

В. Н. Коротаев¹, О. А. Поморцев²

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москвы, Россия

² Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия

e-mail: vlaskor@mail.ru

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОБЕРЕЖИЙ ЧУКОТКИ И КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

Аннотация. Многолетние экспедиционные исследования Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова арктического побережья России (1969–2015 гг.) дали обширный материал по гидрологии, русловой морфодинамике и геоморфологии устьевых областях крупных рек от Северной Двины до Колымы. Совместные в работы МГУ и Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова позволили значительно расширить географию исследований до побережий Чукотского и Берингово моря. На основании анализа геолого-геоморфологических данных и массива опубликованных и архивных материалов удалось установить закономерности и специфические особенности береговых и устьевых процессов в заключительную фазу стабилизации постледниковой трансгрессии океана. За последние 7–5 тыс. лет произошло подтопление низменных холмистых прибрежных равнин, речных долин и фиордов. Активное воздействие волновой деятельности моря привело к размыву верхней части подводного склона, перестройке его профиля и отступанию аккумулятивных форм в сторону суши и создание современных очертаний береговой линии. Выдвинутые в море участки побережья, сложенные толщей рыхлых четвертичных отложений, были частично размывы волнами, а наносы вовлекались в продольное и поперечное перемещения, формируя косы и пересыпи, что привело к общему выравниванию береговой линии. В настоящее время в условиях подъема уровня Мирового океана общая тенденция к перестройке подводного склона и береговой зоны сохраняется и может быть крайне опасна для побережий, сложенных сильно льдистыми песчано-суглинистыми аллювиально-озерными отложениями. Дальнейшее повышение глобальной температуры существенно смягчит климат арктических побережий, вызовет деградацию мерзлоты, протаивание подземных льдов и ускорит процесс отступления береговых абразионных уступов, морского края речных дельт. Учитывая региональные геолого-геоморфологические особенности побережий Чукотского и Берингово моря, следует ожидать, что возможный подъем уровня моря приведет к протаиванию и деградации многолетнемерзлых пород и жильных льдов.

Ключевые слова: побережье, устьевая система, дельта, береговой бар, лагуна, фиорд.

V. N. Korotaev¹, O. A. Pomortsev²

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia;

e-mail: vlaskor@mail.ru

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

FEATURES OF THE FORMATION OF THE COASTS OF CHUKOTKA AND THE KORYAK HIGHLANDS

Abstract. Long-term expeditionary studies of the Geography Faculty of Lomonosov Moscow State University of the Arctic coast of Russia (1969 – 2015) have provided extensive material on hydrology, channel morphodynamics and geomorphology of the estuaries of large rivers from the Northern Dvina to the Kolyma. The joint work of the Moscow State University and the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University made it possible to significantly expand the geography of research to the coasts of the Chukchi and Bering Seas. Based on the analysis of geological and geomorphological data and an array of published and archival materials, it was possible to establish patterns and specific features of coastal and estuarine processes in the final phase of stabilization of the post-glacial ocean transgression. Over the past 7-5 thousand years, flooding of low-lying hilly

coastal plains, river valleys and fjords has occurred. The active impact of the wave activity of the sea led to the erosion of the upper part of the underwater slope, the restructuring of its profile and the retreat of accumulative forms towards the land and the creation of modern outlines of the coastline. The sections of the coast extended into the sea, composed by a thickness of loose quaternary sediments, were partially eroded by waves, and sediments were involved in longitudinal and transverse movements, forming braids and embankments, which led to a general alignment of the coastline. Currently, in conditions of rising sea levels, the general trend towards the restructuring of the underwater slope and the coastal zone persists and can be extremely dangerous for coasts composed of strongly icy sandy-loamy alluvial-lacustrine deposits. A further increase in global temperature will significantly soften the climate of the Arctic coasts, cause the degradation of permafrost, thawing of underground ice and accelerate the process of retreat of coastal abrasion ledges, the sea edge of river deltas. Taking into account the regional geological and geomorphological features of the coasts of the Chukchi and Bering Seas, it should be expected that a possible rise in sea level will lead to thawing and degradation of permafrost rocks and vein ice.

