

Часть 3.

Проблемы рационального природопользования в геосистемах разных типов

УДК 551.4.01:551.435.3(265.54)

DOI: 10.35735/9785605515623_195

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПЛЯЖАХ РИАСОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БУХТА БАКЛАН)

Волкова Д.И.,

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования геоморфологического строения и динамики береговой зоны залива Петра Великого (Японское море) на примере бухты Баклан. Побережье относится к риасовому типу и подразделяется на шесть геоморфологических районов. Основное внимание уделено анализу распределения, морфологии и сезонной изменчивости пляжей Хасанского муниципального округа на основе полевых наблюдений (2021–2023 гг.). Выделено 75 пляжей длиной более 500 м, составлена карта их распространения. Установлено, что наиболее протяженные аккумулятивные формы приурочены к устьям крупных рек (Туманная, Раздольная) и вершинам крупных бухт. Детально описано строение бухты Баклан, где преобладают прислоненные пляжи с мелкозернистым песком, а динамика рельефа определяется волновыми процессами и выносами реки Пойма. Инструментальные наблюдения показали, что сезонные деформации пляжа не превышают 1 м и сопровождаются его расширением на 2–3 м. Особое внимание уделено воздействию тайфуна «KHANUN» (август 2023 г.), которое привело к штормовому затоплению, изменению гранулометрического состава наносов (увеличение медианного диаметра до 0,28 мм) и ухудшению их сортировки. Полученные данные имеют значение для понимания современных береговых процессов и оценки рекреационных рисков на побережье Приморья.

Ключевые слова: геоморфология, риасовый берег, пляжи, залив Петра Великого, бухта Баклан, динамика берегов, тайфун, аккумуляция, абразия, гранулометрический состав.

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS IN THE FORMATION OF THE ECOLOGICAL SITUATION ON THE BEACHES OF THE RIA COAST (BAKLAN BAY)

Volkova D.I.

Far Eastern Federal University, Vladivostok

Abstract. The article presents the results of a study on the geomorphological structure and coastal dynamics of Peter the Great Bay (Sea of Japan), using Baklan Bay as a case study. The coast is classified as a ria-type and is divided into six geomorphological regions. The primary focus is on analyzing the distribution, morphology, and seasonal variability of beaches in the Khasansky Municipal District based on field observations (2021–2023). A total of 75 beaches exceeding 500 meters in length were identified, and a distribution map was compiled. It was established that the most extensive accumulative landforms are confined to the mouths of large rivers (Tumannaya, Razdolnaya) and the heads of large bays. A detailed description of Baklan Bay's structure is provided, where attached beaches composed of fine sand predominate, and relief dynamics are determined by wave processes and the runoff of the Poima River. Instrumental surveys showed that seasonal beach deformations do not exceed 1 meter and are accompanied by a beach widening of 2–3 meters. Special attention is given to the impact of Typhoon KHANUN (August 2023), which caused storm flooding,

changes in the granulometric composition of sediments (an increase in median diameter to 0.28 mm), and a deterioration in their sorting. The obtained data are significant for understanding modern coastal processes and assessing recreational risks on the Primorye coast.

Keywords: *geomorphology, ria coast, beaches, Peter the Great Bay, Baklan Bay, coastal dynamics, typhoon, accumulation, abrasion, grain size composition.*

Введение. Геоморфологическое строение побережья и дна залива Петра Великого характеризуется контрастностью и разнообразием форм рельефа, относящихся к риасовому типу, то есть образовавшихся в результате затопления морем речных долин [6]. Данная территория рассматривается как единая геоморфологическая область, в пределах которой на основе анализа берегоформирующих процессов и особенностей строения выделяется шесть районов: Посъетский, Славянский, Амурский, Островной, Уссурийский и Находкинский [7].

Посъетский район, расположенный на юго-западе, отличается сильной изрезанностью берегов и наличием единственного на юге Приморья выровненного аккумулятивного участка — Хасанского взморья, формирующегося под влиянием стока реки Туманной. Севернее, в Славянском районе, южная часть у гранитного массива Гамова представляет собой зубчатые берега с серией бухт, тогда как в северной части преобладают более крупные бухты, в вершинах которых расположены устья рек, поставляющих значительный объем терригенного материала. Наибольшее влияние речного стока наблюдается в Амурском районе, где река Раздольная выносит более 700 тыс. т наносов в год, что приводит к формированию обширных прибрежных равнин и наступанию суши со скоростью более метра в год на отдельных участках.

