

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 551.41(265.53)

ТИПИЗАЦИЯ БЕРЕГОВ ЗАПАДНОГО ПРИОХОТЬЯ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

© 2021 г. Т. Д. Леонова^{а, *}, О. В. Белоус^{а, **}

^аТихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Владивосток, Россия

^{*}*e-mail:* leon@poi.dvo.ru

^{**}*e-mail:* kseya@mail.ru

Поступила в редакцию 27.03.2020 г.

После доработки 05.02.2021 г.

Принята к публикации 02.03.2021 г.

В статье представлены результаты исследования рельефа береговой зоны Западного Приохотья — одного из самых малоизученных и труднодоступных районов Охотского моря. Выявлены факторы, оказывающие воздействие на формирование рельефа побережья. Влияние холодного Охотского моря, длительность ледостава, ограничивающая влияние волнового воздействия, сложные гидродинамические условия, обусловленные сильными приливно-отливными и стоковыми течениями — основные факторы современного морфогенеза береговой зоны. Контрастный рельеф побережья обусловлен сложным геологическим строением рассматриваемого района, а речной сток, деятельность льда, абразия морских берегов влияют на поступление осадочного материала. По морфодинамическим признакам и на основе генетической классификации берегов авторами проведены типизация и районирование береговой зоны Западного Приохотья. Установлено, что в пределах района исследования на большей части исследуемых берегов преобладают денудация и вдольбереговой транзит наносов. Участки современной аккумуляции приурочены к вершинам бухт и устьям крупных и средних рек. Сделаны предположения о тенденциях развития рельефа береговой зоны заливов Западного Приохотья. Повышение уровня Мирового океана приведет к значительным изменениям в устьях рек. Активизируется абразия мысов, выступающих в море. Предположительно, произойдет затопление маршей и аллювиальных низменностей, а осушка вдоль бортов заливов будет подвержена размыву. Выполненные исследования могут быть использованы при прогнозировании дальнейшего хозяйственного освоения региона, выявлении экологических последствий все возрастающего антропогенного воздействия на побережье и в целях рекреации.

Ключевые слова: береговой район, абразионно-денудационные берега, течения, осушка, коса

DOI: 10.31857/S2587556621030092

В условиях активно расширяющегося хозяйственного освоения Западного Приохотья крайне актуален вопрос охраны природной среды и изменения ландшафтов береговой зоны Охотского моря.

Данная статья продолжает и обобщает серию публикаций авторов по берегам этого региона (Бровко, Леонова, 2012; Леонова, 2017; Леонова, Белоус, 2015, 2019; Лепешко, Леонова, 2003). В основу работы положены материалы, полученные при проведении экспедиционных работ на научно-исследовательских судах (НИС) “Первенец” (1976 г.), “Бриг” (1989 и 2003 гг.), “Профессор Гагаринский” (2016 г.), “Убежденный” (2009 г.), “Осмотрительный” (2011 г.), “Бухаро” (2013 г.) — наблюдения с борта судна и береговые маршруты. Фактический материал получен при дешифрировании космических и аэроснимков, при морфологическом и морфометрическом анализе топо-

графических и морских карт, фондовых материалов Тихоокеанской экспедиции Всероссийского научно-исследовательского института морской геологии и геофизики (1972–1982 гг.).

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

По схеме тектонического районирования (Геология..., 2002) исследуемая территория расположена в зоне сочленения субширотных элементов Амуро-Охотской палеозойско-мезозойской складчатой системы, Удского юрско-раннемелового вулканогенного пояса и субмеридионально ориентированных структур Сихотэ-Алиня. Береговая линия пересекает структурный комплекс морских терригенных и терригенно-кремнистых пород Торомской, Тугурской, Ульбанской, Усалинской кайнозойских впадин Амгунь-Амурской и Охотско-Шантарской рифтогенных систем. Впадины осложняют Торомский прогиб, выпол-

ненный триасовыми и юрскими морскими терригенными породами, и Хингано-Охотский ранне-поздне меловой вулканический пояс.

По побережью Удской губы и Тугурского залива широко распространены средне-верхнепалеозойские вулканогенно-кремнисто-терригенные образования, прорванные интрузиями поздне-меловых гранитоидов. Подобный же комплекс обнажается на Шантарских островах (Геологическая..., 1991).

На побережье Ульбанского залива и залива Николая преобладают юрские терригенные толщи Ульбанской структурно-формационной зоны, перекрытые поздне-меловыми вулканитами Ульбанской и Магуйской вулканических зон Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогена (Геологическая..., 1991).

Риасовый тип расчленения заливов Западного Приохотья предопределен разломно-глыбовым строением территории, что отчетливо прослеживается в системах полуостровов и заливов (Кулаков, 1980, 1973). А сложное геологическое строение и контрастный рельеф создают специфические условия развития побережья.

Рельеф рассматриваемого района представляет собой сочетание разделенных обширными депрессиями сводово-глыбовых и горстовых поднятий (Арчиков, Ивашинников, 1978). Горные сооружения суши, в пределах которых развиты денудационно-тектонический, эрозионный и аккумулятивный типы рельефа, представляют собой сложную сеть горных гряд и хребтов. Наиболее крупные из них — Прибрежный, Тайканский, Тыльский, Альский, Тугурский, Укурунру, Магу, Мевочан. Их максимальные абсолютные отметки лежат в интервале 900—1000 м. Глубина эрозионного расчленения хр. Прибрежного превышает 1000 м, а остальных — не более 200—300 м.

Континентальные межгорные впадины заполнены позднекайнозойскими аллювиальными и прибрежно-морскими осадками. Наиболее крупным из них в районе исследования соответствуют холмистые равнины и низменности: Удская, Торомская, Тугурская, Сыранская, Усалгинская, занятые долинами рек: Уды, Торума, Тугура, Сырана, Усалгина и др. Все они продолжаются в море в виде заливов.

Реки играют особую роль в балансе поступления осадков в Западном Приохотье: с речным стоком привносится основное количество терригенного материала [твердая фаза речного стока для р. Уда составляет 966.7 тыс. т/год (Астахов, 1986)].

Климатические условия рассматриваемого региона, находящегося в умеренных широтах, отличаются чертами субарктики. Средняя продолжительность ледового периода в Шантарском регионе составляет 260 сут (Гидрометеорология..., 1998). Лед является активным агентом переноса

продуктов денудации: большое количество обломочного материала выносится на припай, а в дальнейшем за пределы береговой зоны.

