соответственно 150 и 40 м. Площадь южного озера составляла около 80 000 м², а западного – 15 000 м². В 1950–1960-х гг. пересыпь южного озера была почти

полностью разобрана на строительный песок, а озеро превратилось в мелко-водную (глубины менее 0.5 м) кутовую часть бухты. Еще в середине 1990-х гг. здесь сохранялась часть пересыпи с пляжем. В начале XXI в. она была засыпана грунтом, на котором были построены апартаменты. Что касается западного озера, то в настоящее время оно засыпано строительным мусором, поросшим камышом.

На месте бывшей пересыпи южного озера рельеф дна сейчас представляет собой аккумулятивные формы в виде подводных отмелей, сложенных песчаными фракциями. Начиная с 2015 г. южнее существовавшей ранее пересыпи формируется новая, в настоящее время ее длина составляет 45 м, а ширина – около 25 м (рис. 4).

Корневая часть новой косы формируется южнее на 400 м ранее существовавшей. Это связано с тем, что единый вдольбереговой поток наносов в бухте прерван из-за постройки трех бун севернее, а источник питания (подсыпaeмый перед курортным сезоном на пляж песок) находится южнее их. Песок во время штормов мигрирует в кутовую часть. То есть мы видим стремление литодинамической системы бухты Круглой (при наличии источников питания) к возврату в исходное равновесное состояние. По данным промера, глубины в кутовой части, где расположена база маломерного флота, уменьшаются, т. е. продолжается процесс аккумуляции наносов. Вместе с тем поток наносов в самой бухте невелик, на что указывает видимое отсутствие аккумуляции наносов со стороны моря у возведенных бун. Городские власти планировали засыпать кутовую часть бухты. Планировалось и срытие остатков островка для улучшения судоходства. Эти планы основывались на ошибочном представлении о литодинамике бухты.



Р и с . 4. Место примыкания формирующейся песчаной косы на космических снимках на месте бывшего соленого озера: *слева* – 2009 г.; *справа* – 2020 г.

F i g. 4. The junction of the emerging sand spit on satellite images at the place of the former salt lake. Left – 2009, right – 2020



Р и с . 5 . Островок в центре Круглой бухты на фрагментах карты 1854 г.³⁾ (слева) и 1856 г.⁴⁾ (справа)

F i g . 5 . An islet in the center of Kruglaya Bay on the map of 1854 (left) and 1856 (right)

В центральной части бухты существует поднятие дна, которое в период наиболее низкого стояния уровня выступает над поверхностью воды. Его длина составляет около 150 м, ширина от 20 до 90 м. На старинных картах данная форма рельефа обозначалась как небольшой островок (рис. 5). По происхождению он, по-видимому, является останцом, на котором были сооружены античные постройки. Это было возможно, так как в то время уровень моря был на 2–3 м ниже современного. Косвенно это подтверждается наличием в западной части бухты волноприбойных ниш на глубине около 2 м, найденных нами при обследовании дна.

Подводные исследования в бухте проводила экспедиция отдела подводной археологии Музея-заповедника «Херсонес Таврический» [12, 13]. Находки артефактов позволили предполагать существование на островке сооружения общественного или религиозного назначения. На южной стороне отмели с помощью водолазного обследования и съемки с квадрокоптера выявлена каменная насыпь протяженностью около 60 м и шириной 20 м, существование которой, предположительно, было связано с использованием акватории бухты в качестве гавани. Еще 100 лет назад большая часть дна бухты была покрыта слоем песка и были сформированы широкие песчаные пляжи

³⁾ Harbour of Sevastopol or Akhtiar, the antient Ctenus. From a Russian MS with additional soundings : map / by Captain E. Lyons R.N., H.M.S. Scale : [circa 1:40,000]. G236:6/39. [London] : Hydrographic Office, 1854. 1 map ; 57.5 × 34 cm.

⁴⁾ Sevastopol, shewing the Russian defence works and the approaches of the allied armies : map / by Lieut. Geo. R. Wilkinson, R.N. ; Capt. T. Spratt, R.N.C.B. 1 : 18,300. [London] : Hydrographic Office, 1856. 1 map : col. ; 77 × 118 cm.

(обследование С. А. Зернова в 1912 г.⁵⁾). К настоящему времени количество песка существенно уменьшилось вследствие его отбора, так как берег и дно абрадируют под воздействием волнения достаточно медленно из-за поднятия в центре бухты, гасящего энергию волн.