Рельеф дна залива в своих общих чертах унаследовал субаэральный эрозионно-аккумулятивный рельеф, существовавший до голоценовой трансгрессии и впоследствии переработанный морскими процессами. Для него характерно наличие выровненных аккумулятивных равнин в бухтах и заливах, где мощность голоценовых осадков достигает 30 метров, и крутосклонных абразионно-денудационных поверхностей у мысов, полуостровов и островов, сложенных коренными породами.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2021–2023 гг. в бухте Баклан. Инструментальные наблюдения включали нивелировочные работы на репрезентативных профилях для оценки сезонной динамики рельефа и воздействия тайфунов. Выполнен отбор проб наносов для определения гранулометрического состава. Картографирование пляжей осуществлено на основе полевых данных и анализа картографических материалов. Выполнена фотофиксация, в том числе с использованием БПЛА.

Результаты и их обсуждение. Пляжи риасового побережья Приморья представляют собой неотъемлемый элемент рельефа береговой зоны. Они отсутствуют исключительно на абразионных участках, характеризующихся полным дефицитом наносов, где формируются береговые обрывы, уходящие крутым уступом ниже уровня моря. В морфологическом отношении выделяются два основных типа пляжей: прислоненные (односклонные) и пляжи полного профиля (двусклонные) [3]. Всего было насчитано 75 пляжей, длина которых превышает 500 м (табл. 1).

Таблица 1

Пляжи Хасанского муниципального округа

Название группы	Длина, м	Количество пляжей
Малые	500-1500	41
Средние	1501–3000	22
Большие	3001-5000	7
Самые большие	>5000	5

Анализ составленной карты пляжей Хасанского муниципального округа показал четкую закономерность в их распределении: пляжи длиной не более 1500 метров сосредоточены преимущественно на абразионных берегах, например на полуострове Гамова, где преобладают разрушительные процессы.

Наиболее протяженные пляжи, превышающие 5 тыс. м, расположены в зонах перераспределения твердого стока крупных рек — Туманной (Хасанское взморье, коса Назимова) и Раздольной (пляж южнее полуострова Песчаный), а также в вершинах крупных бухт, таких как Баклан и Нарва, куда впадают относительно крупные водотоки, обеспечивающие постоянное поступление материала для аккумуляции.

Бухта Баклан вдается в побережье между восточной оконечностью полуострова Клерка и мысом Чирок. Вход в бухту экранируют острова Сибирякова и Антипенко. По особенностям строения и сочетанию форм рельефа берег бухты классифицируется как абразионно-аккумулятивный, поскольку здесь сочетаются абразионные (мысы Чирок, Нерпа, полуостров Клерка) и аккумулятивные (верховье бухты) участки. Аккумулятивные формы, сложенные преимущественно песчаным материалом, приурочены к вершинной части бухты.

Пляж, расположенный в вершине бухты и ее вогнутостях, имеет длину около 5,5 тыс. м при средней ширине 86 м. Уклон поверхности пляжа варьирует от 4° до 10°. В вершине бухты пляж сложен песчано-галечным материалом, тогда как в бортовых частях, примыкающих к мысам, преобладает более грубообломочный материал. Генетически питание пляжа относится к типу с преобладанием аллювиального и донного источников. На большей части своего протяжения пляж является прислоненным односклонным, примыкая к аккумулятивной террасе, и лишь на отдельных отрезках двусклонным – к устью и протокам реки Пойма. В восточной и западной частях бухты пляж прислонен к коренным породам клифа. Напротив участка, относящегося к городскому пляжу «Манчжурка», находится абразионно-денудационный уступ.

Отдельного внимания заслуживает участок с пересыхающей протокой, которая в период тайфунов восстанавливает связь с морем, вынося на пляж илистый осадочный материал. На данном отрезке фиксируется более крутой подводный береговой склон по сравнению с прилегающими территориями в направлении мыса Чирок. Здесь отчетливо прослеживаются подводные валы, свидетельствующие о поперечном перемещении наносов.

Активные клифы распространены на выступающих элементах берега – мысах, а также в северо-восточной части бухты вплоть до мыса Чирок, где протяженность абразионного участка составляет 2200 м. Процесс абразии здесь протекает замедленно вследствие сложения клифов устойчивыми к разрушению породами. В этой зоне присутствуют «карманные» пляжи (средней длиной около 100 м), которым соответствуют отмершие клифы. Бенчи, генетически и пространственно связанные с клифами, представлены преимущественно скалистыми, а также валунно-глыбовыми образованиями.