Длительный ледовый период (7—8 мес.) препятствует волновой абразии: за счет деятельности льда в Шантарском регионе в море поступает 185 т/км берега в год, тогда как абразия составляет всего 3.5 т/км берега в год (Арчиков и др., 1989). В условиях ослабленного волнового режима увеличивается рельефообразующее значение течений, особенно приливно-отливных. Они создают как эрозионные, так и аккумулятивные формы рельефа, усиливают процессы абразии во время приливов и способствуют перемещению осадочного материала за пределы береговой зоны.

Амплитуды приливо-отливных колебаний уровня моря велики: в Тугурском заливе они достигают 7.3 м в сизигии, в квадратуру — 1.8 м, а наибольшая величина прилива в вершине Удской губы залива — 10.1 м (Гидрометеорология..., 1998).

Скорости приливного течения также значительны: в северной части Тугурского залива (проливе Линдгольма) достигают 7 км/ч, а в южной уменьшаются до 2 км/ч. Наибольшие их значения отмечены в Северо-Восточном проливе — 15 км/ч (Гидрометеорология..., 1998). Приливо-отливные явления сопровождаются водоворотами и играют большую роль в перемещении береговых наносов, а также в подводной денудации.

ТИПИЗАЦИЯ БЕРЕГОВ

Типизация морских берегов, отражающая их современное состояние, динамику и связи между различными типами, необходима для выявления трендов развития береговой зоны района исследования. В ее основу положена генетическая классификация (Ионин и др., 1964), уточненная и расширенная авторами применительно к условиям западной части Охотского моря.

Выделены берега различных морфогенетических типов: абразионно-тектонические, абразионно-денудационные, абразионные, абразионно-бухтовые, абразионно-аккумулятивные бухтовые берега, аккумулятивные лагунные, аккумулятивные ваттовые и т.п.

Абразионно-тектонический тип представлен на севере Прибрежного хребта, где высота береговых обрывов, связанных с серией крутопадающих разломов-сбросов, нередко превышает 150—200 м. В верхних частях обрывов иногда встречаются разделенные глубокими рвами скальные останцы, образование которых обусловлено опусканием блоков пород (Лебедев, 1988). На большей части этих обрывистых скалистых берегов с редкими узкими валунно-глыбовыми и скальными бенчами практически отсутствуют аккумулятивные формы прибрежно-морского рельефа.

Абразионно-денудационные берега приурочены к участкам горного побережья, открытого штормовым волнам.



Рис. 1. Абразионно-денудационный тип: (а) побережье Удской губы; (б) побережье о. Большой Шантар. Фото авторов.

мовому волнению в заливах Тугурский, Ульбанский, Академии, Константина, северо-запада Удской губы, а также на островах Шантарского архипелага. Уступы берегов этого типа выработаны в разной степени метаморфизованных породах, хорошо противостоящих абразии. В Тугурском заливе и на Шантарских островах высота клифов достигает 50 м, в северо-западной части Удской губы близ устья р. Малый Джелон — 40–70 м (Лебедев, 1988), а в Ульбанском — свыше 100 м.

Ю.С. Липкиным в 1976 г. при изучении трещиноватости абразионно-денудационных берегов Тугурского полуострова установлено, что положение и очертание береговой линии во многом определены разрывными нарушениями (Лепешко, Леонова, 2003). Вертикальное и крутое падение трещин на этих берегах способствует образованию глыбовых навалов, осыпей, оползней и т.д., являющихся особенностью берегов этого типа (рис. 1а). Многие осыпи тянутся вдоль берега на сотни метров и распространяются вверх по склону на 100–200 м. Отчленение от коренных массивов отдельных блоков и обрушение их к подножию клифов часто блокирует последние от волнового воздействия, что приводит к преобладанию на абразионных в прошлом уступах в настоящее время денудационных процессов.

Песчано-галечные или валунные пляжи окаймляют входы в небольшие бухты. Здесь прибойные волны не докатываются до подножия обрывов и поэтому не производят их разрушения. Берега без пляжа распространены на окончании далеко выступающих в море мысов, где особенно энергично протекает абразия. У клифов, сложенных трещиноватыми сильно выветренными породами, отмечены высокие скорости абразии — 0.8–1.0 м/год (Арчиков и др., 1989).

Абразионно-денудационные берега имеют относительно ровный контур и почти на всем своем протяжении окаймлены коренными бенчами (см. рис. 1б). В Тугурском заливе ширина бенча достигает 100 м, и здесь в сизигии при высоте прилива 7 м он располагается на отметках 1.5–2 м над уровнем воды при отливе (рис. 2).

На юго-западном побережье Тугурского залива в тех местах, где к берегу моря подходят устья крупных рек (Эрена и Маймагун), встречаются высокие террасы (8–10 и 15–20 м). Достоверных данных относительно возраста этих террас нет, а их генезис является спорным. Л.И. Красный по характеру, литологии и геоморфологическим условиям залегания относит рассмотренные отложения к аллювиальным, а сами террасы — к речным образованиям (Красный, 1960). Отсутствия какого-либо подобия “лестниц” морских террас отмечено С.С. Воскресенским, С.А. Лебедевым и в заливе Николая (Воскресенский, Лебедев, 1980). Другие авторы (Ананьев, 1988; Гершанович, Забелина, 1957) выделяют на материковом побережье Северного и Северо-Западного Приохотья позднеплейстоценовые морские террасы и барьерные формы типа пересыпей в устьях рек на высотах до 10–12 м и относят их к трансгрессии начала позднего плейстоцена (Лебедев, 1988; Лебедева, 1998).

Следует отметить, что чисто абразионные берега (без денудационного шлейфа) приурочены к высоким скалистым выступающим в море мысам, хорошо противостоящим абразии. Чаще всего они встречаются на открытом побережье Охотского моря и на Шантарских островах. На этих участках происходит абразионное разрушение берегов с образованием останцов.