Keywords: coast, estuarine system, delta, coastal bar, lagoon, fiord

Введение

Под *Чукоткой* понимается часть территории Российской Федерации, входящая в Чукотский автономный округ общей площадью 721,5 тыс. км² и расположенная на крайнем северо-востоке России. Граничит с Якутией (Саха) на северо-западе (от мыса Медвежий на побережье Восточно-Сибирского моря вдоль правобережья Нижней Колымы и Омолона), Магаданской областью на юго-западе (в районе хребта Уш-Урэкчэн) и бывшим Корякским округом Камчатского края на юге (в районе хребтов Ичигемский, Пенжинский и Пикась). Омывается Восточно-Сибирским и Чукотским морями Северного Ледовитого океана и Беринговым морем Тихого океана. Крайняя



Рис. 1. Схема района исследований

Fig. 1. Scheme of the research area

северо-восточная часть Чукотки между Чукотским морем, проливом Беринга и Анадырским заливом носит название Чукотского полуострова. Побережье *Корякского нагорья* располагается в пределах бывшего Корякского округа от бухты Дежнева до полуострова Говена и омывается Беринговым морем и водами Олюторского залива (рис. 1)

Природные ресурсы и уникальное географическое положение на территории древней Берингии издавна привлекало внимание ученых различных научных направлений, однако до настоящего времени для этого края не выработана единая научно обоснованная стратегия рационального природопользования.

При написании статьи использованы результаты полевых и камеральных геологических, геоморфологических, русловых, гидроакустических и гидрографических изысканий Географического факультета МГУ и Северо-Восточного федерального университета, а также опубликованные работы и массив архивных данных. На основе анализа топографических карт 1:200 000 масштаба и космических снимков *Landsat 7* и копии с сайта *Google Планета Земля* были составлены 32 геоморфологические карты устьевых и береговых систем побережий Чукотки и Корякского нагорья [1].

Геологическое строение и рельеф

Чукотка – горная страна со средневысотным (до 1000 м) и низкогорным (до 500 м) эрозионно-денудационным рельефом, представленным Аннойским нагорьем в центральной части и Анадырским плоскогорьем, и Чукотским нагорьем на востоке. Высшей точкой является гора Безымянная в Чанталском хребте – 1887 м. Здесь широко развиты формы горного оледенения, разнообразные криогенные образования с преобладанием солифлюкционных и гольцовых форм. Низменности распространены в прибрежных районах на севере Чукотки (Чаунская и Ванкаремская), на востоке (Анадырская) и в центральной части округа – Парампольско-Бельская низменность. На этих территориях широко распространены термокарстовые процессы с образованием бугров пучения, байджерахов и термокарстовых озер [2, 3, 4].

Формирование структурно-тектонического плана Чукотки продолжалось более 500 млн лет, в течение которых ее территория претерпела каледонскую, герцинскую и альпийскую эпохи орогенеза. Широкое распространение магматических пород обусловлено активным проявлением интрузивных и вулканических процессов в течение мела, палеогена и неогена. Большая часть рыхлых отложений накопилась в четвертичное время в тектонических депрессиях и на приморских низменностях.

Наиболее крупными структурными элементами Чукотки являются Верхояно-Чукотская область мезозойской складчатости, Эскимосский докембрийский массив, Охотско-Чукотский мезозойский вулканический пояс и Корякско-Камчатская область мезозойской и кайнозойской складчатости. За это время в пределах Восточно-Чукотского массива накопились метаморфические и осадочные образования от архея до карбона. В центральной части территории Чукотки распространены геосинклинальные отложения верхней перми, триаса и нижнего мела, а на юге и юго-западе – меловые вулканы Охотско-Чукотского вулканического пояса.