Для риасового типа берегов характерна более высокая динамика на внешнем контуре, подверженном прямому волновому воздействию. В самой бухте волновая активность оказывает меньшее влияние на развитие берега [4, 5]. Вследствие этого юго-западная часть бухты, находящаяся в «волновой тени» полуострова Клерка, испытывает меньшее волновое воздействие по сравнению с более открытой северо-восточной частью. Таким образом, в береговой зоне бухты отчетливо дифференцируются два участка: аккумулятивный (пляж) и абразионный, приуроченный к выступающим мысам и клифам.

В полевой период (2021–2023 гг.) на пляже были проведены инструментальные наблюдения за сезонной динамикой (в переходные сезоны осень/весна), а также внеплановые исследования после прохождения тайфунов. Методика работ включала нивелировочные работы на репрезентативных профилях для получения количественных и качественных характеристик динамики пляжа, а также отбор проб для определения гранулометрического состава наносов [2].

Основными факторами, определяющими динамику аккумулятивного участка, являются волнение и обусловленные им течения, а также вынос аллювия из реки Пойма и ее протоков. Результаты повторных нивелировок показали, что максимальная величина деформации рыхлых отложений не превышает 1 м (в среднем 0,5 м) и приурочена к урезу воды. Менее выраженные деформации, максимальные значения которых смещены в верхнюю, удаленную от уреза часть пляжа, характерны для участков с более пологим профилем, где пляж примыкает к аккумулятивной террасе или антропогенным сооружениям. В данном случае главным деформирующим фактором выступает не волновое воздействие, а ветровая (эоловая) деятельность (рис.1)

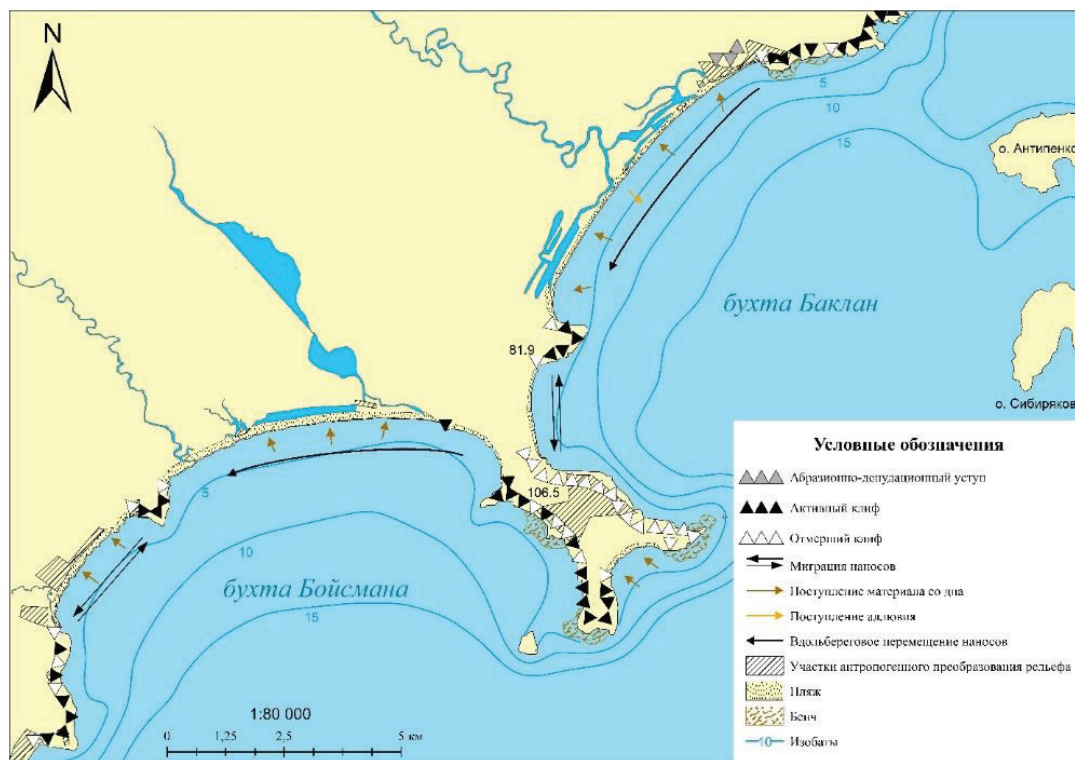


Рис. 1. Морфодинамическая схема бухт Баклан и Бойсмана

Анализ полученных профилей выявил следующее:

1. Деформация рельефа в приурезовой зоне, где на пологом склоне ранее формировались береговые валы, происходит под воздействием зимних штормов и весеннего припая.
2. Зафиксировано сезонное расширение пляжа на 2–5 м.