Абразионно-бухтовые берега распространены в Ульбанском и Тугурском заливах, Удской губе, а

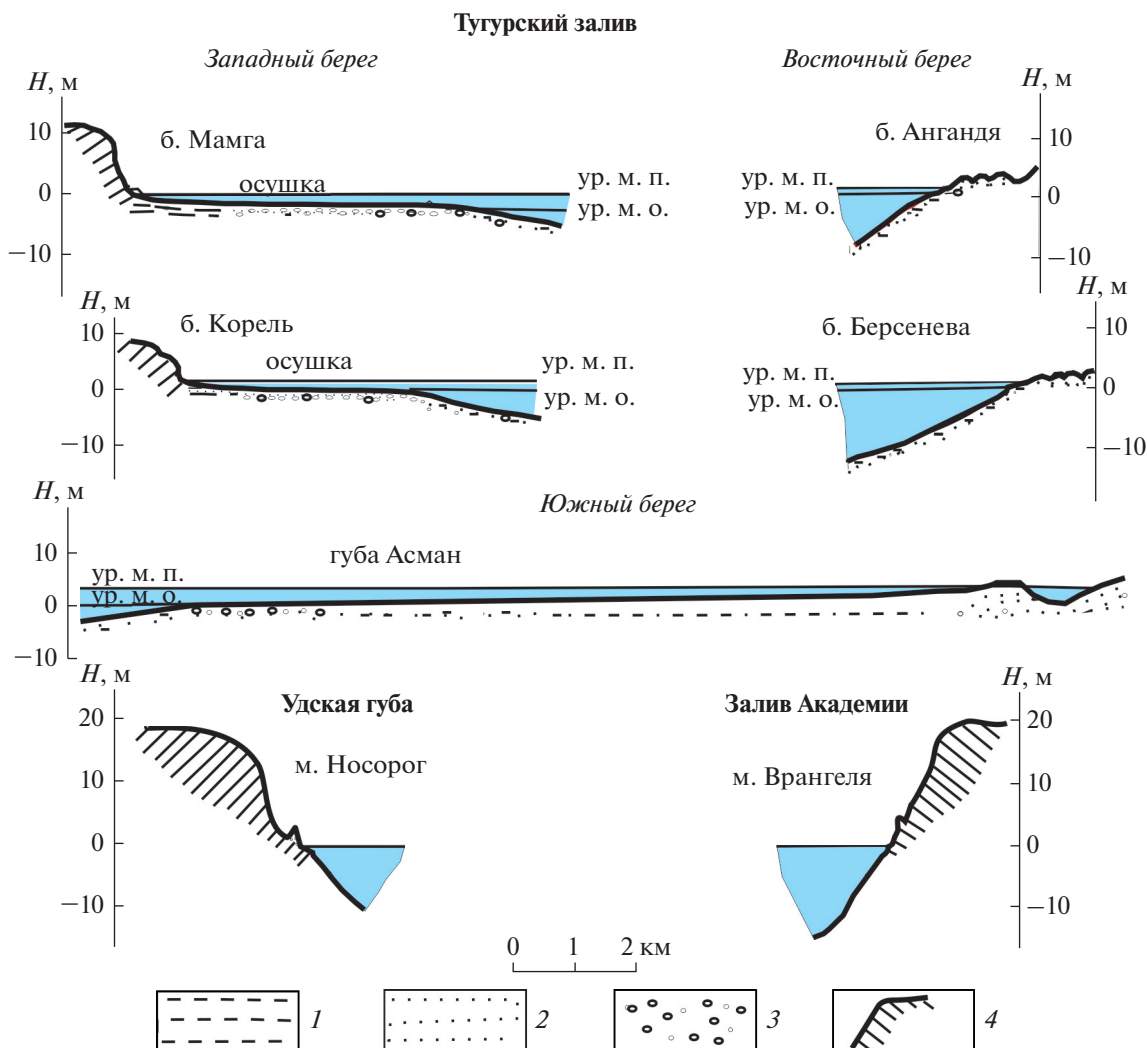


Рис. 2. Береговые профили заливов Западного Приохотья. 1 – ил; 2 – песок; 3 – гравий и валуны; 4 – коренные породы; ур. м. о. – уровень моря во время отлива; ур. м. п. – уровень моря во время прилива.

также на островах Шантарского архипелага. Уже отмершие клифы здесь окаймлены гравийно-галечными и песчано-гравийно-галечными пляжами небольшой протяженности и шириной 40–60 м при средней мощности пляжевых отложений в 1 м.

Формирование таких берегов связано с дефицитом обломочного материала, что обусловлено, в первую очередь, с отсутствием крупных рек, активной гидродинамической обстановкой и направлением потоков наносов (Леонова, Белоус, 2015). Примером являются бухты западной части Тугурского залива (Мамга, Корель, Уйкан и др.) (Бровко, Леонова, 2012), где, несмотря на активное абразионно-эрозионное срезание мысов, накопление осадков в их вершинах не происходит (см. рис. 2).

Развитие абразионно-аккумулятивно-бухтовых берегов с примкнувшей современной террасой в исследуемом районе связано с поступлением к

урезу воды значительных объемов обломочного материала. Здесь отчетливо проявляется влияние изменения литологического состава горных пород на береговую линию, где легко размываемые породы слагают берега бухт, а устойчивые выдаются в море в виде скалистых мысов. В бухтах Тугурского полуострова и Шантарского архипелага, заливе Люцун поступающий обломочный материал частично аккумулируется в их вершинных частях. Для таких берегов типичны протягивающиеся на расстояние до нескольких километров от берега серии береговых валов и баров, чередующихся с отчлененными ими озерами.

Яркими примерами данного типа побережий являются бухты Берсенева, Ангандя и Первенца в Тугурском заливе (см. рис. 2). Так, в бухте Берсенева абразионные уступы с активным клифом (до 50 м) прослеживаются от выступающих в море входных мысов, окруженных широким бенчем,

до ее вершины. Ширина примкнувшей террасы высотой 2.5–4 м, сложенной галечником и крупнозернистым песком, при приближении к вершинной части бухты увеличивается, достигая 10 м. В 10–12 м от ее основания параллельно берегу на 150 м протягивается широкий подводный вал, осушающийся в момент наибольшего отлива.

Занимающая вершину бухты осушка гравийно-галечниковая; в нижней ее части встречены выходы коренных пород.

Геоморфологическими исследованиями в бухте Первенца внутри современной долины ручья, впадающего в бухту, обнаружены четыре параллельных друг другу и берегу реликтовых морских вала, ширина и высота которых увеличивается при удалении от берега. Наиболее молодой из них расположен у края современной осушки, а три других находятся на расстоянии 100, 200, 300 м от современного берега (Бровко, Леонова, 2012). Они имеют крутые склоны, обращенные к берегу и более пологие, обращенные к морю.

Аккумулятивные берега (лагунные, ваттовые, др.) составляют около 31% от всей протяженности линии берега рассматриваемого района (Игнатов, Кивва, 1979). Их образование происходит в результате сложного взаимодействия нескольких факторов: количества речного стока, интенсивности морского волнения и амплитуды приливов.

Лагунные берега распространены в южной части Ульбанского залива, в заливе Николая и на о. Большой Шантар. Это низменные участки, прорезанные реками, ручьями и осложненные проточными озерами.