Выделяются три группы морфоструктур: к первой относятся горные сооружения, возникшие на складчатом основании и представленные альпинотипными хребтами и глыбовыми нагорьями; вторая группа морфоструктур включает равнины, сформированные в различных структурных зонах. В третью группу входят морфоструктуры с плоскогорным рельефом на дорифейских массивах. Наиболее молодыми морфоструктурами являются антиклинали, синклинали и межгорные впадины Корякско-Камчатской складчатой области. Вулканогенные Охотско-Камчатские морфоструктуры связаны с формированием притихоокеанских вулканогенных поясов, обрамляющих впадину Тихого океана.

В приморских равнинах и межгорных впадинах широко развиты кайнозойские ледниково-морские осадки (например, средне- и верхнечетвертичные песчаные и галечниковые отложения вдоль побережья Колочинской губы и залива Креста). Голоценовые морские отложения

представлены песками кос, пляжей и низких террас. На территории Чукотки также широко распространены интрузивные и вулканогенные образования от архея и триаса до юры и позднего мела мощностью до нескольких километров. Извержения вулканов сопровождались выбросом миллионов тонн пепла, шлаков и лав, которые заливали огромные пространства, образуя вулканические плато.

В целом, рельеф Чукотки можно считать низкогорным с альпинотипными формами, сохраняющий следы средне- и позднечетвертичного оледенений в виде холмисто-западного и грядово-холмистого рельефа из конечных, стадийных и боковых морен и камов, а также флювиогляциальных террас. Гидрографическая сеть представлена водотоками I–III порядков с каньоно- или трогообразными долинами. Флювиальный рельеф представлен низкой и высокой поймами и тремя надпойменными террасами высотой 4, 10–12 и 25–30 м. На низменных побережьях Чукотки развиты морские аккумулятивные формы в виде четырех террас: современная (1–2 м), позднеголоценовая (3–5 м), позднелейстоценовая (25–30 м) и среднелейстоценовая (50–60 м). Современные морские аккумулятивные формы представлены ваттами, маршами, пляжами, пересыпями, косами и береговыми валами [5].

Типы берегов

Описание типов берегов северо-восточных морей России базируется на известной генетической классификации морских берегов О.К. Леонтьева [6] которая учитывает степень воздействия главного берегоформирующего фактора – морского волнения – на переработку морем края прибрежной суши. Согласно этой классификации, берега выстраиваются в определенную генетическую последовательность от неизменных и слабо измененных морем берегов до созданных морскими процессами. В первую категорию входят берега с ледниково-тектоническим расчленением (фиордовые и шхерные), с эрозионно-тектоническим расчленением, тектонически обусловленные (сбросовые). Категория преобразованных морем берегов подразделяется на три группы: 1) абразионные берега с несколькими разновидностями (абразионно-денудационные, собственно абразионные, эрозионные отмершие, термоабразионные и ледовые); 2) абразионно-аккумулятивные берега; 3) аккумулятивные берега представлены несколькими разновидностями: созданные волновыми процессами (пляжевые и лагунные), созданные приливными и стонно-нагонными процессами (осушные, марши и ватты) и созданные устьевыми процессами (дельтовые). Картирование разных типов берегов, их распространения и соотношения в пределах каждого моря позволяет определить характер морских берегов и их современное состояние [7, 8].

Восточно – Сибирское море. Самое мелководное из всех северных морей России. Это способствовало развитию широких ветровых осушек, особенно в западной половине моря. Восточное побережье моря более высокое. Восточнее устья р. Колымы, от мыса Медвежий (Тонкий) до Мал. Чаунского пролива располагается относительно выровненное побережье, состоящее из чередующихся высоких (от 20 до 100 м) скалистых абразионных (мысы Каменный, Летяткин и Бол. Баранов) и низких (10–20 м) термоабразионных клифов и бухтовых аккумулятивных участков с пляжами и ветровыми осушками. Впадающие здесь малые реки характеризуются либо эстуариями (р. Кейнгывеем), либо блокированными устьями (рр. Кытепвеем, Милькера, Рауча). Северное террасированное побережье о. Айон, расположенного у входа в Чаунскую губу, представлено низким термоабразионным берегом, окаймленным осушкой шириной до 2 км и прикрытым бугристыми эоловыми песками высотой 1–3 м. В настоящее время осушка окаймлена узкой песчаной косой, за которой располагается мелководная лагуна.

