

## Изменения береговой зоны Евпатории за последние 100 лет

Ю. Н. Горячкин

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

Поступила 31.10.2019 г.; принята к публикации 21.02.2020 г.; опубликована 25.03.2020 г.

В связи с проблемой деградации пляжей Евпатории и задачей их восстановления выполнен анализ изменений ее береговой зоны за последние 100 лет. Использовались материалы многолетних мониторинговых наблюдений, выполняемых Морским гидрофизическим институтом РАН (эхолотный промер, георадарные и тахеометрические GPS-съемки, гранулометрический анализ наносов, измерения волновых течений и др.). Дополнительно привлекались данные аэрофото- и космических снимков сверхвысокого разрешения, литературные и архивные источники. Получены количественные характеристики изменений площади пляжей и конфигурации береговой линии. Обсуждаются изменения вещественного состава пляжевых и донных наносов, рельефа берегового склона. Описаны факторы антропогенного воздействия на береговую зону, определено их влияние на ее изменчивость. Сделаны выводы, что деградация пляжей Евпатории характеризуется отступанием береговой линии с уменьшением общей площади пляжей, сокращением вертикальной мощности песчаных наносов на пляжах и в приурезовой зоне вплоть до полного их исчезновения и вскрытия глинистых отложений или бенча, сложенного известняком, изменением вещественного состава пляжей. Отмечено, что наибольшие изменения произошли после завершения строительства мола морского торгового порта и реконструкции набережной им. Терешковой в конце 70-х – начале 80-х гг. прошлого века. Почти для всей территории береговой зоны Евпатории характерен острый дефицит донных наносов (песка), вызванный многолетней нерациональной антропогенной деятельностью.

**Ключевые слова:** динамика береговой зоны, антропогенное воздействие, Евпатория, Крым.

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2019-0004.

**Для цитирования:** Горячкин Ю. Н. Изменения береговой зоны Евпатории за последние 100 лет // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2020. № 1. С. 5–21. doi:10.22449/2413-5577-2020-1-5-21

© Горячкин Ю. Н., 2020



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

# Changes in the Yevpatoria Coastal Zone in the Last 100 Years

Yu. N. Goryachkin

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

Submitted 31.10.2019; revised 21.02.2020; published 25.03.2020

In regard to the problem of degradation of Yevpatoria beaches and task of their restoration, the changes of the city's coastal zone during the last 100 years were analyzed. The long-term monitoring observations made by the Marine Hydrophysical Institute of RAS (echo-sounding and geo-radar surveys, grain size analysis of beach material, GPS-tacheometer measurements, wave currents measurements etc.) were used. Ultra-high resolution aerial and space images, literary and archive sources were additionally used. Quantitative characteristics of changes of the area of beaches, configurations of the coastal line were received. Changes in material structure of beach and bottom deposits, relief of the coastal slope were defined. The paper describes factors of anthropogenic influence on the coastal zone and their effect. Conclusions are made that beach degradation in Yevpatoria is characterized by the following: shore retreat with a reduction in the total area of beaches; reduction of the vertical thickness of sand deposits on the beaches and in the nearshore zone up to their complete disappearance and opening of clay deposits or limestone bench; changes in the beach material structure. It is noted that the greatest changes occurred following construction of a pier of the sea trading port and reconstruction of Tereshkova Embankment in 1970–80s. Nearly all the territory of the Yevpatoria coastal zone suffers from a severe shortage of bottom deposits (sand) caused by long-term irrational anthropogenic activity.

**Keywords:** dynamics of the coastal zone, anthropogenic influence, Yevpatoria, Crimea.

**Acknowledgments:** the research is performed under State Order No. 0827-2019-0004.

**For citation:** Goryachkin, Yu. N., 2020. Changes in the Yevpatoria Coastal Zone in the Last 100 Years. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (1), pp. 5–21. doi:10.22449/2413-5577-2020-1-5-21 (in Russian).

В последние десятилетия основной причиной разрушения берегов и деградации пляжей является усиление негативного воздействия человека на береговую зону морей и океанов. К такому результату приводит строительство капитальных бетонных конструкций, отбор пляжеобразующего материала с пляжей и подводного берегового склона, разрушение прибрежных дюн и ряд других факторов. Особенно уязвимыми оказываются аккумулятивные берега, которые сложены песчаными наносами и имеют наибольшую рекреационную ценность. В Черном море эта проблема коснулась и всемирно известных курортов Болгарии [1–3] и Румынии [4–5], а также других стран. В данной работе мы рассмотрим эволюцию широко известных песчаных пляжей города Евпатории, расположенного в западной части Крымского п-ова, на берегу Каламитского залива Черного моря.

Основой существования и развития Евпатории как курорта в XX в. являлись два основных фактора: знаменитые «золотые» песчаные пляжи и грязелечение на основе илов и рапы оз. Мойнаки. На их базе курорт бурно развивался, особенно в 60–70-х гг. прошлого века. За последние 100 лет население города увеличилось более чем в семь раз, достигнув 120 тыс. человек, количество отдыхающих в отдельные годы приближалось к 1 млн человек в год. Песчаные пляжи Евпатории в сочетании с мелководьем прибрежной полосы долгие годы создавали идеальные условия для существования детского курорта. В настоящее время вследствие нерационального хозяйствования оз. Мойнаки потеряло свое лечебное значение, пляжи деградировали. В результате рекреационная привлекательность Евпатории значительно снизилась, что вызывает обоснованную тревогу у городской администрации и руководителей здравниц. В настоящее время изучается вопрос о воссоздании курорта как всероссийской детской здравницы. Однако эту задачу будет невозможно осуществить, если не поставить цель как минимум сохранить пляжи сейчас в их современном виде и восстановить в будущем. Принимаемые управленческие и проектные решения должны базироваться на понимании тех процессов, которые привели береговую зону Евпатории к ее сегодняшнему состоянию.

Отдельные аспекты динамики береговой зоны Евпатории затрагивались в [6–10]. В этих работах были оценены изменения береговой линии по спутниковым данным, выполнено математическое моделирование ветрового волнения, волновых течений и потоков наносов для района Евпаторийской бухты и прилегающей акватории, был определен отклик береговой линии на изменения уровня моря. Рассматривались и некоторые другие вопросы. Вместе с тем подробного анализа процессов, приведших к деградации пляжей Евпатории, сделано не было.