В Ульбанском заливе выровненные аккумулятивные *лагунные берега и аккумулятивные берега с примкнувшей современной террасой* сформировались на аллювиально-морской позднеголоценовой равнине (Игнатов, Кивва, 1979).

Аккумулятивные *ваттовые* берега формируются под воздействием приливно-отливных процессов в вершинных частях заливов. Основными элементами этих берегов являются осушка, или ватт, и марши, приуроченные к вершинам заливов и бухт. Осушка – сложенная песчаным, илистым и (или) гравийно-галечным материалом пологая, и почти лишенная растительности, осушаемая поверхность, расчлененная каналами стока отливных вод и крупных рек, отчетливо прослеживающимися на аэрофото- и космических снимках.

В Удской губе осушка песчаная, шириной до 4 км, осложнена разветвленной сетью каналов отливных вод, продолжениями рукавов рек, песчаными грядами и т.д. (Леонова, 2017). В заливе Константина сеть рукавов в верхней части осушки соединяется в единый ствол на ее нижней части.

В Тугурском заливе пологая осушка заканчивается береговым валом, за которым располагается марш (Бровко, Леонова, 2012). Марши также распространены в вершинных частях заливов Константина, Ульбанского, Николая.

Типы ваттов зависят от гидродинамических условий и характера поступающего в береговую зону обломочного материала: в заливах Николая и Ульбанском формируются преимущественно алевритовые ватты, а в заливах Константина и Тугурском – алеврито-песчаные.

Дельты занимают небольшие площади на юге Удской губы. Река Уда сформировала многорукавную и многоостровную дельту; р. Ал – авандельту, в которой огромный береговой бар протягивается от ее устья на расстояние 8 км (Леонова, Белоус, 2019).

В пределах Шантарских островов *аккумулятивные* берега с широкими осушками представлены только в вершинах заливов и бухт, вдающихся в равнинные участки побережья островов (губа Якшина, губа Лебяжья).

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕРЕГОВ

Для объяснения существующей в настоящее время морфологии берегов и выявления тенденций их развития необходимо реконструировать сценарий их развития в позднечетвертичный период.

Исследуя вопросы реконструкции перестройки Тугуро-Ульбанского бассейна, Ю.К. Ивашников и А.М. Короткий относят формирование новейшего структурного плана исследуемого района к среднему плейстоцену (Ивашников, Короткий, 2005). Они сопровождалась многократными изменениями положения береговой линии на фоне гляциоэвстатических колебаний уровня моря в позднем плейстоцене–голоцене, что подтверждается данными бурения, сейсмо- и электроразведки на современном шельфе (Вейнсберг, 1991; Хершберг, 1982).

Трансгрессия начала позднего плейстоцена, сопровождающаяся наиболее мощной для всего плейстоцена активизацией абразионных процессов, привела к формированию современных очертаний морских побережий и поверхности шельфа (Чемеков, 1975). Е.В. Лебедева считает, что в этот период уровень моря поднимался до +10...+12 м, и в приустьевых частях рек существовали ингрессионные заливы (Лебедева, 1998); но многие исследователи отрицают такую возможность (Кулаков, 1973; Худяков, 1977; Чемеков, 1975). Однако бесспорно, что повышение уровня моря в рассматриваемом районе вызвало заболачивание значительных территорий, а также образование лагун и озер.

В результате сопровождающей период оледенения мощной позднеплейстоценовой

регрессии береговая линия переместилась на отметки 110–130 м ниже современного уровня моря (Арчиков, Ивашинников, 1978; Короткий, Скрыльник, 2007; Хершберг и др., 1982), а глубокий эрозионный врез долин в бассейнах рек и на шельфе в это время достиг максимума вблизи современной береговой линии. По мнению Ю.К. Ивашинникова и А.М. Короткого (2005), подтвержденному результатами буровых и геофизических работ (Троицкий, Кулаков, 1976), в устье р. Уда он составлял 110 м.

Быстрый подъем уровня моря (20–22 м за 2000 лет) во время среднеголоценового климатического оптимума, выделенного в прибрежных районах Северо-Западного Приохотья В.С. Пушкарём (Пушкарёв, 1979) и А.М. Коротким с соавторами (Короткий и др., 1997; Короткий, Худяков, 1990), представлял собой несколько последовательных трансгрессий, максимальная из которых (+2...+6 м над современным уровнем) приходится на возраст около 6000 л.н. (Ивашинников, Короткий, 2005; Лебедев, 1988; Лебедева, 1998).

В периоды ускоренного подъема уровня моря зона волнового воздействия перемещалась на новый гипсометрический уровень и сопровождалась активизацией абразионно-аккумулятивной переработки береговой линии. Происходил размыв и отступление берега, а в низовьях рек формировались мелководные лиманы, отгороженные от моря песчаными пересыпями.

Таким образом, неоднократные перемещения береговой линии в пределах от +6 до –100...–130 м привели к формированию современного облика шельфовой зоны и побережий.

В результате проведенных исследований составлена схема типов берегов Западной части Охотского моря (рис. 3) и определены общие тенденции в их развитии.

В вершинах всех заливов рассматриваемого района формируются ваттовые берега с очень широкой осушкой (до 7 км). Продолжается процесс сокращения акватории залива Николая за счет выдвижения дельты р. Усалин, что подтверждается исследованиями А.П. Кулакова с соавторами (Кулаков, 1975; Кулаков и др., 1975).

Отсутствие крупных рек, активная гидродинамическая обстановка и вдольбереговой поток наносов при унаследованном развитии первичных неровностей берега приводит к тому, что на северо-западе Удской губы, в заливах Тугурском, Ульбанском и Константина аккумуляция происходит лишь на пляжах в немногочисленных бухтах. Здесь сформировались абразионно-денудационные, абразионные и абразионно-бухтовые берега. Общая схема подводного берегового склона для рассматриваемого типа побережий такова: илистую, песчано-илистую осушку сменяет валунно-галечный пляж на уровне отлива.