В целом пляжевые отложения характеризуются высокой степенью однородности. На всем протяжении пляжа доминирует мелкий песок (0,5–0,25 мм). Прослеживается тенденция к увеличению среднего диаметра фракций (M_d) и коэффициента сортировки в направлении с северо-востока на юго-запад. На профилях полигона наиболее крупный материал сосредоточен в приурезовой зоне ($M_d = 0,18–0,22$ мм), в то время как в средней части пляжа преобладает более мелкая фракция ($M_d = 0,173$ мм). В тыловой части, ближе к террасе, средний диаметр вновь возрастает ($M_d = 0,19$ мм). Коэффициент сортировки, свидетельствующий о хорошей сортировке наносов, изменяется в пределах 1,6–2, следуя динамике среднего диаметра фракций.

Непосредственное влияние на состояние пляжа оказал тайфун KHANUN (№ 2306). Он образовался 26 июля 2023 г. в Тихом океане, достигнув в развитии 4-й категории опасности с давлением в центре 930 гПа и ветром до 56 м/с [1]. Уже 4–5 августа циклон начал косвенно влиять на Приморье, насыщая атмосферные фронты теплом и влагой. 9 августа он подошел к

Корейскому проливу в стадии сильного тропического шторма, а 10 августа, объединившись с полярным фронтом, оказал прямое воздействие на край.

Медленно смещаясь на север, циклон вызвал сильные дожди: 9–10 августа – на юге и западе, 11–13 августа – на всей территории. Наибольшее количество осадков за эти дни выпало в Черниговском (190 мм), Чугуевском (173 мм) и Хасанском (169 мм) районах, а также в Уссурийском городском округе (130 мм). Месячная сумма осадков в августе по краю превысила норму в 2–4 раза, во Владивостоке – в 3,6 раза. Весь период августовских дождей разделяется на три этапа: косвенное влияние тайфуна (4–8 августа), прямое (9–10 августа) и последующее воздействие полярного фронта (11–13 августа) [1].

Прохождение тайфуна «KHANUN» оказало определяющее воздействие на гидрометеорологический режим и морфодинамику пляжа «Маньчжурка». Основное влияние пришлось на 11 августа, характеризовавшееся штормовым усилением ветра (до 14 м/с) и аномально высоким количеством осадков (124,3 мм).

Воздействие экстремальных гидрометеорологических факторов привело к существенной трансформации пляжа. Зафиксировано затопление пляжа 11 августа, когда линия уреза достигла реперной точки, что свидетельствует о сильном штормовом нагоне и смыве пляжевого материала (рис. 2).

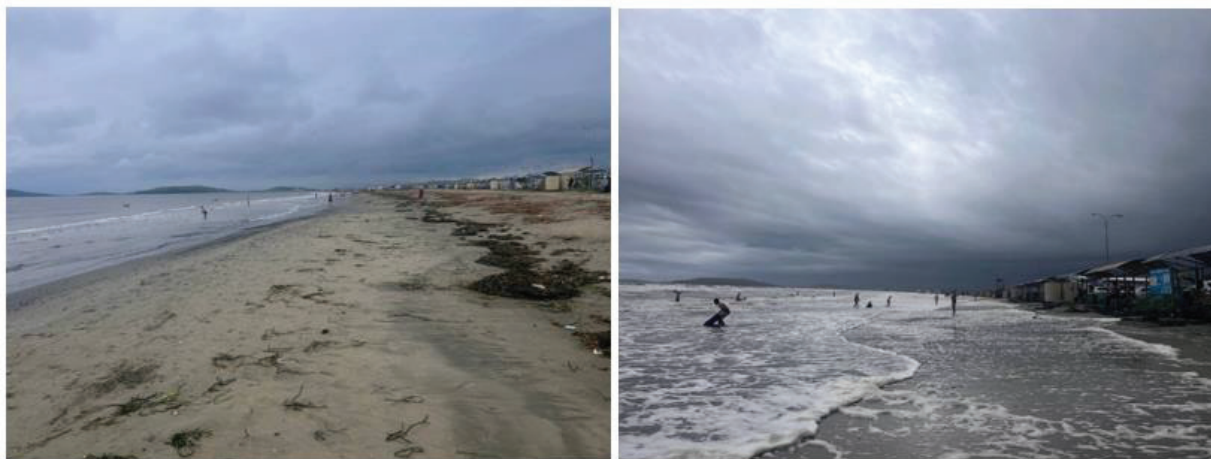


Рис. 2. Изменение состояния пляжа в бухте Баклан:
слева – до прихода тайфуна (8.08); справа – во время тайфуна (11.08)
(фото Леонова В.А.)