Цель данной работы – рассмотреть в ретроспективе изменения, которые произошли в береговой зоне городской черты г. Евпатории за последние 100 лет в связи с воздействием природных и антропогенных факторов. При подготовке статьи нами использовались материалы многолетних мониторинговых наблюдений, выполняемых Морским гидрофизическим институтом (эхолотный промер, георадарные съемки, гранулометрический анализ наносов, тахеометрические *GPS*-съемки, измерения волновых течений и др.). Также использовались данные аэрофото- и космических снимков сверхвысокого разрешения, литературные и архивные источники. Поскольку застройка в районе береговой линии практически не менялась, взаимная привязка снимков не встречала затруднений. Для расчета изменений береговой линии использовался подсчет площадей в пределах первичных литодинамических ячеек, а не расстояний до уреза, так как изменчивость конфигурации береговой линии довольно значительна, что может давать существенную погрешность. При этом поправки на изменения уровня моря не вносились, поскольку ранее было показано, что они относительно невелики и сравнимы с ошибкой взаимной привязки снимков [8].

Протяженность береговой линии собственно г. Евпатории от границы с Сакским районом западнее м. Евпаторийского и до пересыпи оз. Сасык-Сиваш составляет около 22 км. Почти вся территория, прилегающая к бере-

говой линии за границами пляжа, в настоящее время застроена. Исключение составляют около 1.5 км охранной зоны в восточной и западной частях пересыпи оз. Мойнаки и небольшой участок, примыкающий к железной дороге на восточной окраине города. В начале XX в. сплошной застройкой было охвачено менее 10 % береговой линии, в последующие 15 лет было застроено еще 10 % (район к западу от м. Карантинного, ранее известный как Дачный). Для удобства рассмотрения разделим береговую линию на три района: западный, центральный и восточный (рис. 1).

**Западный район** охватывает побережье от м. Евпаторийского до восточной границы пересыпи оз. Мойнаки и протягивается на 8 км (рис. 1). За мысом берег принимает север-северо-восточное направление и, описывая плавную дугу, образует открытую Мойнакскую бухту, береговая линия которой имеет широтное простирание. Берег бухты образован пересыпью, ранее отделявшей от моря полосу соленых озер и засух. Самые крупные озера Ялы-Мойнак и Отар-Мойнак (чаще его называют Мойнаки) являются водоемами лиманного типа.

*Пгт Заозерное.* Между м. Евпаторийским и пересыпью оз. Мойнаки находится пгт Заозерное, где с 1913 г. до 50-х гг. XX в. располагалось единственное на этом побережье строение санатория «Чайка». До 60-х гг. XX в., когда район стал активно застраиваться санаториями и пионерскими лагерями, он представлял собой практически первозданный дюнный ландшафт с травянистой растительностью. Для него были типичны навейные ветром бугры высотой 2 м, закрепленные кустами тамарикса (*Tamarix ramosissima*) и лоха (*Elneagnus angustifolius*). Подвергающаяся действию приобя и лишенная растительности полоса шириной до 10 м была сложена из желтого песка с небольшим количеством раковин [11]. В этой же работе отмечалось, что подводная зона, прилегающая к м. Евпаторийскому, за исключением



Р и с. 1. Схема береговой линии Евпатории: западный (красная линия), центральный (синяя линия), восточный (коричневая линия) районы. 1 – ул. Полупанова; 2 – ул. Дувановская; 3 – парк им. Фрунзе; 4 – Центральная курортная поликлиника

F i g. 1. Schematic illustration of the Yevpatoria coastline: western district (red line), central district (blue line), eastern district (brown line) 1 – Polupanova St., 2 – Duvanovskaya St., 3 – Frunze Park, 4 – Central Resort Outpatient Clinic

узкой прибойной полосы с песком, до 12-метровой изобаты сложена из известняковой плиты, поросшей водорослью цистозира (*Cystoseira Barbata*). Водоросль zostера (*Zostera marina*), маркирующая пески, появилась лишь у начала пересыпи Мойнакского озера.

В настоящее время дюны с растительностью повсеместно уничтожены, на их месте построено сплошное бетонное ограждение, обозначающее границы пляжной территории. Сейчас в вещественный состав пляжей входит значительное количество окатанных обломков известняка различного размера. По данным нашего подводного обследования, отмеченное выше строение дна у м. Евпаторийского сохраняется. В районе пгт Заозерное от уреза до глубины 1–1.5 м на расстоянии 50–100 м тянется полоса песков, сменяемая известняковой плитой, поросшей цистозирой, с включениями пятен песка, которые заполняют ее углубления. Дно, примыкающее к пересыпи Мойнакского озера, на значительное расстояние (до 500–700 м) сложено преимущественно песком, в который по мере удаления от берега добавляется примесь гравия и ила, а также включения битой и живой ракуши. Поскольку образование м. Евпаторийского связано с локальным поднятием поверхности карбонатных пород, то выходы известняков подступают почти к берегу. В связи с этим мощность песков здесь всегда была невелика. Пляжи к северу от мыса расширяются, в настоящее время их ширина составляет от 20 до 70 м, минимальная – на пересыпи Ялы-Мойнакского озера и к западу от м. Евпаторийского.

Берег западнее м. Евпаторийского активно отступает, чему способствует и известный факт концентрации волновой энергии у мысов. Отступающий берег обнажает коренные глины, которые, размываясь, создают полосу взмученной воды и резко снижают рекреационную привлекательность пляжей. Сравнение с картами XIX в. показывает, что конфигурация м. Евпаторийского существенно изменилась, к настоящему времени он приобрел более спрямленную форму. Прямые наблюдения на створах показали, что за 1980–1988 гг. отступление берега у пансионата «Фотон» (к западу от мыса) составило 14 м со средней скоростью 1.8 м/год [12]. Сравнение спутниковых снимков за 2004–2018 гг. и наших GPS-съемок показывает, что берег здесь отступил в среднем на 14 м (1.2 м/год). Однако были периоды с относительно стабильным режимом и даже выдвиганием берега, когда глинистые обнажения перекрывались чехлом песка, что обусловлено двусторонними миграциями наносов. Такие миграции характерны и для береговой линии к северо-востоку от м. Евпаторийского. Анализ спутниковых данных и прямых измерений свидетельствует о том, что по крайней мере в последние 15 лет на фоне межгодовых и сезонных изменений пляжи здесь относительно стабильны. Вместе с тем в районе детского оздоровительного лагеря (ДОЛ) «Лучистый» начиная с 2013 г. наблюдалось существенное приращение пляжа на участке длиной около 500 м. За пять лет (2013–2018 гг.) площадь пляжа здесь увеличилась на 10800 м<sup>2</sup>, в среднем его ширина возросла на 21.6 м, максимальная площадь приращения была в 2016 г. Одновременно с этим севернее этой зоны аккумуляции на территории пляжей ДОЛ «Жемчужина» и санатория «Троянда» на протяжении приблизительно 1 км зафиксирована зона размыва. Пляжи здесь потеряли около 8200 м<sup>2</sup> площади,