В южных (Удская губа, залив Константина) и восточных частях заливов (Тугурский, Ульбанский) материал твердого стока рек и разрушения берегов отлагается в виде аккумулятивных форм — пляжей, кос, баров и др., формируя лагунные берега и берега с примкнувшей террасой. Залив Николая отличается от других перечисленных заливов — аккумулятивные берега характерны для всего его побережья, что объясняется потоками наносов, направленными вдоль бортов залива к вершине.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования установлено, что для большей части исследуемых берегов характерно преобладание денудации и вдольбереговой транзит наносов; современная аккумуляция приурочена к вершинам бухт и устьям рек. Прогноз развития берегов связан с изменением уровня Мирового океана — в условиях его возможного подъема абразионно-бухтовые берега будут подвержены размыву. Однако скорость абразии отдельных участков будет неодинакова, что обусловлено геологическим строением территории, т.е. различной устойчивостью к размыву геологических формаций, слагающих побережье. Несмотря на значительную активизацию абразии в пределах выступающих в море мысов, высокая прочность пород на этих участках, как и на абразионно-тектоническом и абразионно-денудационном побережье, не приведет к значительному отступанию берега.

Темп разрушения береговых уступов на абразионных, абразионно-денудационных, абразионно-бухтовых берегах с бенчем и приглубым береговым склоном (северо-восточное побережье Шантарского архипелага, заливов Константина и Ульбанского, западное побережье Тугурского залива) прогнозируется близким к современному, поскольку активизация абразионных процессов, связанная с повышающимся уровнем моря, будет компенсироваться уменьшением воздействия нивационных процессов и сдерживаться расширением валунного бенча (за счет пляжей).

Развитие абразионно-аккумулятивно-бухтовых берегов (Тугурского полуострова и Шантарского архипелага, в заливе Люцун), лагунных и берегов с примкнувшей террасой с пологим береговым склоном при поступлении к урезу воды значительных объемов обломочного материала позволит сохранить аккумуляцию в бухтах. Подъем уровня моря здесь будет сопровождаться размывом мористой части аккумулятивных форм (кос и подводных валов) и общим смещением их в сторону суши.

Процесс размыва осушки будет протекать вдоль бортов заливов с вдольбереговым переносом осадков.

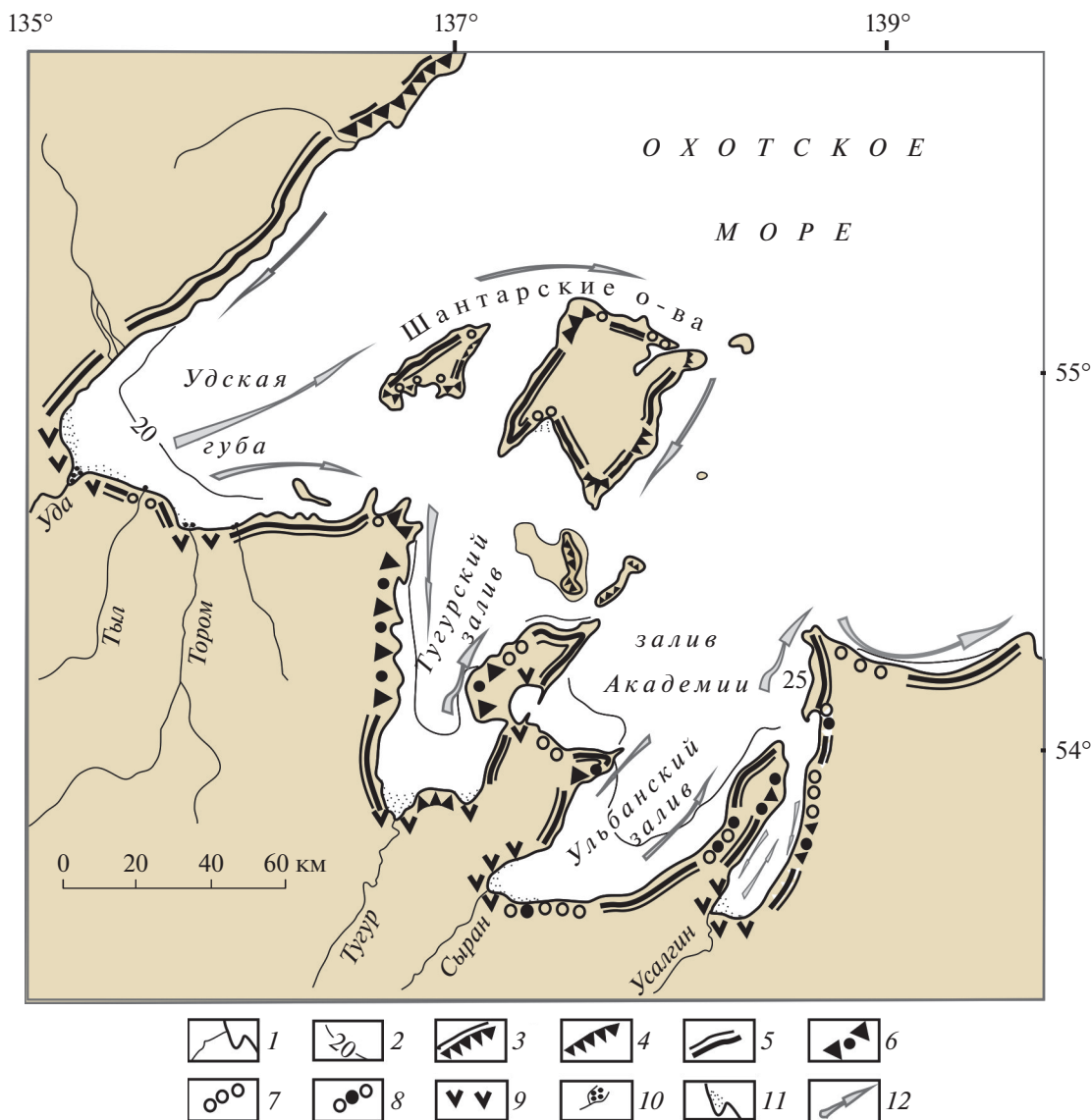


Рис. 3. Типы берегов Западного Приохотья. 1 — реки; 2 — изобата 20 м; типы берегов: 3 — абразионно-тектонические, 4 — абразионные, 5 — абразионно-денудационные, 6 — абразионно-бухтовые, 7 — аккумулятивные с примкнувшей террасой, 8 — аккумулятивные лагунные, 9 — аккумулятивные ваттовые; 10 — дельты; 11 — осушка; 12 — основные потоки наносов.

В кутовой части зал. Николая при подъеме уровня Мирового океана на более чем на 2 м произойдет затопление пойм рек, а выдвигание дельты р. Усалгин, вероятно, будет приостановлено. В вершинных частях заливов Тугурского, Константина и Ульбанского будет затоплен низкий уровень маршей и произойдет заболачивание их высокого уровня. В Удской губе, предположительно, продолжится дальнейшее выдвигание дельты.