На западном побережье Чаунской губы в основном развиты низкие термоабразионные берега (кроме мыса Горбатый, где к берегу подходит гора высотой 871 м). Южное побережье Чаунской губы представлено низменной террасированной озерно-аллювиальной криогенной равниной (едома), где в губу впадают реки Лелювеем, Пучэвеем, Чаун и Палаяваам, формирующие эстуарии. Берег выровненный аккумулятивный, окаймленный ветровой осушкой. На восточном побережье Чаунской губы располагаются как низкие выровненные аккумулятивные

берега с блокированными устьями рек (рр. Тэюкууль, Млелин), так и высокие абразионные берега (п-ов Певек), сложенные коренными породами (меловыми и интрузивными).

От пролива Певек до мыса Шелагского и далее до о. Шелаурова, где к побережью Восточно – Сибирского моря подходят отроги Чукотского нагорья, берег становится неровным, высоким, в основном абразионным, выработанным в коренных породах, за исключением аккумулятивных лагунных участков в районе пос. Апапельгино и в устье р. Бол. и Мал. Ергывеем. Далее на восток от пролива Нольде до мыса Биллингса развит преимущественно низкий лагунный берег с устьями рек Вэвеем, Кэвеем, Пегтымель, Кууль-Иннукейи, Кэйкууль и Ыкваваамкай и небольшим участком абразионно-аккумулятивного берега между мысами Шалаурова Изба и Вевман. Весьма интересной аккумулятивной формой этого района является сложная пересыпь м. Биллингса, отделяющая лагуну Валькакиманку. Происхождение этого комплекса до сих пор вызывает разночтения: некоторые исследователи утверждают, что это генетически коса, другие – двойной или одиночный бар с останцом едомы в тыловой части [9].