а среднее отступление береговой линии составило 8.2 м. Отметим, что на границе между зонами аккумуляции и размыва достаточно давно находится поперечное бетонное сооружение в виде небольшой шпоры, однако ранее оно не оказывало заметного влияния на вдольбереговое движение наносов. В последние годы в рассматриваемом районе с целью наращивания пляжей активно устанавливались искусственные рифы и временные поперечные сооружения. Можно предположить, что они и повлияли на изменения потока наносов. Кроме этого, блокированию движения наносов, возможно, способствовало накопление в прибойной зоне значительного количества водорослей, которые в последние годы образовывали сплошные широкие полосы у берега. Помимо изменения конфигурации береговой линии, отмечается и сокращение вертикальной мощности пляжевых наносов. Исходя из преобладающего волнения и положения входящих углов на нескольких поперечных берегу сооружениях, результирующее вдольбереговое движение наносов у пгт Заозерное направлено от м. Евпаторийского к пересыпи оз. Мойнаки.

*Мойнакская пересыпь.* По данным обследования 1949 г., пересыпь со стороны озера характеризовалась присутствием песков с известняковой галькой и щебнем, а на морском склоне пересыпи наряду с песком отмечалось наличие гальки и раковин. Гребень берегового вала (шириной 6–7 м) состоял из навейного ветром мелкого песка [13]. В восточной части ширина пересыпи в 1949 г. составляла около 150 м (в настоящее время она примерно такая же). На сохранившейся немецкой кинохронике 1943 г. здесь виден широкий песчаный пляж и довольно крутой береговой уступ. Такое же строение сохранялось до 70-х гг. прошлого века, что хорошо заметно на фотографиях тех лет. В настоящее время песчаный пляж существенно более пологий. У восточного конца пересыпи до середины 60-х гг. пересекал сырой лог, который представлял собой проток из Мойнакского озера, заливавшийся во время штормов морской водой. Сейчас его не существует. В 70-х годах XX в. при строительстве круглогодичного детского пионерского лагеря санаторного типа «Юный ленинец» часть озер была засыпана, а территория западной части пересыпи перепланирована и застроена.

Пересыпь относительно стабильна, о чем свидетельствует сравнение аэрофото- и спутниковых снимков 1941, 1948, 1969 и 2018 гг. Этому способствуют большая мощность песков пересыпи (6–8 м) и их значительные запасы на дне. Как уже выше отмечалось, в отличие от соседних участков дно почти на всем протяжении Мойнакской бухты покрыто песками, а сама бухта является своеобразной ловушкой наносов. Нашими *GPS*-съемками установлено, что сезонная и межгодовая изменчивость положения береговой линии здесь достигает 10–12 м. Обычно площадь пляжа максимальна в осенний период и минимальна в начале лета. Необходимо отметить, что среди причин потери наносов для всего западного района большое значение имеет эоловое выдувание песка с пляжей. Руководство здравниц понимает важность сохранения пляжей, поэтому песок, который выдувается в зимний период на их территорию, вывозится обратно на пляжи.

**Центральный район** протянулся на 4.5 км от восточного края Мойнакской пересыпи до м. Карантинного. Это основной район курорта и одновременно наиболее проблемный участок берега. Многолетняя деградация



Рис. 2. Пляж к западу от ЦКП в 1934 г. (вверху), в 2019 г. (внизу)

Fig. 2. Beach west of the Central Resort Outpatient Clinic in 1934 (top); 2019 (bottom)

видны широкие пляжи, в тылу которых располагались песчаные дюны, поросшие кустарниковой растительностью. На фотографии также заметны довольно крутой береговой уступ, переходящий в пляж, и волнообразная конфигурация береговой линии. Вогнутостям берега, обусловленным особенностями простиранья известковых отложений, сейчас соответствует минимальная ширина пляжа. В районе ул. Гоголя к пляжу примыкало небольшое соленое озеро, позже засыпанное. Основная застройка района проходила до Первой мировой войны. Уже тогда в его западной части несколько дач были построены слишком близко к урзу, что привело к деградации пляжа. Так, на фотографии столетней давности видна примитивная берегозащита в виде кольев у вертикальной стенки дачи Новицкого (ныне санаторий им. Крупской). Сегодня этот участок берега лишен пляжа и является проблемным.

На фотографии 30-х гг. прошлого века в курортной зоне дюн и растительности на пляжах уже нет, зато видны деревянные щиты, используемые в качестве защиты от выдувания песка в зимний период. В 1942 г. немцами на пляжах района была возведена противодесантная оборона с бетонными капитальными сооружениями, которые после войны были демонтированы. Разного рода капитальные сооружения на пляжах строились и в другие периоды существования курорта. Так, в 70-х гг. прошлого века были возведены массивные двухэтажные навесы с мощным железобетонным фундаментом – так

пляжей привела к тому, что в настоящее время на отдельных локальных участках песчаные наносы, достигавшие еще в конце прошлого века мощности 1.0–1.5 м, смыты полностью, вследствие чего обнажились коренные породы. Уже в 2007 г., по данным нашей съемки вертикального строения пляжей с помощью георадара, в районе набережной им. Горького мощность песка едва достигала 0.3–0.5 м. На отдельных участках пляжа известняк выходил на поверхность. Об уменьшении вертикальной мощности пляжей свидетельствует тот факт, что в декабре 2017 г. на пляже Центральной курортной поликлиники (ЦКП) шторм вскрыл древнегреческую плитовую могилу конца IV – начала III века до н. э. Наглядное представление о том, как изменился в этом районе внешний вид берега, дает рис. 2.

