

DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-4-101-115

УДК [504.54+504.054+504.422+551.435.322](262.5)

И. В. Агаркова-Лях¹,
И. Ю. Тамойкин²,
А. М. Лях³

Изменения донных и береговых ландшафтов Василёвой бухты в условиях многолетнего техногенного воздействия (Юго-Западное побережье Крыма)

¹ ФГБНУ «Институт природно-технических систем»,
г. Севастополь, Российская Федерация

² МР ОО «Ассоциация подводной деятельности Крыма и
Севастополя», г. Севастополь, Российская Федерация

³ ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени
А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация

e-mail: ¹iva_crimea@mail.ru, ²igortamoikin@mail.ru,

³me@antonlyakh.ru

Аннотация. Описаны основные техногенные факторы, влияющие на состояние донных и береговых ландшафтов Василёвой бухты в условиях их многолетнего соседства с действующим Псилерахским карьером по добыче флюсовых известняков. Охарактеризована структура донных ландшафтов Василёвой бухты в период активного действия сброса иламовых вод карьера и после его остановки в 2000 г. Рассмотрена история образования пляжа Васили. Исследованы его морфометрические параметры, динамика и гранулометрический состав пляжных наносов.

Ключевые слова: конфликт природопользования, Псилерахский карьер, заиление донных ландшафтов, угнетение биоценозов, возрождение макрофитов, восстановление ихтиоценов, аккумуляция обломочного материала, пляж Васили, гранулометрический состав пляжных наносов.

Введение

Увеличение рекреационной нагрузки на пляжи Крыма определяет актуальность изучения антропогенного воздействия на береговые и аквальные ландшафты. Оценка состояния ландшафтов в береговой зоне моря позволяет контролировать санитарно-гигиеническую и экологическую обстановку на пляжах и прилегающей акватории, что важно для регулирования рекреационной нагрузки и сохранения ландшафтного разнообразия природных комплексов.

Наиболее сложные взаимоотношения между природной средой и хозяйственной деятельностью наблюдаются в местах длительного существования конфликтов природопользования. Одним из таких участков в юго-западной части крымского побережья является акватория Василёвой бухты близ Балаклавы и примыкающая к ней суша, где соседствуют два взаимно исключаящих типа природопользования: рекреационное и промышленное. В результате многолетней работы Псилерахского карьера, ландшафты прилегающей к нему суши и акватории Василёвой бухты были существенным образом изменены.

Цель работы — проанализировать изменения донных и береговых ландшафтов Василёвой бухты в условиях многолетнего техногенного воздействия со стороны действующего Псилерахского карьера.

Материалы и методы

Основными источниками информации выступили: материалы видеосъемки донных ландшафтов; разновременные карты, фотографии, спутниковые снимки изучаемого района с картографического сервиса Google Maps; фондовые и опубликованные работы; результаты маршрутно-полевых исследований авторов в 2016–2020 гг.

Подводная видеосъемка донных ландшафтов Василёвой бухты велась в июле 2016 г. в районе «малого» пляжа напротив отвала вскрышных пород. Трансект исследований проходил от уреза воды до глубины 22,0 м на удалении до 55,0 м от берега. Для видеосъемки использовалась подводная камера высокого разрешения Go Pro Hero 3 Black Edition. Подводные погружения в режиме апноэ проводились тремя ныряльщиками. Направление их движения корректировалось по заранее выставленному бую. Глубина погружений фиксировалась наручными компьютерами с точностью до 0,1 м.

Для видовой идентификации подводной растительности материалы видеосъемки изучались специалистами лаборатории фитобентоса ФИЦ ИнБЮМ и одним из ныряльщиков путем сопоставления видов макрофитов с их образцами. Ихтиофауна определялась до семейства.

При осуществлении береговых работ применялись методы полевых наблюдений, инструментальных и полуинструментальных измерений, фотометод. Отбор наносов пляжа Васили проводился точечным методом в октябре 2019 г. Пляжный материал собирался на площади 0,25 м² в приурезовой зоне, средней и верхней частях пляжа. Обработка проб велась ситовым методом без промывки водой.

Результаты и обсуждение

Василёва бухта находится в 1,5 км западнее выхода из Балаклавской бухты и в 0,9 км к югу от Псилерахского карьера флюсовых известняков АО «Балаклавское рудоуправление им. А.М. Горького» (БРУ) (Рис. 1). С запада и востока бухта ограничена безымянными мысами и расположена в границах залива Мегало-Яло, выделяемого М. А. Поповым между мысами Фиолент и Айя [1]. Подводный береговой склон на акватории выраженно приглубый: изобата 20,0 м подходит на расстояние около 50,0 м от берега, изобата 50,0 м — около 250,0 м; его преобладающие уклоны составляют 0,2–0,18. Чтобы представить характер существовавших здесь ранее береговых и подводных ландшафтов, необходимо переместиться на 200,0–300,0 м восточнее (к Балаклавской бухте) или западнее (к массиву Кая-Баш), где можно увидеть аналогичные берега с резким переходом от зоны валунно-глыбового навала на берегу через узкий каменистый бенч или даже без такового на подводный склон с большим уклоном.



Рис. 1. Район проведения исследований

Особый интерес представляет топонимика бухты, которая связана с названием спускающейся к ней балки: Василёва, Васильева, Васильевская (греч. Ай-Василь, «Святой Василий»). С происхождением имени балки не всё так однозначно. По одной версии [2], балка получила свое наименование от часовни Св. Василия, не сохранившей никаких сведений о себе. По другой гипотезе, озвученной нам канд. ист. наук А.В. Ивановым, данный топоним XIX в. восходит к фамилии или имени землевладельца этой местности (возможно, близкое к встречавшимся ранее в Балаклаве фамилиям Васильевых, Василькиоти, Ватикиоти). Однако она, как и первая версия, не находит подтверждения на картографических источниках и в архивах.