Изучение морфодинамики берегов может использоваться для проведения дальнейших прикладных исследований в регионе, в частности при поисках россыпных месторождений, поскольку

прибрежно-морские россыпи тяжелых минералов теснейшим образом связаны с рельефом и рыхлыми отложениями побережья. Считается, что прибрежные равнины Западного Приохотья отличаются оптимальными условиями для захоронения прибрежных россыпей (Игнатов, Кивва, 1979). Проведенные ранее исследования позволяют рассматривать плиоцен-четвертичные отложения, заполняющие межгорные депрессии и прибрежные озерно-аллювиальные низменности, как один из важнейших источников полезных ископаемых региона (Прогнозная..., 1976). В частности, залегающие под лагунными осадками грубообломочные континентальные отложения Итканской равнины (Ульбанский залив) являют-

ся перспективным коллектором для погребенных аллювиальных россыпей (Игнатов, Кивва, 1979).

Главными источниками питания небольших, но иногда богатых пляжевых россыпей риасового берега служат выделенные в вершинах бухт приустьевые конусы выноса. Таковыми являются россыпи у мысов Медвежье Одеяло и Дюкчангра (Прогнозная..., 1976). А на подводном продолжении речных долин предполагается обогащение аллювиальных россыпей за счет деятельности волнения, приливо-отливных и других прибрежных течений. Подобная ситуация наблюдается в проливе Шевченко, где, предположительно, происходит обогащение золотоносного аллювия (Прогнозная..., 1976).

Выполненные исследования могут быть использованы при прогнозировании дальнейшего хозяйственного освоения региона, выявлении экологических последствий все возрастающего антропогенного воздействия на побережье и в целях рекреации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования (тема № 121021700342-9).

FUNDING

The work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project no. 121021700342-9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьев Г.С., Ананьева Э.Г., Бодрова О.В., Смирнова Т.Н., Пахомов А.Ю. Особенности рельефа и рыхлых отложений древней береговой зоны Северного Приохотья // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 26–35.
- Арчиков Е.И., Ивашинников Ю.К. Особенности строения побережья и шельфа Юго-Западного Приохотья в зависимости от морфоструктурной основы // Геоморфология и палеогеография шельфа: Материалы XII пленума Геоморфологической комиссии. М.: Наука, 1978. С. 66–71.
- Арчиков Е.И., Степанова Л.Е., Майоров И.С. Роль ледовых образований в развитии береговых геосистем Охотского моря. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 1989. 112 с.
- Астахов А.С. Позднечетвертичное осадконакопление на шельфе Охотского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 140 с.
- Бровко П.Ф., Леонова Т.Д. Факторы рельефообразования и районирование побережья Тугурского залива (Охотское море) // Вестн. ДВО РАН. 2012. № 2. С. 3–8.
- Вейнсберг И.Г. Древние морские берега СССР (особенности распространения, генезиса и степень изменения): Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: МГУ, 1991. 49 с.
- Воскресенский С.С., Лебедев С.А. Геоморфологические условия формирования речных долин в Юго-Западном Приохотье (на примере восточного побережья залива Николая) // Вестн. МГУ. Сер. 5. ВСЕГЕИ, 1980. № 6. С. 51–58.
- Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области. М-6 1:2 500 000. Объяснительная записка / науч. ред. Л.И. Красный. Хабаровск: Госкомгеология РСФСР; ПГО "Дальгеология", "Таежгеология", 1991. 51 с.
- Геология и нефтегазоносность Охотско-Шантарского осадочного бассейна / В.Г. Варнавский, А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова, О.А. Кровушкина, Э.Я. Кропп, В.В. Куделькин, В.Б. Троян, Л.С. Чуйко. Владивосток: ДВО РАН, 15.
- Гершанович Д.Е., Забелина Э.К. Геоморфологические и литологические исследования аккумулятивного берега Охотского моря в районе г. Охотска // Тр. Океаногр. ин-та, 1957. Вып. 34. С. 93–141.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IX. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия: Проект "Моря" / ред. Б.Х. Глуховский, Н.П. Гоптарев, Ф.С. Терзиев. СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. С. 291–340.
- Ивашинников Ю.К., Короткий А.М. Неотектоника и палеогеография кайнозоя Азиатско-Тихоокеанской переходной зоны. Владивосток: ДВГУ, 2005. 392 с.
- Игнатов Е.И., Кивва К.В. Геоморфология побережья Южного Приохотья в связи с оценкой его россыпной металлоносности // Регион. геоморфология. М.: Наука, 1979. С. 57–64.
- Ионин А.С., Каплин П.А., Медведев В.С. Типы берегов и побережий Мирового океана, их классификация и районирование / Теоретические вопросы динамики морских берегов. М.: Наука, 1964. С. 19–32.
- Короткий А.М., Пушкарь В.С., Гребенникова Т.А. Морские террасы и четвертичная история шельфа Сахалина. Владивосток: Дальнаука, 1997. 195 с.
- Короткий А.М., Скрыльник Г.П. Ведущие природные факторы и аномальные явления юга российского Дальнего Востока: Материалы XIII науч. совещания географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 26–30 ноября 2007 г.). Т. 1. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. С. 62–63.
- Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. М.: Наука, 1990. 218 с.
- Красный Л.И. Геология и полезные ископаемые Западного Приохотья. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 162 с.
- Кулаков А.П. Геоморфологическое строение района залива Николая и озера Мухтель (Северо-Западное Приохотье) // Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 46–57.
- Кулаков А.П. Морфотектоника и палеогеография материкового побережья Охотского и Японского морей в антропогене. М.: Наука, 1980. 177 с.
- Кулаков А.П. Четвертичные береговые линии Охотского и Японского морей. Новосибирск: Наука, 1973. 189 с.