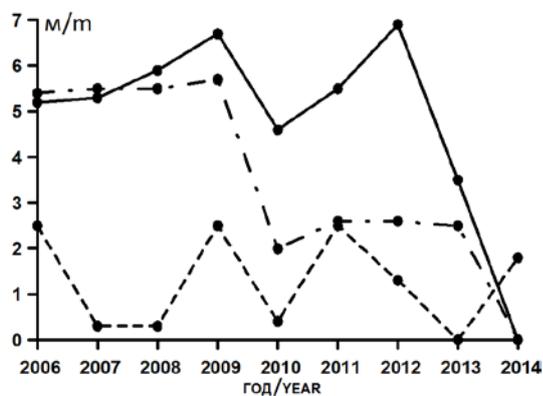
На наиболее ранних фотографиях этого района (начало XX в.)

называемые азарии. Отступающие пляжи довольно быстро стали подмывать их фундаменты, поэтому уже в начале 80-х гг. навесы были демонтированы. Наша георадарная съемка показала на пляжах этого района многочисленные остатки фундаментов, полости и металлические предметы.

В 20-х гг. прошлого века пляжи центрального района были сложены из чистого желтого песка с преобладающей крупностью частиц от 0.25 до 0.5 мм. Отмечалось, что уже на расстоянии 20–30 м от берега на глубине 1.5 м наблюдалась обнаженная плита известняка, опускающаяся в море пологим склоном (около 1°) [11]. Гранулометрический анализ показывает суммарное содержание фракции 0.25–1 мм в пределах 55–90 %. Под детритовым песком залегает небольшой (до 20 см) слой песчано-галечниковых отложений, сменяемый известняком. На подводном береговом склоне на протяжении всего участка преобладает фракция 0.1–0.25 мм, подчиненное значение имеет фракция 0.25–0.5 мм. В отдельных районах в строении пляжей прослеживаются глинистые отложения (в частности, на пляже парка им. Фрунзе). В материале, слагающем пляжи в настоящее время, значительно содержание крупной гальки и валунов из известняка, особенно в приурезовой зоне. Поросшая цистозирой известняковая плита располагается сейчас или непосредственно у уреза, или на расстоянии 20–40 м на глубине 1–1.5 м в зависимости от участка берега, и только в районе пляжа парка им. Фрунзе это расстояние увеличивается до 100–150 м.

Путеводители конца XIX – начала XX вв. приводят ширину евпаторийских пляжей от 20 до 40 саженей (43–85 м). В настоящее время минимальная их ширина составляет 0–8 м, а максимальная – до 80 м. Общая потеря площади пляжей Евпатории из-за отступления берега оценена нами в работе [9] путем сравнения спутникового снимка 2006 г. с аэрофотоснимком 1941 г. По этим подсчетам потеря площади от ул. Полупанова до ул. Дувановской составляла 59000 м<sup>2</sup>, а среднее отступление – 23.6 м. Ширина пляжей в 1941 г. в этом районе составляла 20–80 м. Привязка более качественного аэрофотоснимка 1948 г. к спутниковому снимку 2018 г. с разрешением 0.6 м/пиксель и их сравнение показывает, что за 70 лет на участке берега от ул. Полупанова до ул. Дувановской потеряно около 52000 м<sup>2</sup> пляжей, а среднее отступление береговой линии составило 20.8 м. Если исходить из качества аэрофотоснимков 1941 и 1948 гг., то, по-видимому, последняя цифра более достоверна, хотя разница двух значений незначительна. Нужно отметить, что отступление береговой линии по всему протяжению более или менее равномерно, за исключением района пляжей парка Фрунзе и Центральной курортной поликлиники, где отступление составило 30–40 м. Если же принимать для сравнения топографический план 1967 г., то потеря площади возрастает до 65000 м<sup>2</sup>, а среднее отступление увеличивается до 26 м. Вместе с тем точность отображения береговой линии на этом плане вызывает определенные сомнения.

Рассмотрим изменения, произошедшие в последние годы. Привязка и сравнение двух спутниковых снимков, сделанных в августе 2006 г. и июне 2018 г., показали, что в этот период потеря площади пляжей отмечается на участке от ул. Фрунзе до ул. Дувановской. Она составила 6400 м<sup>2</sup> на протяжении 850 м, а среднее отступление, относительно равномерное по всей длине, – 7.5 м. Характерно, что в основном отступление берега произошло после



Р и с. 3. Изменение береговой линии в центральном районе Евпатории (2006–2014 гг.): пляж в районе ул. Дувановской (сплошная линия), пляж парка им. Фрунзе (штриховая линия), пляж в районе ул. Полупанова (штрихпунктирная линия)

Fig. 3. Coastline change of the central district of Yevpatoria (2006–2014): beach near Duvanovskaya St. (solid line); beach in Frunze Park (dashed line); beach near Polupanova St. (dash-dotted line)

вой части представляет собой сплошную конструкцию и препятствует двусторонним миграциям. Ранее сплошная часть причала была на пляже, но с отступанием берега оказалась на урезе. Лишившись опоры, эта конструкция просела и сейчас (в 2020 г.) находится в аварийном состоянии.

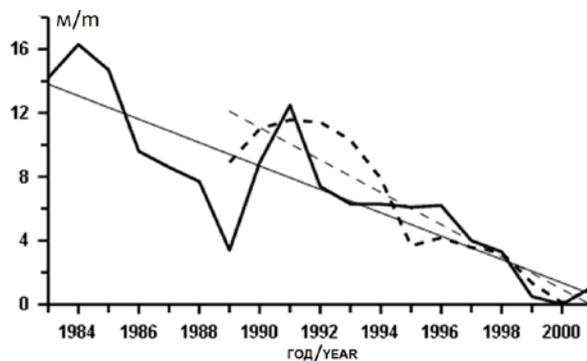
Причина деградации пляжей в центральном районе Евпатории, по нашему мнению, непосредственно связана с реализацией проекта расширения Евпаторийского морского торгового порта. В 1978 г. на м. Карантинном было закончено строительство мола длиной 200 м в виде монолитного бетонного сооружения, 70 м оконечности которого построено на сваях. Довольно быстро наносы стали аккумулироваться у западной части мола, наращивая пляж. Когда пляж достиг свайной части, при юго-западных штормах наносы стали огибать сплошную часть мола, создавая отмель с восточной стороны. При плановой отметке у мола  $-7.5$  м отмель иногда имела отметку  $+0.3$  м. Для поддержания постоянной глубины в акватории порта периодически производились дноуглубительные работы не только у мола и в межсвайном пространстве оголовка, но и в подходном канале. Во время этих мероприятий, по данным порта, ежегодно изымалось  $150000$  м<sup>3</sup> песка. В 80-х гг. XX в. поднятый со дна материал сбрасывался в море в районе пересыпи оз. Сасык-Сиваш в соответствии с проектным решением, рекомендованным при эксплуатации порта. Позже песок стал использоваться для строительных нужд.