Карьер Псилерахский возник на месте г. Псилерахи абсолютной высотой 297,9 м, скрытой в настоящее время до отметки от 0 до + 3,0 м над уровнем моря. Он начал свою работу в 1958 г. С этого времени прилегающие к карьере суша и акватория испытывают негативное техногенное воздействие в виде загрязнения отходами производства (разнообломочным материалом отвала «Василёва балка», пылью и тяжелыми металлами в результате пыления отвалов карьера и проведения буровзрывных работ, шламовыми водами и др.); нарушения рельефа, почв и гидрогеологического режима территории; уничтожения естественных ландшафтов (Рис. 2). Количественное выражение этого воздействия следующее: с отвалом «Василёва балка» в долине сосредоточилось более 10,0 млн т. вскрышных пород в виде обломков известняка, конгломератов и аргиллитов [3], которые позже сформировали техногенный оползень (Рис. 2). Суммарное пыление отвалов Псилерахского карьера («Василёва балка», «Южный» и «Совхозный») дает 6 млн 815 тыс. т пыли в год, а при буровзрывных работах за один взрыв блока объемом в 1 тыс. м³ образуется 780 кг пыли [4].

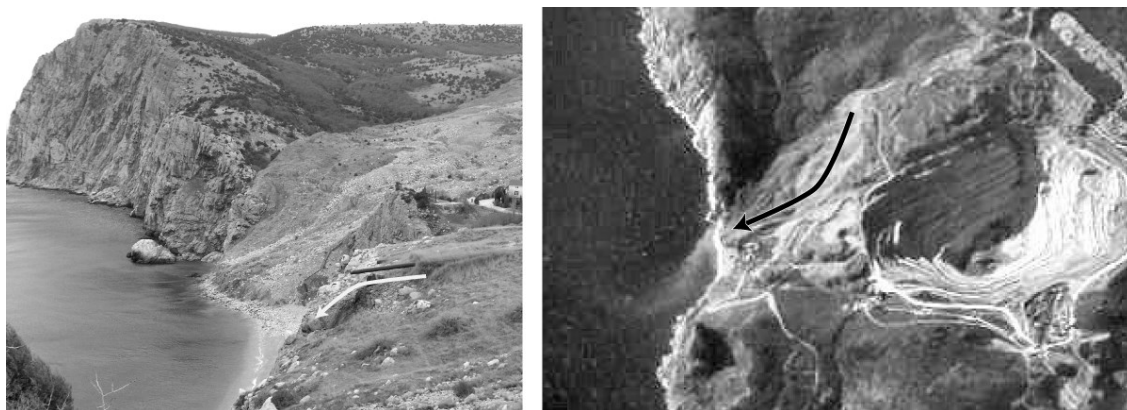


Рис. 2. Выпуск шламовых вод над пляжем Васили, действовавший до 2000 г. (слева, фото авторов). Шлейф выноса в море терригенного материала от размыва языка техногенного оползня (справа, снимок с ресурса Google Карты). Стрелками показаны направления движения шламовых вод и терригенного материала

Побочным продуктом добычи флюсов выступают шламовые воды, которые представляют собой взвесь из твердых и пылеватых частиц, образующуюся в результате промывки пресной водой различных фракций известняка. По данным [5], за период с 1977 по 1989 гг. в акваторию Василёвой бухты было сброшено 2,3 млн т. шлама, который здесь постепенно откладывался. Детальное изучение влияния шламовых вод на бентос в бухте было проведено в 1990 г. Ю. В. Просвириным [5]. Ниже кратко охарактеризуем их основные итоги. Состояние бентоса оценивалось на четырех трансектах, охватывающих глубины до 30,0 м и расположенных на различном удалении от сброса шлама в море: напротив него (трансект 1); на расстоянии 240,0 м от сброса и напротив отвала вскрышных пород (трансект 2); за пределами Василёвой бухты на расстоянии 350,0 и 600,0 м от сброса (трансекты 3 и 4 соответственно).

Трансект 1: на всех станциях не обнаружено ни одного представителя макро- или мейобентоса. Пояс макрофитов отсутствовал.

Трансект 2: наблюдалось появление молодежи наиболее массовых и неприхотливых видов бентоса при почти полном отсутствии взрослых моллюсков. На глубине 5,0 м отмечено 7 видов бентоса, на 10,0 м — 2 вида. На глубинах 15,0–25,0 м фиксировалось 12 видов бентоса. Пояс макрофитов отсутствовал.

Трансект 3: имелся пояс макрофитов с доминированием цистозир, но сообщества его эпифитона угнетены: здесь отмечалось 11 видов бентоса. В биоценозах на глубине 15,0–25,0 м встречалось 9 видов бентоса.

Трансект 4: на глубинах 10,0–12,0 м располагался пояс макрофитов с доминированием цистозир, в эпифитоне которой обнаружено 13 видов бентоса. Состав его доминирующих видов свидетельствовал о лучших условиях их существования в сравнении с трансектом 3. На глубинах 15,0–25,0 м обнаружен южнобережный биоценоз *Venus gallina*–*Pitar rudis* с 20 видами бентоса. Снижение общей численности биоценоза в сравнении с трансектом 3 происходило из-за сокращения роли нематод и полихет, что говорило о лучших условиях их обитания.

Качественно-количественные отличия в развитии личинок полихет, двустворчатых и брюхоногих моллюсков на трансектах 1 и 4 за весь период наблюдений (апрель–октябрь) не отмечались.