В результате штормового воздействия произошло изменение гранулометрического состава наносов. Отмечена тенденция к увеличению медианного диаметра частиц (до 0,28 мм) и ухудшению их сортировки в посттайфунный период, что отражает активную переработку осадочного материала волнами и течениями повышенной энергии. Установлено отсутствие корреляции между ухудшением погодных условий и рекреационной нагрузкой. Максимальное количество отдыхающих (88 человек) зафиксировано в день пика тайфуна, что, вероятно, связано с социально-экономическими факторами (окончание рабочей недели, приток туристов) и может представлять риск для безопасности людей в экстремальных погодных условиях.

Выводы

Для Хасанского муниципального округа составлены морфодинамическая схема и схема распространения пляжей. Выявлено 75 аккумулятивных форм длиной более 500 м, что подтверждает высокую расчлененность риасового побережья. Установлена закономерность пространственного распределения пляжей: малые формы (до 1500 м) приурочены к

абразионным участкам (полуостров Гамова), тогда как наиболее крупные пляжи (свыше 5000 м) формируются исключительно в зонах влияния твердого стока крупных рек (Туманная, Раздольная) и в вершинах обширных бухт. В бухте Баклан доминируют прислоненные пляжи с мелкозернистым песком (0,5–0,25 мм). Выявлена тенденция увеличения медианного диаметра частиц и коэффициента сортировки от тыловой части пляжа к урезу воды, а также в направлении от вершинной части бухты к ее открытому краю.

Количественно оценена сезонная и штормовая динамика береговой зоны. Максимальная величина деформации рыхлых отложений в бухте Баклан не превышает 1 м (в среднем 0,5 м) и сосредоточена в приурезовой полосе. Зафиксировано сезонное расширение пляжа на 2–5 м, происходящее в периоды затишья между штормами.

Воздействие тайфуна «KHANUN» является ключевым фактором краткосрочной трансформации пляжа. Экстремальное событие вызвало штормовое затопление, размыв аккумулятивной формы и изменение гранулометрического спектра: отмечено увеличение медианного диаметра частиц до 0,28 мм и ухудшение их сортировки, что указывает на активную переработку осадков волнами высокой энергии. Установлено отсутствие связи между экстремальным ухудшением погодных условий (пик тайфуна) и снижением рекреационной нагрузки, что создает повышенные риски для безопасности отдыхающих и требует совершенствования системы оповещения на побережье.

Литература

1. Анализ гидрометеорологических процессов и погодных условий в августе 2023 г. по территории Приморского края [Электронный ресурс] // ФГБУ «ДВНИГМИ». – Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul_2023/08/2023.08_ch5_typhoon.pdf
2. Бровка П.Ф., Волкова Д.И. Пляжи Хасанского района как рекреационный ресурс // Геосистемы Северо-Восточной Азии: географические факторы динамики и развития их структур: Материалы IX-й Всероссийской с международным участием научно-практ. конф. - Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2022. – С.212–217.
3. Волкова Д.И. Морфология и типы пляжей Хасанского района // Мат-лы Региональной научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15 апреля – 10 мая 2023 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. В.Ю. Ермаченко. – Электрон. дан. – Владивосток: ДВФУ, 2023. – Режим доступа https://www.dvfu.ru/institute_of_high_technologies_and_advanced_materials/Conferences/ – Загл. с экрана., - С. 38-40.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. М. Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
5. Зенкович, В. П. Берега Тихого океана / В. П. Зенкович, А. С. Ионин, П. А. Каплин, В. С. Медведев. – М.: Наука, 1967. – 376 с.
6. Леонтьев, О.К. Основы геоморфологии морских берегов / О.К. Леонтьев. – Москва: Изд-во МГУ, 1961. – 420 с.
7. Петренко, В.С. Морфодинамика и отложения пляжей риасового побережья Приморья / В.С. Петренко. – Владивосток: ДВГУ, 1983. – С. 117–120.