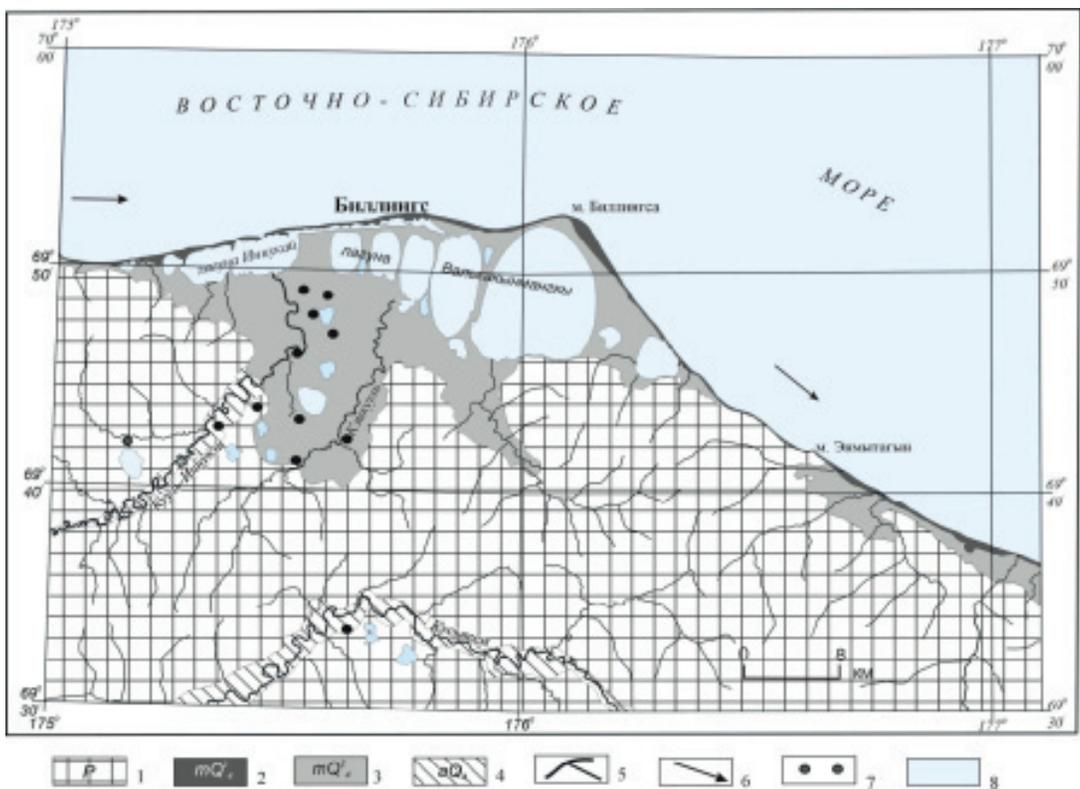


Рис. 2. Лагунное побережье (мыс Биллингса)

1 – эрозионно-денудационный рельеф холмистых предгорий (до 500 м), 2 – современная морская терраса, 3 – морская голоценовая терраса, 4 – пойменно-русловой рельеф речных долин, 5 – гидрографическая сеть, 6 – направление вдольбереговых потоков наносов, 7 – булгунняхи, 8 – водные объекты

Fig. 2. Lagoon coast (Cape Billings)

1 – erosion-denudation relief of hilly foothills (up to 500 m), 2 – modern sea terrace, 3 – marine Holocene terrace, 4 – floodplain-channel relief of river valleys, 5 – hydrographic network, 6 – direction of long-shore sediment flows, 7 – bulgunniakhi, 8 – water bodies

Чукотское море. Для побережья Чукотского моря характерно широкое распространение различного типа лагун, возникших в результате погружения под уровень моря обширной и очень слабо наклоненной Приморской низменности, сложенной флювиогляциальными песчано-галечными отложениями. Многие лагуны занимают понижения доледникового рельефа,

сочетая морфологические признаки лагун и лиманов. В пределах российского побережья эти берега составляют более 49 % как в материковой части, так и на о. Врангеля. Основной процесс современной динамики берегов Чукотского моря – это перестройка и размыв приурезовой зоны подводного склона и образование мощных пересыпей за счет выбросов обломочного материала со дна.

От лагуны Валькакынмангкы до мыса Сердце-Камень формируется выровненный аккумулятивный лагунный берег с небольшими термоабразионными участками. Здесь нет далеко выдающихся в море мысов или глубоко врезанных в сушу заливов, за исключением района Колочинской губы длиной почти 100 км. Рельеф побережья разделяется на два типа: к морю подходит либо холмистая низменность, или отроги прибрежной горной гряды, сложенной сланцево-известняковым комплексом пород палеозоя и интрузиями гранитоидов. На участке берега от м. Якан на западе до о. Серых Гусей на входе в Колочинскую губу широко развиты береговые бары и отчленяемые ими лагуны длиной до 100 км, сложенные галькой и гравием. Некоторые лагуны наследуют подтопленные низовья рек и по своей конфигурации скорее являются лиманами, отчлененными от моря входными косами.

Берега Колочинской губы представлены невысокими термоабразионно-солифлюкционными обрывами. Вершинную часть губы занимают осушки. Генетически Колочинская губа является ингрессионным долинным заливом р. Ионивеем. От восточного входного мыса Колочинской губы, где формируется крупная аккумулятивная форма – коса Беляка, располагается небольшой залив Нэскынпильгин с низкими термоабразионными берегами.