Таким образом, многолетний сброс в акваторию Василёвой бухты шламовых вод и размыв техногенного оползня привели к постепенному перекрытию терригенным материалом твердых субстратов, обычно занятых в этом районе бурой водорослью цистозирой. В результате, здесь совсем исчез пояс макрофитов и приуроченные к нему сообщества эпифитона. Кроме того, до глубины 30,0 м в районе сброса шламовых вод отмечалось полное уничтожение сообществ бентоса, а на расстоянии 240,0 м от проекции точки выпуска — крайне угнетенное их состояние. Лишь за пределами Василёвой бухты, на удалении более 600,0 м от места сброса шлама, фиксировалось благополучие донных сообществ. Такое локальное воздействие дампинга шлама на сообщества до глубины 30,0 м обусловлено особенностями донного рельефа Василёвой бухты, где изобата 30,0 м подходит близко к берегу, а с 12,0–17,0 м до 40,0–50,0 м отмечается очень резкий перепад глубин. В итоге, основная масса шлама сразу уходила на глубины 50,0–60,0 м, практически, не распространяясь вдоль побережья. В 2000 г. сброс в бухту шламовых вод прекратился [6], но поступление материала вскрышных пород от техногенного оползня продолжается до сих пор.

Для актуальной оценки современного состояния донных ландшафтов Василёвой бухты был выбран участок подводного склона напротив отвала вскрышных пород, где в настоящее время наблюдается активный размыв обвально-оползневых отложений и вынос обломочного материала в море. Подводная видеосъемка была проведена в июле 2016 г. в районе «малого» пляжа за оползнем, от уреза воды до глубины 22,0 м и на расстоянии до 55,0 м от берега (Рис. 3). Разрез наших исследований совпал с трансектом 2, выполненным в 1990 г. Ю. В. Просвириным



Рис. 3. Расположение трансекта подводных исследований в 2016 г.

Ниже охарактеризуем состояние донных ландшафтов, сводная информация по основным компонентам которых дана в Таблице 1.

Таблица 1

Описание донных ландшафтов по трансекту исследований

Глубина, м	Характеристика ландшафтов				
	Подводный склон	Донные отложения	Растительность	Животные	Антропогенный мусор
От уреза воды до 2,0	Абразионный, крутой	Щебнисто-галечные	Практически отсутствует	-	-
2,0–8,0	Абразионный, средней крутизны	Валунно-галечные	Хорошо выражена; сообщества <i>Ulva rigida</i> + <i>Cystoseira crinita</i> + <i>Polysiphonia subulifera</i> + <i>Stilophora rhizodes</i> + <i>Enteromorpha linza</i> + <i>Dilophus zepens</i> + <i>Ceramium sp.</i> + <i>Corallina sp.</i> + <i>Cladophora sp.</i>	Рыбы след. семейств: Labridae (<i>Symphodus cinereus</i> , <i>S. roissali</i> , <i>S. tinca</i>), Pomacentridae (<i>Chromis chromis</i>), Blenniidae	-
8,0–10,0	Абразионный, средней крутизны	Валунно-галечные, с пятнами илистых песков	Сокращение площади; уменьшение <i>Cystoseira crinita</i> и увеличение <i>Ulva rigida</i>	Рыбы след. семейств: Labridae (<i>Symphodus cinereus</i> , <i>S. roissali</i> , <i>S. tinca</i>), Pomacentridae (<i>Chromis chromis</i>)	-
10,0–22,0	Абразионный, средней крутизны	Илисто-песчаные, с включением обломков валунов	Видимое обеднение видового состава и сокращение площади; встречены <i>Ulva rigida</i> + <i>Ectocarpus sp.</i> + <i>Phyllophora crispa</i>	Рыбы сем. Labridae (<i>Symphodus cinereus</i> , <i>S. roissali</i> , <i>S. tinca</i>)	Большая ветвь дерева, стеклянная бутылка

Составлено авторами

От уреза воды до глубины 1,5–2,0 м морское дно имеет вид крутого абразионного склона, сложенного, преимущественно, галькой и щебнем мраморизованного известняка; из-за высокой подвижности отложений донная растительность здесь, практически, отсутствует (Рис. 4 А, Б).

Далее до глубины 7,0–8,0 м идет резкий переход к подводному абразионно-скульптурному склону средней крутизны, сложенному валунно-галечным материалом. Здесь донная растительность выражена достаточно хорошо и образована сообществами: *Ulva rigida* + *Cystoseira crinita* + *Polysiphonia subulifera* + *Stilophora rhizodes* + *Enteromorpha linza* + *Dilophus zepens* + *Ceramium sp.* + *Corallina sp.* + *Cladophora sp.* (Рис. 4 В).

На глубинах 8,0–10,0 м среди валунно-галечного материала появляются пятна илистых песков; уменьшается занятая растительностью площадь, сокращается количество *Cystoseira crinita*, а *Ulva rigida* — растёт (Рис. 4 Г).