- Кулаков А.П., Назаренко Е.М., Пушкар В.С. О следах четвертичных морских трансгрессий в Северо-Западном Приохотье // Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 118–130.
- Лебедев С.А., Фишкин О.Н., Лебедева Е.В., Косолапова М.В. Следы морских ингрессий в пределах депрессионных морфоструктур Юго-Западного Приохотья // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 36–52.
- Лебедева Е.В. Эволюция рельефообразующих процессов Западного Приохотья в кайнозой // Геоморфология. 1998. № 2. С. 81–90.
- Леонова Т.Д. Рельеф дна Удского залива (Охотское море) // Аспирант и соискатель. 2017. № 6. С. 49–52.
- Леонова Т.Д., Белоус О.В. Морфодинамическое районирование побережья залива Академии (Охотское море) // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 142–150.
- Леонова Т.Д., Белоус О.В. Морфодинамическое районирование побережья Удской губы (Охотское море) // География и природные ресурсы. 2019. № 3. С. 123–130.
- Лепешко В.В., Леонова Т.Д. О тектонических тенденциях в строении рельефа Западного Приохотья // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: Материалы XXXVI тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2003. Т. I. С. 340–343.
- Прогнозная оценка россыпей золотоносных и оловянных рыхлых отложений прибрежной суши и шельфа Японского и Охотского морей / Отчет Тихоокеанской экспедиции ВНИИМоргео / А.А. Рязанцев, М.А. Шпеталенко, В.Г. Шмулев, О.А. Федюкович, Л.Б. Хершберг. Владивосток, 1976. С. 368–580.
- Пушкар В.С. Биостратиграфия осадков антропогена юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1979. 140 с.
- Троицкий С.Л., Кулаков А.П. Колебания уровня океана и рельеф побережий // Проблемы экзогенного рельефообразования. Кн. 1. М.: Наука, 1976. С. 351–426.
- Хершберг Л.Б., Рязанцев А.А., Гуськов Л.Г., Шмулев В.Г., Наумов Ю.А. Древние береговые линии послеледниковой трансгрессии на шельфе Японского и Охотского морей // Колебания уровня морей и океанов за 15000 лет. М.: Наука, 1982. С. 196–207.
- Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Чемехов Ю.Ф. Западное Приохотье. М.: Наука, 1975. 198 с.

Typization and Evolution Trends of Coasts of the Western Part of the Sea of Okhotsk

T. D. Leonova¹, * and O. V. Belous¹, **

¹*Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*

*e-mail: leon@poi.dvo.ru

**e-mail: kseya@mail.ru

The article presents the results of coastal relief research of the Western Okhotsk region, one of the most poorly studied and hard-to-reach areas of the Sea of Okhotsk. Based on morphodynamic characteristics and the shores' genetic classification, it has been typified and zoned the coast of the Western Okhotsk region. The factors affecting the coast relief formation are identified. The complex coastal relief is determined by the region's geological structure, while the river runoff, activity of the ice, and abrasion of the seacoast influence sedimentary material input. It has been established that within the study area, denudation and longshore sediment transit prevail on most of the studied coasts. Sections of modern accumulation are confined to the bays' tops and the rivers' mouths. In the event of a possible sea level rise at the abrasion-bay coast, abrasion becomes more active on the capes protruding into the sea. The World Ocean level rise will lead to a significant estuaries' transformation. Presumably, there will be flooding and erosion of marches and alluvial lowlands. The performed studies can be used in predicting the further region's economic development, identifying the environmental consequences of an increasing anthropogenic impact on the coast and for recreation.

Keywords: coastal area, morphodynamic characteristics, abrasion-denudation shores, currents, foreshore, marches, the Sea of Okhotsk

REFERENCES

- Anan'ev G.S., Anan'eva E.G., Bodrova O.V., Smirnova T.N., Pakhomov A.Yu. Peculiarities of relief and loose deposits of the ancient shoreline of the Northern Okhotsk region. In *Pribezhnaya zona dal'nevostochnykh morei v pleistotsene* [Coastal Zone of the Far East Seas in the Pleistocene]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1988, pp. 26–35. (In Russ.).
- Archikov E.I., Ivashinnikov Yu.K. Structural features of the coast and shelf of the Southwestern Okhotsk region depending on their morphology. In *Geomorfologiya i paleogeografiya shel'fa. Mater. XII plenuma Geomorfologicheskoi komissii* [Geomorphology and Paleogeography of Shelf: Proc. 12th Plenum of Geomorphological Commission]. Moscow: Nauka Publ., 1978, pp. 66–71. (In Russ.).
- Archikov E.I., Stepanova L.E., Maiorov I.S. *Rol' ledovykh obrazovaniy v razvitiy beregovykh geosistem Okhotskogo morya* [The Role of Ice Formations in the Development of Coastal Geological Systems of the Sea of Okhotsk]. Vladivostok: Dal'nevostochnyi Univ., 1989. 112 p.
- Astakhov A.S. *Pozdnechetvertichnoe osadkonakopleniye na shel'fe Okhotskogo morya* [Late Quaternary Sediment Accumulation on the Sea of Okhotsk Shelf]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1986. 140 p.