Значительное по размеру соленое озеро существовало в кутовой части Казачьей бухты. По данным работы [5], длина озера в конце XVIII в. составляла около 130 саженей (238 м); низкая отделяющая его пересыпь имела 60 саженей длины и 23 ширины (110 и 49 м соответственно), из которой 14 саженей (26 м) составляло плоское белое побережье, по-видимому, иногда заливаемое.

Далее в [5, с. 41] отмечается: «В соляном озере дно столь же бело, как и в заливе; уровень воды в нем летом... казался гораздо ниже, чем в заливе». Площадь озера, по-видимому, составляла около 60 000 м². По пересыпи в течение долгих лет проходила грунтовая дорога. В 1950-х гг. большая часть пересыпи, как и в бухте Круглой, была разобрана на строительный песок. В настоящее время сохранилась небольшая часть косы в восточной части бухты (рис. 6). Она сложена песком с примесью окатанных обломков известняка. Анализ космических снимков показывает современное накопление наносов в районе бывшей пересыпи.

Небольшое соленое озеро до начала XXI в. существовало в вогнутости берега на месте современного комплекса «Аквамарин» (цифра 8 на рис. 2). Площадь озера составляла около 1000 м², а пересыпь имела длину около 60 м при ширине 10 м. Она была сложена в основном окатанными обломками известняка. В 2010 г. озеро было засыпано, а на его месте сооружена набережная.



Р и с . 6 . Остаток пересыпи соленого озера в Казачьей бухте

F i g . 6 . The remnant of the saline lake bay-bar in Kazachya Bay

⁵⁾ Зернов С. А. К вопросу об изучении жизни Черного моря. СПб., 1913. 280 с. (Записки Императорской академии наук по физико-математическому отделению ; т. 32, № 1). URL: <https://elibr.rgo.ru/handle/123456789/217532> (дата обращения: 7.02.2023).

Наконец, единственное сохранившееся до наших дней озеро находится у м. Херсонес. Вот как оно описано в [5, с. 41]: «Имеется еще соляное озеро... в 60 сажень (110 м. – *Прим. авт.*) длины на лопатовидном мысе, которым кончается Крым на северо-западе. Это озеро тоже, по-видимому, было частью залива, и его пересыпь образована накатом волн, снесших ил и гравий в плотину, имеющую длину почти в 60 сажень при ширине около 20, одной вышины с берегом; все окружено обломками камней, как маленьким валом, так что теперь в этом озере, отделенном от моря, садится соль, что, однако, не случается ежегодно. Эта соль – хотя и дурного качества, ибо [озеро] насыщено горькой солью, употребляется и берется татарами из соседних горных деревень, вынужденных отвозить бесплатно десятый воз владельцу в Ахтиар; то же делается и относительно озер Круглой бухты. Несколько соляных низин, почти сухих, видимых на этом мысе в расстоянии 60 сажень от маяка, по-видимому, имеют такое же происхождение и отделяются от моря береговыми, низкими набросками, уподобляющимися каменным стенам».

В настоящее время озеро двойное, в его южной, кутовой части имеется еще одна пересыпь, обе они сложены обломками известняка. Площадь озера составляет около 15 000 м², длина пересыпи – 150 м, ширина – до 30 м. Ландшафт окружающей местности – озерно-лиманный с галофитной растительностью [14] (рис. 7).

В 2016 г. южная часть озера была засыпана при строительстве дороги. В настоящее время озеро находится в режимной зоне и недоступно для исследования. В целом можно сказать, что пересыпи второго района образовались в относительно широких и открытых бухтах с небольшой глубиной, где значительное волнение может доходить до их кутовых частей. В других бухтах перемещение наносов или создавало косы, или заполняло вогнутости береговой линии.



Рис. 7. Последнее оставшееся соляное озеро в Севастопольском регионе

Fig. 7. The last remaining salt lake in the Sevastopol region

Так, в верховьях Камышовой бухты, на ее восточном берегу, существовала небольшая окаймляющая аккумулятивная форма – Марфина коса. В послевоенное время слагающий ее песок был использован в качестве строительного материала. Судя по старинным картам, за достаточно короткий период в XX в. была занесена песком короткая балка на западном берегу центральной части Стрелецкой бухты. В античное время была «засыпана жителями города» или «затянута песком в результате перемещения морских наносов» и балка в центральной части бухты Карантинной, являвшаяся внутренней гаванью древнего Херсонеса [15, с. 8].