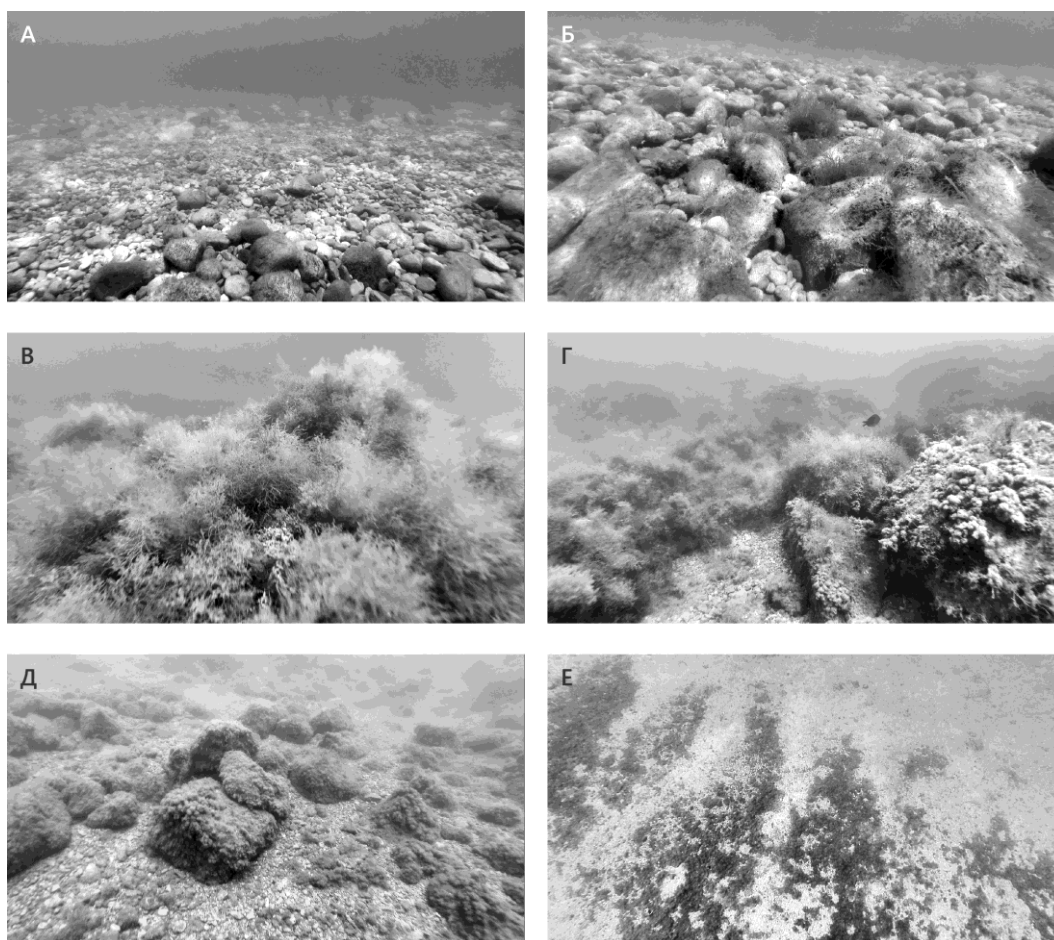


Рис. 4. Донные ландшафты Василёвой бухты по материалам подводной видеосъемки в июле 2016 г. (фото авторов)

С глубины 10,0–11,0 до 20,0–22,0 м преобладают илисто-песчаные отложения с фрагментами валунов. Происходит видимое обеднение видового состава и сокращение площади растительности, среди которой встречаются сообщества *Ulva rigida* + *Ectocarpus sp.* + *Phyllophora crispa* (Рис. 4 Д, Е). На этих глубинах при активизации гидродинамических процессов заметно снижается

освещенность водной толщи и видимость у дна из-за взмучивания мелко-дисперсных илистых отложений. Здесь присутствует антропогенный мусор в виде стеклянной бутылки, остатков рыболовных сетей и т.п.

Во время наблюдений повсеместно на глубинах выше 2,0 м встречались различные виды рыб сем. Губановые (Labridae): зеленушка, перепелка, рябчик. На глубинах от 2,0 до 10,0 м отмечалась рыба-ласточка из сем. Рифовые рыбы (Pomacentridae); между 2,0 и 8,0 м — виды рыб сем. Собачковые (Blenniidae). Эти представители nekтона образуют дневные ихтиоценозы смешанных грунтов у черноморских берегов Крыма. Установка донных орудий лова местных рыболовецких бригад в непосредственной близости от района исследований говорит о наличии значительного числа миграционных путей промысловых видов рыб.

С остановкой сброса шламовых вод в Василёву бухту, на подводном склоне в зоне волновой деятельности происходят два противоположных процесса: с одной стороны, идет активный вынос и аккумуляция твердого вещества различных фракций через действующий масштабный оползень; с другой — наблюдается размыв мелкофракционных наносов, накопившихся здесь за несколько десятилетий их сброса. С размывом гравийно-илистых отложений на подводном склоне обнажаются первичные твердые субстраты валунно-глыбового скульптурного слоя. В результате, на значительных площадях акватории возродилась донная растительность и началось возобновление характерных для скально-валунных ландшафтов ихтиоценов, представленных различными видами сем. Губановых (Labridae), Собачковых (Blenniidae), Рифовых рыб (Pomacentridae). Это свидетельствует об улучшении экологического состояния донных ландшафтов Василёвой бухты и сохранении тенденции их дальнейшего восстановления.

История образования и современное состояние пляжа Васи́ли (Василёва балка). В вершине Василёвой бухты сформировался пляж, представляющий собой сравнительно молодое (возрастом около 40 лет) аккумулятивное образование антропогенного генезиса. Уточнить его возраст помогает открытка Василёвой балки 1912 г. А. Роговского (Рис. 5, слева) и вся последующая история освоения этой местности. В начале XX в. акватория у Василёвой балки активно использовалась для морских прогулок на лодках, о чем упоминалось в заметках местных газет и путеводителях дореволюционного периода. На представленной открытке видно, что тогда здесь еще не было пляжа; прилегающие берега были скалистыми, обрывистыми; над акваторией в нескольких местах выступали группами и по отдельности огромные надводные камни-глыбы. Сегодня группа надводных камней, расположенных на переднем и заднем планах фотографии 2016 г. (они выделены овалами), находится на пляже и отделена от моря пляжной полосой шириной до 30,0 м (Рис. 5, справа).