Сокращение пляжей стало очевидным уже через несколько лет после окончания строительства. Тогда Евпаторийский территориальный Совет по управлению курортами профсоюзов и другие организации начали наблюдения за шириной пляжей (рис. 4). Временами море вплотную подступало

2012 г., что подтверждается и наблюдениями на створах (рис. 3). На остальных участках района изменения незначительные, в пределах ошибки метода.

Как видно из рис. 3, пляж в парке им. Фрунзе почти не изменился, а с 2015 г. стал даже увеличиваться, чему способствуют периодические подсыпки и перехватывание песка, поступающего сюда со штормами. Однако такое перехватывание резко отрицательно повлияло на пляжи в районе набережной им. Горького. Поскольку запас наносов на береговом склоне – величина малоизменяющаяся, то естественно, что на соседних участках наблюдается сокращение площади пляжей. Этому способствует и находящийся здесь причал, который в корне-

к набережной, иногда обнажая и размывая подстилающую песок глину, резко сократился запас песка на подводном склоне. Узкий пляж уже не гасил волновую энергию, и зимой 2007 г. была частично разрушена набережная парка им. Фрунзе, которую укрепили короткими шпорами. Необходимо отметить, что результирующий вдольбереговой поток наносов направлен в центральном районе по часовой стрелке. Это было подтверждено как развитием ситуации после строительства мола, так и математическим моделированием [10].



Р и с. 4. Изменение береговой линии в центральном районе Евпатории (1983–2001 гг.): пляж ЦКП (сплошная черная линия); среднее по четырем другим створам района (штриховая черная линия); многолетний тренд (прямые серые линии)

Fig. 4. Coastline change of the central district of Yevpatoriya (1983–2001): beach at the Central Outpatient Clinic (solid black line); the mean for four other controls of the district (dashed black line); long-term trend (straight grey lines)

**Восточный район** занимает всю Евпаторийскую бухту и часть пересыпи оз. Сасык-Сиваш. Он протянулся на 9.5 км от м. Карантинного до памятника морякам-десантникам. В настоящее время берега на протяжении 2.2 км забетонированы, на участке 1.1 км пляжи отсутствуют, остальная береговая линия почти не изменилась (район пересыпи).

Вплоть до 60-х годов XX в. берег у м. Карантинного был относительно мало освоен. Сразу за пляжем, на котором вертикальная мощность песков составляла около 1 м, имелись малоценные хозяйственные постройки. Сто лет назад у мыса, образование которого обусловлено высоким залеганием известняка, уже на расстоянии 5 м от уреза на глубине 0.5 м песок заканчивался и дно было усеяно крупными плитами и кусками известняка. Характер донных пород, прилегающих к мысу, со стороны моря и бухты (с востока) указывал на отсутствие аккумуляции. Несколько глубже располагалась голая плита известняка, переходящая вглубь бухты в крупный перемытый ракушечник [11]. В самой бухте до изобаты 3–5 м наблюдался чистый песок средней крупности, сменявшийся более мелким песком, ракушечником и иловатым песком. Центральная часть бухты была занята цельной и битой ракушей [12]. Телевизионная съемка подводным аппаратом «Гном» и отбор проб донных отложений дночерпателем, выполненные нами в 2012 г., показали, что дно западной части бухты сложено серо-черным иловатым песком, покрытым густыми зарослями зостеры, а восточной – песком средней крупности (с преобладанием фракции 0.5 мм), покрытым существенно меньшим количеством зостеры.

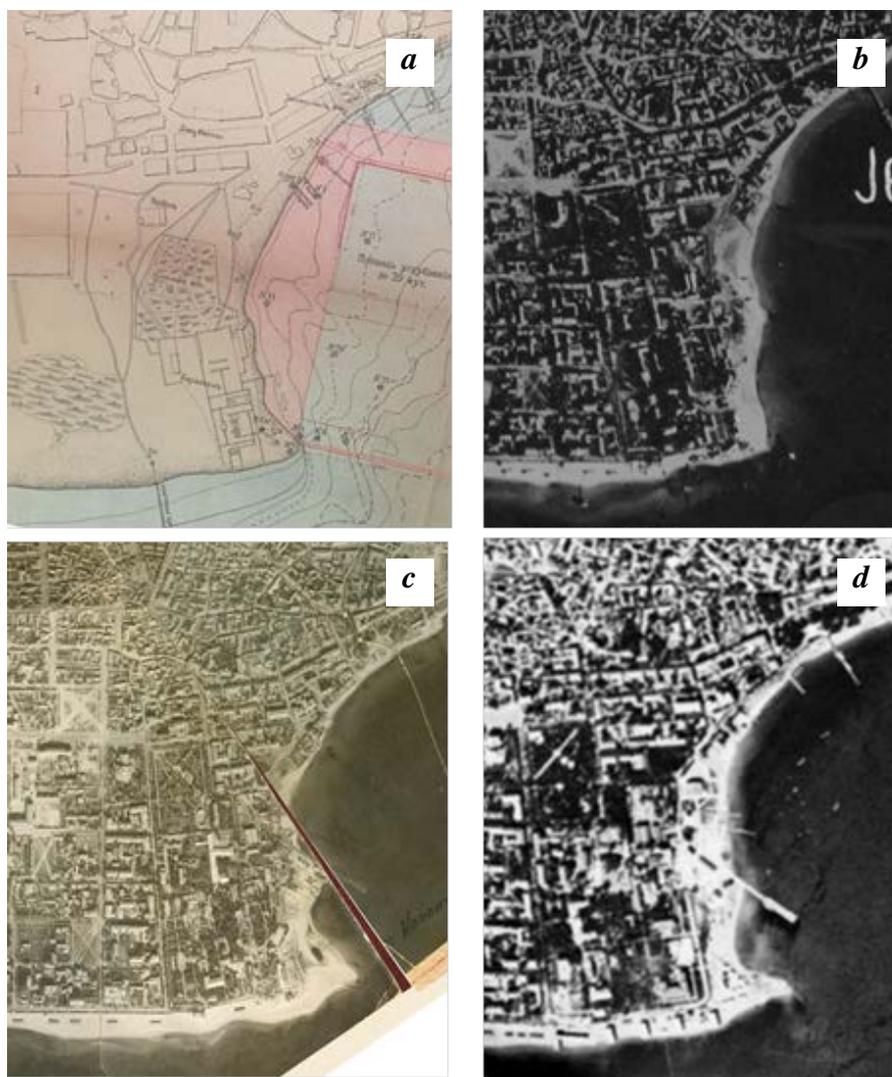
Наибольший интерес в этом районе представляет реакция берега на строительство искусственных сооружений. Первое такое значительное сооружение в виде мола, сложенного из камней, было создано в 1915–1916 гг.