- Brovko P.F., Leonova T.D. Factors of relief formation and zoning of the coast of the Gulf of Tugur (Sea of Okhotsk). *Vestn. DVO RAN*, 2012, no. 2, pp. 3–8. (In Russ.).
- Chemekov Yu.F. *Zapadnoe Priokhot'e* [Western Priokhotye]. Moscow: Nauka Publ., 1975. 198 p.
- Geological Map of the Khabarovsk Territory and the Amur Region. Scale 1 : 2500000. Explanatory note.* Krasnyi L.I., Ed. Khabarovsk: Goskomgeologiya RSFSR, Dal'geologiya, Tazhgeologiya, 1991. 51 p. (In Russ.).
- Gershanovich D.E., Zabelina E.K. Geomorphological and lithological studies of the Sea of Okhotsk accumulative coast in the vicinity of the Okhotsk town. *Tr. Oceanogr. Inst.*, 1957, vol. 34, pp. 93–141. (In Russ.).
- Gidrometeorologiya i gidrokimiya morei* [Hydrometeorology and Hydrochemistry of Seas]. Vol. 9: *Okhotskoe more* [Sea of Okhotsk]. Glukhovskii B.Kh., Goptarev N.P., Terziev F.S., Eds. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 1998, part 1. 342 p.
- Ignatov E.I., Kivva K.V. Geomorphology of the coast of the South Okhotsk region in connection with the assessment of the content of placer metals. In *Regional'naya geomorfologiya* [Regional Geomorphology]. Moscow: Nauka Publ., 1979, pp. 57–64. (In Russ.).
- Ionin A.S., Kaplin P.A., Medvedev V.S. Types of shores and coasts of the oceans, their classification and zoning. In *Teoreticheskie voprosy dinamiki morskikh beregov* [Theoretical Questions of the Dynamics of Sea Coasts]. Moscow: Nauka Publ., 1964, pp. 19–32. (In Russ.).
- Ivashinnikov Yu.K., Korotkii A.M. *Neotektonika i paleogeografiya Kainozoya Aziatsko-Tikhookeanskoi perekhodnoi zony* [Cenozoic Neotectonics and Paleogeography of the Asian-Pacific Transition Zone]. Vladivostok: Dal'nevostochnyi Univ., 2005. 392 p.
- Khershberg L.B., Ryazantsev A.A., Gus'kov L.G., Shmulev V.G., Naumov Yu.A. Ancient coastal lines of post-glacial transgression on the Japan and Okhotsk Sea shelf. In *Kolebaniya urovnya morei i okeanov za 15000 let* [Sea and Ocean Level Fluctuations for 15000 Years]. Moscow: Nauka Publ., 1982, pp. 196–207. (In Russ.).
- Khudyakov G.I. *Geomorfotektonika yuga Dal'nego vostoka* [Geomorphotectonics of the Southern Far East]. Moscow: Nauka Publ., 1977. 256 p.
- Korotkii A.M., Khudyakov G.I. *Ekzogennyye geomorfologicheskie sistemy morskikh poberezhii* [Exogenic Geomorphological Systems of the Marine Coasts]. Moscow: Nauka Publ., 1990. 218 p.
- Korotkii A.M., Pushkar' V.S., Grebennikova T.A. *Morskie terrasy i chetvertichnaya istoriya shel'fa Sakhalina* [Marine Terraces and Quaternary Evolution of the Sakhalin Shelf]. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 1997. 195 p.
- Korotkii A.M., Skryl'nik G.P. Leading natural factors and anomalous phenomena at the Southern Far East. In *Materialy XIII nauchnogo soveshchaniya geografov Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Proceedings of 13th Scientific Conference of Geographers of Siberia and Far East (Irkutsk, November 26–30, 2007)]. Irkutsk: Inst. Geogr. im. V.B. Sochavy, SO RAN, 2007, vol. 1, pp. 62–63. (In Russ.).
- Krasnyi L.I. *Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Priokhot'ya* [Geology and Mineral Resources of the Western Okhotsk Region]. Moscow: Gosgeoltekhizdat Publ., 1960. 162 p.
- Kulakov A.P. *Chetvertichnye beregovye linii Okhotskogo i Yaponskogo morei* [Quaternary Coastlines of Okhotsk and the Japan Sea]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1973. 189 p.
- Kulakov A.P. Geomorphological structure of the area of Nikolai Bay and Lake Mukhtel (North-West Priokhotye). In *Voprosy geomorfologii i chetvertichnoy geologii yuga Dal'nego Vostoka SSSR* [Problems of Geomorphology and Quaternary Geology of the South of the Far East of the USSR]. Vladivostok: Dal'nevostochnyi Nauchn. Tsentr AN SSSR, 1975, pp. 46–57. (In Russ.).
- Kulakov A.P. *Morfotektonika i paleogeografiya materikovogo poberezh'ya Okhotskogo i Yaponskogo morei v antropogene* [Morphotectonics and Paleogeography of the Continental Coast of the Okhotsk and Japan Seas in the Anthropogen]. Moscow: Nauka Publ., 1980. 177 p.
- Kulakov A.P., Nazarenko E.M., Pushkar' V.S. On traces of quaternary marine transgression in the Northwestern Okhotsk region. In *Voprosy geomorfologii i chetvertichnoy geologii yuga Dal'nego Vostoka SSSR* [Problems of Geomorphology in Quaternary Geology of Southern Far East of USSR]. Vladivostok: DVNTs Akad. Nauk SSSR, 1975, pp. 118–130. (In Russ.).
- Lebedev S.A., Fishkin O.N., Lebedeva E.V., Kosolapova M.V. Traces of marine ingressions within the depressional morphostructures of the Southwestern Okhotsk region. In *Pribrizhnaya zona dal'nevostochnykh morei v pleistotsene* [Coastal Zone of the Far East Seas in the Pleistocene]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1988, pp. 36–52. (In Russ.).
- Leonova T.D. Bottom relief of the Uda Bay (The Sea of Okhotsk). *Aspirant i Soiskatel'*, 2017, no. 6, pp. 49–52. (In Russ.).
- Leonova T.D., Belous O.V. Morphodynamical zoning of the Academy Bay coast (the Sea of Okhotsk). *Geogr. Prir. Resur.*, 2015, no. 4, pp. 142–150. (In Russ.).
- Leonova T.D., Belous O.V. Morphodynamical zoning of the Uda Bay coast (the Sea of Okhotsk). *Geogr. Prir. Resur.*, 2019, no. 3, pp. 123–130. (In Russ.).
- Lepeshko V.V., Leonova T.D. On tectonic tendencies in the relief structure of the Western Okhotsk. In *Tektonika i geodinamika kontinental'noi litosfery: Materialy XXXVI tektonicheskogo soveshchaniya* [Tectonics and Geodynamics of the Continental Lithosphere: Proceedings of the XXXVI Tectonic Meeting]. Moscow: GEOS Publ., 2003, vol. 1, pp. 340–343. (In Russ.).
- Pushkar' V.S. *Biostratigrafiya osadkov pozdnego antropogena yuga Dal'nego Vostoka* [Biostratigraphy of Late Anthropogene Sediments in the South of the Far East]. Moscow: Nauka Publ., 1979. 140 p.
- Ryazantsev A.A., Shpetalenko M.A., Shmulev V.G., Fedukovich O.A., Khershberg L.B. Predictive assessment of placers of gold-bearing and tin loose sediments of the coastal land and shelf of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk. In *Otchet Tikhookeanskoi ekspeditsii VNII-Morgeo* [Report of the Pacific Expedition. All-Union Scientific Research Institute of Marine Geology and

- Geophysics]. Vladivostok, 1976, pp. 368–580. (In Russ.).
- Troitskii S.L., Kulakov A.P. Ocean level fluctuations and coastal topography. In *Problemy ekzogennoy rel'efo-obrazovaniya* [Problems of Exogenic Relief Formation]. Moscow: Nauka Publ., 1976, vol. 1, pp. 351–426. (In Russ.).
- Varnevskii V.G., Zharov A.E., Kirillova G.L., Krovushkina O.A., Kropp E.Ya., Kudel'kin V.V., Chuiko L.S. *Geologiya i neftegazonosnost' Okhotsko-Shantarskogo osadochnogo basseina* [Geology and Oil-and-Gas Potential of the Okhotsk-Shantar Sedimentary Basin]. Vladivostok: DVO RAN, 2002. 148 p.
- Veinsberg I.G. Ancient sea shores of the USSR (features of distribution, genesis, and degree of change). *Extended Abstract of Doctor. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow State Univ., 1991. 49 p.
- Voskresenskii S.S., Lebedev S.A. Geomorphological conditions for the formation of river valleys in the South-West Priokhot'e (on the example of the eastern coast of Nikolai Bay). *Vestn. Mosk. Gos. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 1980, no. 6, pp. 51–58. (In Russ.).