Образование пляжа связано с формированием мощного отвала «Василёва балка» у южного борта Псилерахского карьера, которое произошло, по-видимому, в течение нескольких десятков лет с момента создания самого карьера. В последующее время за счет угла наклона склона Василёвой балки в 12–13°, достаточного для смещения обломочного материала, происходило его активное перемещение к береговой линии различными склоновыми процессами (обвалами, оползнями, осыпями, селеподобными выносами и пр.). Благодаря естественному

сужению устья балки к морю, ее низовье довольно быстро заполнилось побочными разнообломочными продуктами добычи известняка. И хотя вследствие слабой изученности этой местности, у нас нет данных по объемам выноса материала на пляж (первые сведения о катастрофическом техногенном оползне относятся к ноябрю–декабрю 2006 г. [7]), по имеющимся у нас фотографиям 1990 г., мы можем предполагать, что уже в 80-ые г. XX в. в вершине Василёвой бухты шла волновая переработка техногенного обломочного материала и его поступление в береговую зону, а также существовал небольшой пляж.

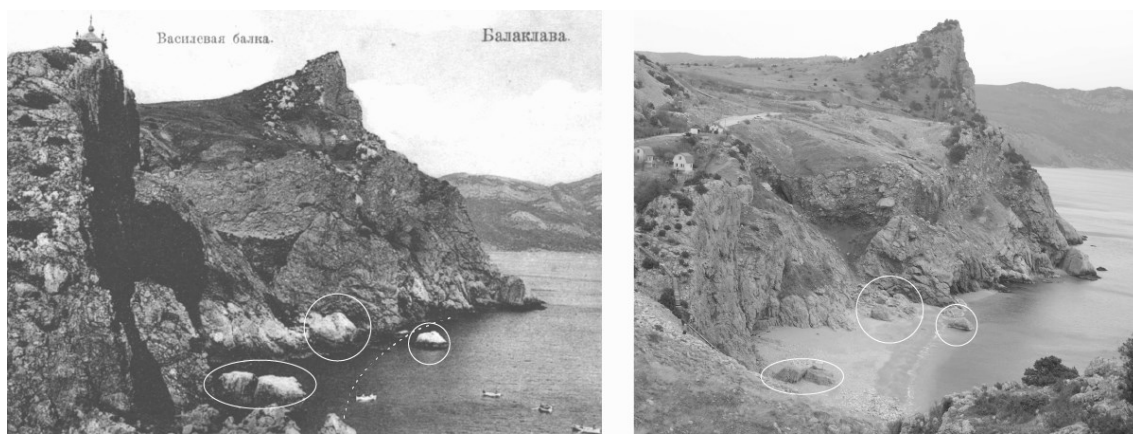


Рис. 5. Вид на Василёву бухту: дореволюционная открытка 1912 г. (слева, из коллекции А. В. Иванова), фотография с пляжем в 2016 г. (справа, фото авторов). Овалами выделены надводные глыбы, сохранившиеся в бухте спустя более чем 100 лет

Образовавшийся пляж получил название Васили от расположенной по соседству балки. Он находится в небольшой вогнутости контура берега и ограничен с запада и востока выступающими в море скалами. Примыкающий к пляжу берег является абразионно-обвальным в коренных породах. Он имеет высоту до 40,0 м и сложен массивными мраморизованными верхнеюрскими розовыми известняками.

В ноябре–декабре 2006 г. по Василёвой балке в бухту сошел крупнейший по мощности с начала 2000-ых г. техногенный оползень Крыма, выдвинувшийся в море на 100,0 м [7]. Язык оползня протяженностью около 100,0 м и состоящий из глыбового материала, разделил пляжную зону на две части: западную («малый» пляж) и восточную («большой» пляж) [8].

Согласно полевым материалам, наибольшая ширина «малого» пляжа изменяется в пределах 5,0–7,0 м (Рис. 6, слева). Максимальная ширина «большого» пляжа составляет около 50,0 м, средняя — 20,0 м (Рис. 6, справа). При полевых измерениях в июне 2016 г. общая протяженность береговой линии «большого» и «малого» пляжей была 220,0 м, их площадь — 6 190,0 м². Осредненные значения площади двух пляжей в 2016 г., рассчитанные по полевым и спутниковым данным, составили 5 520,0 м². По спутниковым снимкам 2020 г. общая площадь пляжей возросла до 6 810,0 м². Таким образом, наблюдается тенденция роста их площади. Сравнение фотографий «большого» пляжа за

период 2006–2016 гг. позволило предварительно оценить среднюю скорость выдвигания его береговой линии в 1,6–2,5 м/год [8]. Вместе с постепенным выдвиганием береговой линии «большого» пляжа, происходит выравнивание ее контура.

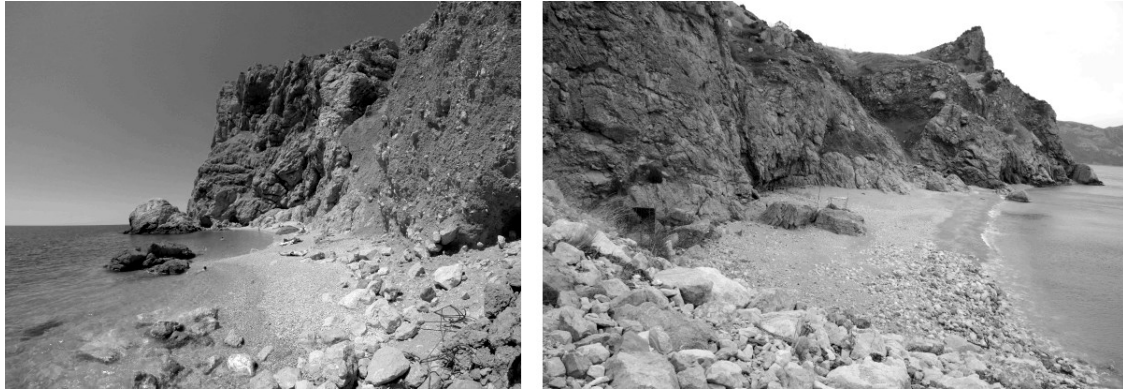


Рис. 6. «Малый» (слева) и «большой» (справа) пляжи Василёвой бухты (фото авторов). Между ними — зона глыбового навала техногенного оползня

Ширина пляжей непостоянна и зависит от сезона года (теплый или холодный период), ветро-волновых условий и уровня режима. Как правило, в осенне-зимний период штормов ширина обоих пляжей существенно сокращается, вплоть до полного размыва «малого пляжа». К летнему периоду «малый пляж» восстанавливается в своих размерах, а ширина «большого» возрастает. Участок побережья открыт для волнений от юго-востока, юга и юго-запада, что определяет высокую подвижность гравийно-галечного материала на пляже и его подводном продолжении. В зависимости от преобладающего направления волнения, наносы могут оттягиваться в море, выноситься на берег или мигрировать в пределах пляжа из одной его части в другую.