Мол был расположен в 350 м к северу от оконечности м. Карантинного, направлен с запада на восток, имел длину 120 м и заканчивался на изобате 2 м. После постройки мола береговая линия к югу от него стала выдвигаться и достигла за восемь лет конца сооружения (по другим сведениям, за три года). Общее нарастание пляжа в сторону Карантинного мыса отмечалось на протяжении 200 м и измерялось площадью в 15000 м<sup>2</sup>, к северу от мола наблюдался размыв берега, к 1925 г. берег стабилизировался [14]. В 1926 г. на самой оконечности м. Карантинного была построена короткая шпора (длиной 26 м), в результате чего урез воды выдвинулся к голове шпоры на 20 м в течение месяца. При этом к северу от нее также начался размыв. В 1942 г. напротив оконечности мыса была затоплена баржа, чтобы прикрыть от волн место разгрузки на рейде и у берега. За несколько месяцев к осени 1942 г. между мысом и баржей на протяжении около 50 м образовалась широкая песчаная переи́ма [9, 13]. После войны был восстановлен причал к северу от м. Карантинного, при этом наблюдалась аккумуляция наносов к югу от него. Сравнение карт показывает, что в период 1896–1957 гг. берег в районе м. Карантинного выдвинулся на 100–180 м [15]. Все эти факты убедительно доказывают, что результирующий вдольбереговой поток наносов был ранее направлен в сторону бухты, огибая мыс, при этом были возможны и временные двусторонние миграции. Строительство различных сооружений неоднократно изменяло конфигурацию береговой линии на этом участке берега (рис. 5).

На первой сохранившейся фотографии Евпатории видно, что в конце XIX в. в Евпаторийской бухте был пляж (рис. 6). При штормах периодически заливались прибрежные улицы и подвалы домов, поэтому в начале XX в. в центре города было построено берегозащитное сооружение в виде наклонной стенки из местного камня-ракушечника и набережная, которую тогда называли бульваром. Дальнейшая динамика пляжа в этом районе города была тесно связана с наличием или отсутствием этой стенки (которая в XX в. как минимум трижды разрушалась штормами). Очевидно, что при наличии стенки обратным движением волнового потока песок из приурезовой зоны мигрировал на большие глубины или передвигался вдоль берега. С 30-х до середины 60-х гг. прошлого века в центральной части города периодически существовал пляж шириной до 20–30 м.

Наиболее масштабные изменения береговой линии в Евпаторийской бухте произошли в 70–80 х гг. XIX в. Здесь было построено берегозащитное сооружение в виде бетонной стенки с фасонным волноотбойником длиной 1.8 км, фронт набережной был выдвинут на 30–50 м от бывшего уреза воды [10], что привело к уничтожению существовавшего здесь пляжа. После этих событий пляжи в центре города полностью исчезли. В период строительства начали возникать проблемы на пляжах в районе ул. Симферопольской, на восточной окраине города, где еще в конце 50-х гг. XX в. ширина пляжей составляла около 50 м (аэрофотоснимок тех лет подтверждает этот факт).

Прогнозировавшийся ранее здесь размыв берега стал реальностью. При этом частные лица продолжали застройку прибрежной зоны и самостоятельное укрепление берега (наброски, площадки, стенки, спуски). Такая защита привела к тому, что ситуация в этой части побережья значительно ухудшилась. Пляж перед так называемой берегозащитой исчез полностью,



Р и с. 5. Очертания береговой линии у м. Карантинного: 1896 г. [16] (a), 1941 г. (b), 1948 г. (c), 1969 г. (d)

Fig. 5. Cape Karantinyy coastline contour: year of 1896 [16] (a); year of 1941 (b); year of 1948 (c); year of 1969 (d)

а на берегу возник искусственный клиф из строительного мусора высотой до 2 м, который существует и поныне.

Пляжи на пересыпи оз. Сасык-Сиваш восточнее аварийной зоны сложены песками со значительной примесью гальки, которая поступает сюда из восточной части берегов Каламитского залива. Галька является продуктом разрушения слоев цементированных конгломератов, которые линзами различной мощности залегают в клифах. По геоморфологическим признакам этот поток заканчивается у западной части пересыпи. Пляжи к востоку от Нового пляжа (на пересыпи оз. Сасык-Сиваш) в настоящее время одни из са-



Р и с. 6. Пляж и берег Евпаторийской бухты в 1896 г.: причал РОПиТ (Русское общество пароходства и торговли) и нынешняя ул. Революции (на переднем плане), м. Евпаторийский и часть Дачного района (на заднем плане)

Fig. 6. Yevpatoria Bay beach and coast in 1896. Russian Steam Navigation and Trading Company's pier and present-day Revolyutsiya St. (foreground); Cape Yevpatoriysky and part of Dachny District (background)

мых лучших на крымском побережье. Мониторинг ширины пляжей контактными и спутниковыми методами показывает, что на фоне сравнительно небольших межгодовых и сезонных изменений тенденции к ее уменьшению пока не прослеживается. Однако в 2017–2018 гг. в этом районе началось планирование поверхности пляжей тяжелой техникой. Этот процесс начали с планирования дюн, которое привело к уничтожению растительности, высаженной ранее для защиты пляжа от ветрового выдувания, а шоссе – от засыпания песком. В ряде мест прямо на пляже стали возводить капитальные сооружения и пешеходные дорожки. Песчаные дюны, которые до появления человека на этих берегах были естественным элементом ландшафта и частью профиля пляжа, были частично уничтожены.