По нашим подсчетам, пересыпи озер с песчаными пляжами в первом районе ранее занимали около 1.1 км береговой линии, во втором районе – 1.5 км, а в сумме – 2.6 км. Это немного по отношению к общей длине берега, однако к настоящему времени осталось только 0.3 км (10 %) берега с песчаным пляжем.

Значительные преобразования под воздействием антропогенной деятельности претерпела устьевая часть р. Черной, впадающей в Севастопольскую бухту. В послеледниковое время в морском устье реки сформировались мощные морские, лиманно-морские и аллювиальные отложения. В середине XIX в. устье реки представляло собой заболоченную местность – дельту реки с многочисленными рукавами. На старинных картах видно, что на взморье реки существовал широкий бар с глубинами до 1 м. Еще более древняя внутренняя дельта реки, остатки которой прослеживаются до сих пор, располагалась в районе современного моста. Вероятно, устьевой участок реки и Инкерманского лимана во время очередной трансгрессии был затоплен морем, затем в результате заполнения осадками и регрессии моря морская стадия развития устья сменилась лиманной, а позже речной, и устье приобрело современный рельеф [16]. В настоящее время на месте заболоченной дельты расположена глубоководная акватория. Конфигурация берегов антропогенно изменена сооружением молов, причалов, дамб и других гидротехнических сооружений на насыпных грунтах. Основные преобразования устья р. Черной заключались в сооружении ковша Севастопольского морского порта (в Инкермане), создании искусственного водоема площадью около 0.4 км² на устьевом участке реки и месте пойменного болота, прорытия судоходного канала (рис. 8). Сейчас территория представляет собой сплошную промышленную зону. В последние годы под видом выравнивания береговой линии производится незаконная добыча песка.

Значительные заболоченные участки на месте впадения временных водотоков ранее находились и в кутовых частях Южной и Артиллерийской бухт. Еще в XIX в. их засыпали грунтом, извлеченным при срытии клифов: в Южной бухте при строительстве Лазаревского адмиралтейства (см. выше), в Артиллерийской бухте при возведении Николаевского форта. На месте бывшего болота в Южной бухте сейчас находятся железнодорожный и автовокзал. Небольшие заболоченные участки в устьях временных водотоков сейчас сохранились только в Стрелецкой и Казачьей бухтах.



Р и с. 8. Устье р. Черной: на фрагменте карты 1773 г. (слева), на космическом снимке 2021 г. (справа) (URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>)

Fig. 8. The mouth of the Chernaya River: on 1773 map (left), on 2021 space image (right) (URL: <https://www.google.com/intl/ru/earth/>)

З а к л ю ч е н и е

На основании вышеизложенного можно сделать следующие основные выводы:

- в результате антропогенной деятельности природная среда сева­стопольских бухт существенно изменилась;
- наибольшее воздействие отмечается в районе Севастопольской бухты, где берега подверглись значительному антропогенному изменению: сры­вались клифы, бетонировалась береговая линия, строились молы и пирсы и т. п. Берега, которые можно отнести к непреобразованным, сохранились лишь на 1.1 км (или на 3 % от первоначальной длины) береговой линии. Степень техногенной нагрузки – экстремальная;
- внешние берега бухт взморья в наибольшей степени сохранили при­родное состояние. Антропогенному воздействию, выразившемуся в срезке и планировании клифов, устройстве берегозащитных и пляжеудерживающих сооружений, подверглось только 1.3 км (17 %) из 7.6 км береговой линии;
- существенно бóльшему воздействию человека подверглись берега бухт взморья, причем это воздействие постоянно возрастает. Только в одной бухте сохраняется средний уровень техногенной нагрузки, в трех он экстремальный и в трех – максимальный. Из 33.5 км внутреннего периметра бухт относи­тельно неизменными остаются около 10 км (30 %);
- в результате антропогенной деятельности почти уничтожена Сева­стопольская группа соленых озер, ранее использовавшаяся в лечебных целях. Осталось только одно озеро из существовавших ранее по меньшей мере девяти;
- к настоящему времени в рассматриваемом регионе от ранее существо­вавших берегов с песчаным пляжем осталось только 0.3 км (10 %);
- значительные преобразования под воздействием антропогенной деятель­ности претерпела устьевая часть р. Черной и заболоченные участки на месте впадения временных водотоков, которые ранее находились в кутовых частях бухт, в XIX в. засыпанные грунтом, извлеченным при срытии клифов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Beach erosion and coastal protection plan along the southern Romanian Black seashore / K. Kuroki [et al.] // Coastal Engineering. Proceedings of the 30th International Conference, San Diego, California, USA, 3–8 September 2006. World Scientific, 2006. P. 3788–3799. doi:10.1142/9789812709554_0318
2. Longshore sediment transport at Golden Sands (Bulgaria) / H. Nikolov [et al.]. Oceanologia. 2006. Vol. 48, iss. 3. P. 413–432. URL: <https://www.iopan.gda.pl/oceanologia/483nikol.pdf> (date of access: 7.02.2023).
3. Long-term coastal changes of Varna bay caused by anthropogenic influence / M. Stancheva [et al.] // Geo-Eco-Marina. 2011. Iss. 17. P. 33–40. doi:10.5281/zenodo.56892
4. 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. doi:10.22449/2413-5577-2022-1-6-30
5. Паллас П. С. Наблюдения, сделанные во время путешествия по южным местностям Русского государства в 1793–1794 годах. Москва : Наука, 1999. 246 с.
6. Айбулатов Н. А., Артюхин Ю. В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 304 с.
7. Лебединский В. В., Пронина Ю. А. Изучение древней береговой линии Херсонесе Таврического и его хоры // Херсонесский сборник. Севастополь, 2014. Вып. 18. С. 97–116. EDN YMQY TZ.
8. Олиферов А. Н., Тимченко З. В. Реки и озера Крыма. Симферополь : Доля, 2005. 214 с.
9. Мысливец В. И. Взаимоотношения природы и человека на побережье Юго-западного Крыма // Альманах Пространство и Время. 2017. Т. 14, вып. 1.
10. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / В. А. Иванов [и др.]. Севастополь : МГИ НАНУ, 2006. 90 с. URL: http://mhi-ras.ru/assets/files/gidrologo-gidrohimicheskij_rezhim_sevastopolskoj_buhty_2006.pdf (дата обращения: 7.02.2023).
11. Удовик В. Ф., Харитонова Л. В., Горячкин Ю. Н. Мониторинг состояния городских пляжей Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2017. № 4. С. 86–94.
12. Букатов А. А. Подводные археологические исследования в бухте Круглая // Вопросы подводной археологии. 2020. № 11. С. 22–29. EDN GXFFGR. doi:10.24412/2220-0959-2020-11-22-29
13. Букатов А. А., Бондарев И. П., Дюженко Т. В. К вопросу о существовании гавани Херсонеса в бухте Круглая // Херсонесский сборник. Севастополь, 2020. Вып. 21. С. 7–16. EDN OUIAPI.
14. Панкеева Т. В., Бондарева Л. В. Методические подходы к ландшафтно-созологической оценке прибрежных комплексов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 11. С. 57–67. EDN VKCZGF.
15. Букатов А. А., Бондарев И. П., Дюженко Т. В. Порт Херсонеса Таврического в Карантинной бухте и природные процессы // Херсонесский сборник. Севастополь, 2019. Вып. 20. С. 7–20.
16. Миньковская Р. Я., Демидов А. Н. Эволюция морского устья реки Черной (Севастопольский регион) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2016. № 1. С. 81–88. EDN VUYZOZ.

Поступила 24.11.2022 г.; одобрена после рецензирования 23.01.2023 г.;
принята к публикации 01.02.2023 г.; опубликована 24.03.2023 г.

Об авторах:

Ефремова Татьяна Владимировна, ведущий инженер, Морской гидрофизический институт РАН (299011, Россия, Севастополь, ул. Капитанская, 2), **ORCID ID: 0000-0001-8045-6320**, *efremova@mhi-ras.ru*

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

Заявленный вклад авторов:

Ефремова Татьяна Владимировна – постановка проблемы, обработка и анализ данных, подготовка текста статьи и картографического материала

Горячкин Юрий Николаевич – постановка проблемы, обработка и анализ данных, подготовка текста статьи

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.