Вещественный состав пляжей образован переработанным и переотложенным морем материалом отвала «Василёва балка», а также продуктами выветривания розовых верхнеюрских известняков, слагающих береговые обрывы над пляжем. В этой связи пески в верхней части «большого» пляжа имеют характерный оранжево-розовый цвет. Растительность пляжей крайне разрежена и присутствует, главным образом, в тыльной части большого пляжа, где она представлена мачком желтым (*Glaucium flavum*, включен в Красную книгу Республики Крым и Севастополя) и тростником обыкновенным (*Phragmites australis*). Наличие последнего указывает на разгрузку здесь подземных и поверхностных вод.

Для детального исследования гранулометрического состава (грансостава) пляжа Васили, с «большого» пляжа были отобраны пробы для гранулометрического анализа [9]. Их изучение показало, что «большой» пляж сложен довольно крупным обломочным материалом. Это можно объяснить высокой прочностью мраморизованных известняков, поступающих от размыва языка техногенного оползня, и являющихся основным источником питания пляжа. Роль мелких частиц (менее 0,25 мм) в формировании грансостава мизерна по всему профилю пляжа и составляет первые проценты (Рис. 7).

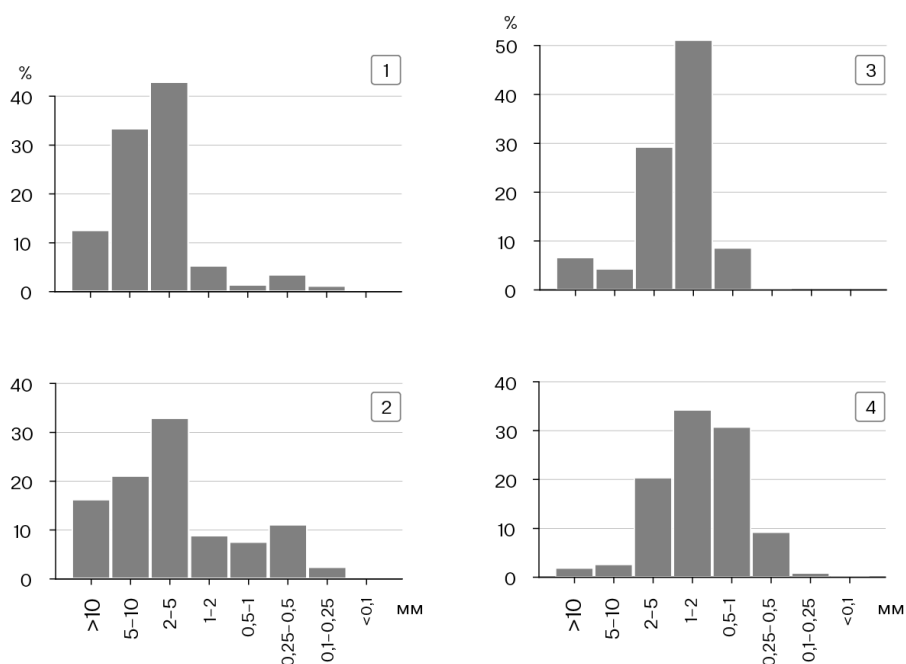


Рис. 7. Гранулометрический состав наносов «большого» пляжа Васили: у уреза воды (1), на расстоянии 5,0 м от уреза (2), в средней (3) и верхней (4) частях.
Составлено авторами

Наиболее крупный материал сосредоточен в приурезовой зоне и представлен мелким и крупным гравием (Рис. 7.1). С удалением от уреза вверх по профилю пляжа размерность частиц уменьшается. Так, в 5,0 м от уреза остается доминирующим мелкий и крупный гравий, но повышается доля среднего, крупного и грубого песка (Рис. 7.2). В средней части пляжа преобладает грубый песок и мелкий гравий (Рис. 7.3); в верхней — грубый и крупный песок (Рис. 7.4). Если усреднить результаты анализа проб по профилю пляжа (точки 2–4), кроме уреза воды (точка 1), получим его мелкогравийно-песчаный грубозернистый состав. Следует отметить, что пляжные наносы имеют разную степень сортировки и обработки. На точках 1 и 2 материал хуже всего отсортирован, в верхней части пляжа (точка 4) — лучше всего. Среди наносов присутствует антропогенный материал в виде стекла, наибольшее количество которого обнаружено у уреза воды.

Популярным местом купально-пляжной рекреации севастопольцев и гостей города пляж стал лишь в 2000-ые г. В то же время БРУ оборудовало металлическую лестницу для спуска на пляж. Теперь он доступен для посещения как с моря, так и суши: сюда можно попасть морем на рейсовом городском катере или частном маломерном судне, пешком или автомобильным транспортом. Со смотровой площадки над пляжем открывается прекрасный вид на м. Айя и окрестности.