К естественным (природным) причинам негативных изменений береговой зоны Евпатории можно отнести наблюдающееся с 30-х гг. XX в. увеличение относительного уровня Черного моря, которое за этот период составило около 15 см. Оно вызвано как опусканием суши, так и изменением водного баланса моря. В работе [8] нами было показано, что увеличение уровня моря на 15 см, сравнимое с его межгодовыми колебаниями, приводит в конкретных условиях г. Евпатории к отступанию берега на 3–4 м, а его уменьшение – к выдвиганию берега на то же расстояние, что намного меньше реальных изменений и является второстепенным фактором.

Список антропогенных причин намного шире. К основным можно отнести постройку набережной с выдвиганием береговой линии, возведение

мола и дноуглубительные работы в Евпаторийском порту, изменившие направления движения вдольбереговых потоков наносов и их баланс. Свою роль сыграл и несанкционированный отбор песка и гальки с пляжей. Необходимо отметить, что документально подтвержден забор песка с пляжей еще в XIX в. Свой вклад внесло и строительство на пляжах и прибрежных дюнах капитальных сооружений, нарушивших естественный профиль пляжа. Кроме этого, с конца XX в. заметно уменьшилось количество донных моллюсков – исходного материала для образования песка, что явилось следствием антропогенного загрязнения акватории Черного моря и донных осадков коммунальными и промышленными стоками, а также конкуренции с вселенцами из других акваторий Мирового океана, в частности *Rapana Venosa*.

В конце 40-х гг. XX в. существовал план продлить набережную им. Терешковой до набережной им. Горького через м. Карантинный и сделать единую общедоступную курортную зону от парка им. Фрунзе до восточной окраины Евпатории. Вместо этого на месте дикого пляжа и малоценных хозяйственных построек на м. Карантинном был построен порт с портовыми сооружениями, которые уничтожили существовавшие здесь пляжи. Отметим, что добыча песка в озере-заливе Донузлав все годы была основной, а сейчас стала почти единственной деятельностью Евпаторийского морского торгового порта.

Многолетние обсуждения проблем евпаторийских пляжей и путей их решения долгое время не воплощались в конкретные проекты главным образом из-за отсутствия финансирования. Поэтому руководители здравниц решали возникающие проблемы самостоятельно в пределах территории своих учреждений. При этом широко пропагандировался опыт перехвата песка после шторма на каждом конкретном участке, не учитывающий возникающие серьезные проблемы на соседних пляжах. В целом эта деятельность приводит к изменению естественной миграции наносов и противоречит действующему законодательству. В масштабах города эти действия не имеют смысла, поскольку запас наносов остается величиной постоянной.

С 2017 г. началась долгожданная реконструкция аварийной набережной им. Терешковой с отсыпкой пляжа. К обсуждению проекта, разработанного ООО «Гидротехника» (г. Сочи), профильных специалистов привлекли только на стадии строительства, хотя проект вызывал много вопросов. Кроме этого, реконструкция велась силами строителей, не имеющих опыта возведения морских гидросооружений, что привело к многочисленным отступлениям от проектной документации. Летом 2019 г. контракт с подрядчиком был расторгнут. Дальнейшая судьба строительства на сегодняшний день неизвестна. Подготовлен также проект реконструкции набережной им. Горького, по нему был высказан целый ряд замечаний, которые проектировщики ООО «Гидротехника» (г. Сочи) обещали учесть.

### **Выводы**

– Наиболее значимыми изменениями береговой зоны Евпатории за последние 100 лет стали: отступление береговой линии с уменьшением общей площади пляжей (на 10 % береговой линии пляжи полностью отсутствуют); сокращение вертикальной мощности песчаных наносов на пляжах и в при-

урезовой зоне, вплоть до полного исчезновения пляжей и вскрытия глинистых отложений или бенча, сложенного известняком; изменение вещественного состава пляжей и донных наносов, в частности увеличение в составе пляжевого материала обломков известняка различного размера и степени окатанности.

– Наибольшие изменения произошли после завершения строительства мола морского торгового порта и реконструкции набережной им. Терешковой в конце 70-х – начале 80-х гг. XIX в.

– В настоящее время почти на всей территории береговой зоны Евпатории отмечается острый дефицит донных наносов (песка), вызванный многолетней нерациональной антропогенной деятельностью.

– Наиболее проблемной зоной в настоящее время являются пляжи, примыкающие к набережной им. Горького.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Peychev V.* Morphodynamical and lithodynamical processes in coastal zone. Varna : Slavona Publishing House, 2004. 231 p.
2. *Palazov A., Stanchev H.* Evolution of human population pressure along the Bulgarian Black Sea coast // Proceedings of the 1<sup>st</sup> Biannual Scientific Conference: Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond. Istanbul, Turkey, 2006. P. 158–160.
3. *Stancheva M.* Bulgaria // Coastal erosion and protection in Europe / Eds. E. Pranzini, A. Williams. London : Routledge, 2013. Chapter 19. P. 378–395. <https://doi.org/10.4324/9780203128558>
4. Longshore sediment transport pattern along the Romanian Danube Delta coast / L. Giosan [et al.] // Journal of Coastal Research. 1999. Vol. 15, no. 4. P. 859–871. URL: <https://journals.flvc.org/jcr/article/view/81135> (дата обращения: 06.03.2020).
5. *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.
6. *Горячкин Ю. Н., Игнатов Е. И.* К вопросу о деградации пляжей в районе Евпатории // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря. Материалы XXII международной береговой конференции / Отв. ред. Л. А. Жиндарев, Р. Д. Косьян, Б. В. Дивинский. Геленджик, 2007. С. 67–69.
7. *Горячкин Ю. Н., Харитонова Л. В.* Изменения береговой линии Крыма по спутниковым данным // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. Вип. 1(35). С. 122–129.
8. *Горячкин Ю. Н.* Отклик аккумулятивных берегов Каламитского залива на изменения уровня моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, 2011. Вып. 25, т. 1. С. 73–82.
9. *Горячкин Ю. Н., Долотов В. В.* Изменения береговой линии аккумулятивных берегов западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, 2011. Вып. 25, т. 1. С. 8–18.
10. *Горячкин Ю. Н., Фомин В. В., Харитонова Л. В.* Динамика наносов в Евпаторийской бухте, Черное море // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2013. Т. 18, № 2(18). С. 46–53. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu\\_geo\\_2013\\_18\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_geo_2013_18_2_6) (дата обращения: 31.01.2020).