По результатам опроса отдыхающих Севастопольского региона в 2012 г., пляж Васили занял 5-ое место по предпочтению среди пляжей и мест массового отдыха у водных объектов Балаклавского района, обогнав пляжи базы отдыха ЧФ, Ласпи, Царский и Каравелла [10]. В летний период пляж испытывает

существенную рекреационную нагрузку, превышающую его емкость [11]. Однако его соседство с Псилерахским карьером, являющимся источником загрязнения окружающей среды, а также потенциально возможное развитие в Василёвой балке и над большим пляжем опасных геологических процессов [12], вызывают тревогу с позиции его функционирования как официального городского пляжа. В складывающейся ситуации, в первую очередь, необходимо обеспечить безопасность посетителей пляжа Васили, осуществив комплекс берегозащитных (противооползневых, противообвальных и противокамнепадных) мероприятий.

Выводы

Изучение состояния биоценозов Василёвой бухты в 1990 г. Ю. В. Просвириным показало, что произошло масштабное заиление, практически, всей ее акватории, которое было связано с механическим оседанием на дно шлама, поступающего со сбросом технических вод от Псилерахского карьера. Вместе с постоянным поступлением разнообломочного материала от техногенного оползня, это привело к перекрытию шламом и гравием валунно-глыбового скульптурного склона бухты, полному уничтожению донной растительности, обеднению и угнетению зооценозов, исчезновению гидробионтов и рыбных нерестилищ. Тем не менее, особенности донного рельефа Василёвой бухты, где с 12,0–17,0 м до 40,0–50,0 м отмечается резкий свал глубин, обусловили тот факт, что основная масса шлама сразу уходила на значительные глубины, практически, не распространяясь вдоль побережья.

Проведенные в 2016 г. исследования донных ландшафтов Василёвой бухты позволяют заключить, что прекращение с 2000 г. сброса шламовых вод в акваторию, вызвало существенные положительные изменения в их структуре. Несмотря на продолжающуюся активность техногенного оползня, интенсивная волновая деятельность способствует размыву донных гравийно-илистых отложений и обнажению валунно-глыбового скульптурного слоя, что обусловило возрождение значительных площадей макрофитов и частичное возобновление характерных для скально-валунных ландшафтов ихтиоценов, представленных различными видами сем. Labridae, Pomacentridae и Blenniidae. Это свидетельствует об улучшении экологической обстановки в акватории и дает возможность прогнозировать дальнейшее восстановление донных ландшафтов бухты.

В начале 80-ых г. XX в. в вершине Василевой бухты из переработанного морем материала отвалов Псилерахского карьера образовался антропогенный пляж Васили. Его площадь увеличивается, а береговая линия выдвигается, по предварительным оценкам, со средней скоростью от 1,6 до 2,5 м/год.

Техногенный оползень делит пляжную зону на две части: «малый» и «большой» пляж. Максимальная ширина «большого» пляжа составляет около 50,0 м, средняя — 20,0 м. Из-за высокой прочности питающих пляж мраморизованных известняков он сложен довольно крупным обломочным материалом. Проведение гранулометрического анализа наносов «большого» пляжа показало его мелкогравийно-песчаный грубозернистый состав.

Популярность пляжа Васили предъявляет высокие требования к обеспечению его геоэкологической безопасности в условиях конфликта рекреационного и промышленного типов природопользования, активности

техногенного оползня и потенциальной возможности проявления опасных геологических процессов.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ госрегистрации АААА-А19-119031490078-9) и госзадания ФИЦ ИнБЮМ (гос. регистрационный № АААА-А18-118020890074-2)

Авторы выражают благодарность членам МР ОО «Ассоциация подводной деятельности Крыма и Севастополя» Кулешову В. С. и Залютаеву Д. Л. за материалы подводной видеосъемки; сотрудникам ФИЦ ИнБЮМ к.б.н. Мироновой Н. В. и к.б.н. Александрову В. В. за помощь в определении макрофитов; к.и.н. Иванову А. В. за консультации и предоставленные фотоматериалы; студенту СевГУ Тарасову А. за участие в сборе и обработке пляжного материала.

Литература

1. Попов М. А. Геоморфологический очерк залива Мегало-Яло и Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. Вып. 14. С. 209–214.
2. Севастополь: Энциклопедический справочник / Ред.-сост. М. П. Апошанская. 2-е изд, доп. и испр. Севастополь: Национальный музей героической обороны и освобождения Севастополя. Симферополь: Издат-во ООО «Фирма «Салта» ЛТД», 2008. С. 149.
3. Иванов В. Е. Особенности возникновения и развития техногенных оползней в районе Балаклавы (Юго-Западный Крым) / Геологический журнал. 2012. № 4. С. 86–92.
4. Долгова Т. И., Тараненко О. М. Оценка экологической опасности добычи флюсовых известняков в условиях Крыма // Екологія і природокористування. 2009. Вип. 12. С. 142–147.
5. Просви́ров Ю. В. 1991. Влияние сброса шламовых вод на бентосные организмы (район Балаклавы, глубина 0-25 м). Часть 1. Севастополь, 21 с. Деп. в ВИНТИ 05.12.91, № 4519-B91.
6. АО «Балаклавское рудоуправление им. А. М. Горького» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.balaklava-bru.ru/> (дата обращения: 15.09.2020).
7. Илларионов В. Крупнейший техногенный оползень Крыма. Онлайн-версия информационной газеты «Слава Севастополя». 14.12.2006 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://slavasev.ru/2006.12.14/view/14556_krupneyshiy-tehnogennyy-opolzen-kryma.html (дата обращения: 12.12.2016).
8. Агаркова-Лях И. В., Лях А. М. Техногенный оползень в Василёвой балке (Юго-Западный Крым) как фактор формирования современного рельефа и ландшафтов // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020 Т. 6 № 1. С. 180–191.
9. Межгосударственный стандарт ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/70292406/> (дата обращения: 15.10.2020).

10. Лазицкая Н. Ф., Яковенко И. М. Геомаркетинговые подходы к изучению перспектив развития водной рекреации в Севастополе // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. 2012. Т. 25 (64). № 3. С. 67-77.
11. Агаркова-Лях И. В., Тамойкин И. Ю. Предварительные результаты полевых наблюдений и анализ рекреационной нагрузки на береговую зону моря (на примере пляжа «Василева балка», Севастополь) // Системы контроля окружающей среды. 2017. Вып. 7 (27). С. 131–140.
12. Геолог предсказал обрушение скального массива над пляжем Васили в Севастополе. В. Илларионов. ForPost. Новости Севастополя. 04 августа 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sevastopol.su/news/geolog-predskazal-obrushenie-skalnogo-massiva-nad-plyazhem-vasili-v-sevastopole> (дата обращения: 12.09.2020).

I. Agarkova-Lyakh¹,
I. Tamoikin²,
A. Lyakh³

Changes in the bottom and coastal landscapes of Vasileva Bay under long-term anthropogenic impact (South-Western coast of Crimea)

¹Institute of natural and technical systems,
Sevastopol, Russian Federation

²Association of Underwater Activities of Crimea and
Sevastopol, Sevastopol, Russian Federation

³A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas
of RAS, Sevastopol, Russian Federation

e-mail: ¹iva_crimea@mail.ru, ²igortamoikin@mail.ru,
³me@antonlyakh.ru

Abstract. *Technogenic factors of the nearby Psilerakhskiy quarry are considered. They influence the state of bottom and coastal landscapes of Vasileva Bay. The structure of bottom landscapes of Vasileva Bay during the period of quarry slurry water discharge and after its stopping in 2000 is described. The history of formation of the anthropogenic Vasily beach is considered. Its morphometric parameters, dynamics and particle size distribution of beach load are described.*

Keywords: *environmental conflict, Psilerakhskiy quarry, siltation of bottom landscapes, biocoenosis suppression, macrophytes and ichthyocenes regeneration, rubble material accumulation, Vasily beach, particle size distribution of beach loads.*

References

1. Popov M. A. Geomorfologicheskij ocherk zaliva Megalo-YAlo i Balaklavskoj buhty // Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. Sevastopol': Ekosi-Gidrofizika, 2006. Vyp. 14. S. 209–214. (in Russian).
2. Sevastopol': Enciklopedicheskij spravochnik / Red.-sost. M. P. Aposhanskaya. 2-e izd, dop. i ispr. Sevastopol': Nacional'nyj muzej geroicheskoy oborony i

- osvobozhdeniya Sevastopolya. Simferopol': Izdat-vo ООО «Firma «Salta» LTD», 2008. S. 149. (in Russian).
3. Ivanov V. E. Osobennosti vozniknoveniya i razvitiya tekhnogennyh opolznei v rajone Balaklavy (Yugo-Zapadnyj Krym) / *Geologicheskij zhurnal*. 2012. № 4. S.86-92. (in Russian).
 4. Dolgova T. I., Taranenko O. M. Ocenka ekologicheskoy opasnosti dobychi flyusovyh izvestnyakov v usloviyah Kryma // *Ekologiya i prirodkoristuvannya*. 2009. Vip. 12. S.142–147. (in Russian).
 5. Prosvirov Yu. V. 1991. Vliyanie sbrosa shlamovyh vod na bentosnye organizmy (rajon Balaklavy, glubina 0-25 m). Chast' 1. Sevastopol', 21 s. Dep. v VINITI 05.12.91, № 4519–V91. (in Russian).
 6. AO «Balaklavskoe rudoupravlenie im. A. M. Gor'kogo». URL: <http://www.balaklava-bru.ru/> (data obrashcheniya: 10.03.2018). (in Russian).
 7. Illarionov V. Krupnejshij tekhnogennyy opolzen' Kryma. Onlajn-versiya informacionnoj gazety «Slava Sevastopolya». 14.12.2006 g. URL: http://slavasev.ru/2006.12.14/view/14556_krupneyshiy-tehnogennyy-opolzen-kryma.html (data obrashcheniya: 12.12.2016). (in Russian)
 8. Agarkova-Lyah I. V., Lyah A. M. Tekhnogennyy opolzen' v Vasilevoj balke (YUgo-Zapadnyj Krym) kak faktor formirovaniya sovremennogo rel'efa i landshaftov // *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. 2020 T.6 №1. S. 180-191. (in Russian).
 9. Mezhhgosudarstvennyj standart GOST 25100-2011 «Grunty. Klassifikaciya» URL: <http://base.garant.ru/70292406/> (data obrashcheniya: 15.10.2020). (in Russian).
 10. Lazickaya N. F., Yakovenko I. M. Geomarketingovy podhody k izucheniyu perspektiv razvitiya vodnoj rekreacii v Sevastopole // *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta imeni V.I Vernadskogo. Seriya: Geografiya*. 2012. T. 25 (64). № 3. S. 67–77. (in Russian).
 11. Agarkova-Lyah I. V., Tamojkin I. Yu. Predvaritel'nye rezul'taty polevyh nablyudenij i analiz rekreacionnoj nagruzki na beregovuyu zonu morya (na primere plyazha «Vasileva balka», Sevastopol') // *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*. 2017. Vyp.7 (27). C.131–140. (in Russian).
 12. Geolog predskazal obrushenie skal'nogo massiva nad plyazhem Vasili v Sevastopole. V. Illarionov. ForPost. Novosti Sevastopolya. 04 avgusta 2018. URL: <https://sevastopol.su/news/geolog-predskazal-obrushenie-skalnogo-massiva-nad-plyazhem-vasili-v-sevastopole> (data obrashcheniya: 12.09.2020). (in Russian).

Поступила в редакцию 16.10.2020 г.