11. Карбасников М. Н. Результаты обследования донных пород Евпаторийской бухты // Известия Центрального гидрометеорологического бюро. 1927. № 7. С. 184–202.
12. Шуйский Ю. Д. Основные закономерности морфологии и динамики западного берега Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, 2005. Вып. 13. С. 62–72.
13. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. 2. М. : Изд-во АН СССР, 1960. 216 с.
14. Божич П. К. К изучению движения береговых наносов Черного моря // Известия Центрального гидрометеорологического бюро. 1927. Вып. 7. С. 209–252.
15. Современное состояние береговой зоны Крыма / под ред. Ю. Н. Горячкина. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015. 249 с.
16. Джарылгатский залив, Евпатория, Севастополь: результаты изысканий, произведенных в 1896 г. / В. Ю. Руммель (сост.). СПб. : Типография Министерства путей сообщения (товарищества И. Н. Кушнерова и Ко), 1899. 217 с. (Комиссия по устройству коммерческих портов. Материалы для описания русских портов и истории их сооружения: сборник ; вып. 27).

*Об авторе:*

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

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

#### REFERENCES

1. Peychev, V., 2004. *Morphodynamical and Lithodynamical Processes in Coastal Zone*. Varna: Slavena Publishing House, 231 p. (in Bulgarian).
2. Palazov, A. and Stanchev, H., 2006. Evolution of Human Population Pressure along the Bulgarian Black Sea Coast. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Biannual Scientific Conference: Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond*. Istanbul, Turkey, pp. 158–160.
3. Stancheva M., 2013. Bulgaria. In: E. Pranzini and A. Williams, eds., 2013. *Coastal Erosion and Protection in Europe*. London: Routledge, pp. 378–395.
4. Giosan, L., Bokuniewicz, H., Panin, N. and Postolache, I., 1999. Longshore Sediment Transport Pattern along the Romanian Danube Delta Coast. *Journal of Coastal Research*, 15(4), pp. 859–871. Available at: <https://journals.flvc.org/jcr/article/view/81135> [Accessed: 6 March 2020]
5. Stanica, A., Panin, N. and Caraivan, G., 2012. Romania. In: E. Pranzini and A. Williams, eds., 2013. *Coastal Erosion and Protection in Europe*. London: Routledge, pp. 396–412.
6. Goryachkin, Yu.N. and Ignatov, Ye.I., 2007. [On Beach Degradation in the Yevpatoria Area] In: L. A. Zhindarev, R. D. Kosyan, B. V. Divinskij, eds., 2007. *Proceedings of XXII International Coastal Conference “Management and Sustainable Development Problems of the Nearshore Zone”*. Gelendzhik, pp. 67–69 (in Russian).
7. Goryachkin, Y.N. and Kharitonova, L.V., 2010. [Crimean Coastline Changes according to the Satellite Data]. *Prichornomors'kiy Ekologichniy Byulleten'* [Black Sea Ecology Bulletin], 1(35), pp. 122–129 (in Russian).

8. Goryachkin, Yu.N., 2011. Response of Accumulative Coast of the Kalamita Bay on Sea Levels Variations. In: MHI, 2011. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resources*. Sevastopol: MHI NANU. Iss. 25, Vol. 1, pp. 73–82 (in Russian).
9. Goryachkin, Yu.N. and Dolotov, V.V., 2011. Variations of Shoreline of Accumulative Coast of the Western Crimea. In: MHI, 2011. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resources*. Sevastopol: MHI NANU. Iss. 25, vol. 1, pp. 8–18 (in Russian).
10. Goryachkin, Y.N., Fomin, V.V. and Kharitonova, L.V., 2013. Sediments Dynamics in Evpatoria Bay. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, 18(2), pp. 46–53 (in Russian).
11. Karabsnikov, M.N., 1927. [Results of Research of Yevpatoria Bay Bottom Rocks]. *Izvestiya Central'nogo Gidrometeorologicheskogo Byuro* [Bulletin of the Central Hydrometeorological Bureau], (7), pp. 184–202 (in Russian).
12. Shuisky, Y.D., 2005. Basical Peculiarities of Morphology and Dynamic of the Western Crimea Peninsula Coast. In: MHI, 2005. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resources*. Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika. Iss. 13, pp. 62–72 (in Russian).
13. Zenkovich, V.P., 1960. [*Morphology and Dynamics of the Soviet Black Sea Coast*]. Vol. 2. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 216 p. (in Russian).
14. Bozhich, P.K., 1927. [On the Black Sea Shore Drift Dynamics Studies]. *Izvestiya Tsentral'nogo Gidrometeorologicheskogo Byuro* [Bulletin of the Central Hydrometeorological Bureau], (7), pp. 209–252 (in Russian).
15. Goryachkin, Yu.N. ed., 2015. [*Existing State of the Crimean Coastline*]. Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 249 p. (in Russian).
16. Rummel, V.Yu., ed., 1899. [*Dzharylgatskij Bay, Yevpatoria, Sevastopol: Results of Research Performed in 1896*]. Saint-Petersburg: Tipografiya Ministerstva Putey Soobshcheniya (Tovarishchestva I.N. Kushnereva i Ko), 217 p. (in Russian).

*About the author:*

**Yuri N. Goryachkin**, Leading Research Associate, Marine Hydrophysical Institute of RAS (2 Kapitanskaya St., Sevastopol, 299011, Russian Federation), Dr.Sci. (Geogr.), **ORCID ID: 0000-0002-2807-201X**, **ResearcherID: I-3062-2015**, [yngor@mhi-ras.ru](mailto:yngor@mhi-ras.ru)

*The author has read and approved the final manuscript.*