Аккумулятивные пересыпи (высота 0,5–3,5 м, ширина от 0,1–0,3 до 1–1,5 км), отчленяющие от моря мелководные лагуны, протягиваются параллельно материковому берегу на сотни километров. Они сложены песком и гравийно-галечным материалом, который по своему составу более близок к породам внутренних частей материка, чем к породам соседних абразионных уступов [10]. Кроме того, абразионные участки имеют сравнительно небольшую протяженность и вряд ли могли поставлять в береговую зону достаточное количество обломочного материала. Эти обстоятельства дают основания предполагать, что источником поступления осадочного материала служат запасы аллювиальных и флювиогляциальных осадков на шельфе, вынесенных сюда водотоками ранее в процессе таяния горно-долинных ледников и затопленных в ходе голоценовой трансгрессии. Современные мелкие реки обычно впадают в лагуны, где и аккумулируется поставляемый ими осадочный материал. Следовательно, пересыпи Чукотского моря в большинстве своем являются барами, т.е. формами поперечного питания наносами. Однако вдольбереговое перемещение наносов также играет заметную роль в оформлении пересыпей как косы или бары-косы в устье Колочинской губы. Характерной особенностью многих чукотских баров является включение в их тело останцов прибрежной едомы, сложенных мерзлыми суглинистыми отложениями.

В зависимости от способа образования, на чукотском побережье выделяются разные типы лагун: шнуробразные (лагуны Кувэтипильчин, Мааминпильгин), лагуны-заливы (Нэскынпильгин), лагуны-лиманы (Амгуема, Пынгопильгин) и др. Многие из них отличаются своеобразным внутренним расчленением на ряд округлых водоемов в результате формирования серии кос азовского типа под воздействием продольных волнений.

Размываемые берега играют в Чукотском море подчиненную роль, причем преобладающее значение среди них на материковом побережье имеют термоабразионные берега, а на о. Врангеля, где часты выходы прочных коренных пород, превалируют обычные абразионные берега. Термоабразия приурочена к участкам размыва края прибрежной аллювиально-флювиогляциальной или ледниково-морской равнины, сложенной глинистыми отложениями с разной степенью льдистости. Характерно, что и невысокие, но крутые материковые берега многих лагун и заливов также подвергаются отепляющему воздействию воды и атмосферы, что нередко приводит к развитию солифлюкционных процессов на береговых уступах. В этом случае у под-

ножья клифов формируются солифлюкционные шлейфы. Последние весьма характерны для единственной крупной бухты Чукотского моря – Колочинской губы, берега которой представлены невысокими термоабразионно-солифлюкционными обрывами. Генетически Колочинская губа является ингрессионным долинным заливом р. Ионивеем.

Выступающие в море многочисленные мысы (Шмидта, Дженретлен, Неттан, Онман, Сердце-Камень, Икигур, Инчовын, Дежнева) сложены обычно прочными коренными породами (главным образом, интрузивными массивами или палеозойскими песчаниками, известняками и сланцами). Интрузивные массивы (самые крупные Сердце-Камень и Дежнева) слабо поддаются волновому размыву. На таких абразионно-денудационных берегах большую роль играет морозное выветривание, способствующее растрескиванию и обрушению прочных пород. В районах выхода палеозойских осадочных пород процесс абразии более активен. Здесь формируются типичные абразионные берега с почти отвесными клифами большой высоты и с висячими устьями рек, которые свидетельствуют о том, что, подмыв клифов происходит быстрее, чем врезание водотоков [10]. Наиболее протяженные отрезки абразионных берегов прослеживаются между мысами Сердце-Камень и Дежнева, где в непосредственной близости от берега протягиваются отроги горных гряд. Между мысами Дежнева и Инчоуын расположена лагуна Уэлен, пересыпь которой сложена галькой. Мыс Дежнева, крайняя восточная точка полуострова Чукотки, сложен гранитами, кварцевыми и нефелиновыми сиенитами и поднимается над морем на высоту более 700 м. В целом, побережье Чукотского моря представляет собой самый крупный на берегах Северного Ледовитого океана регион лагунного побережья.

Берингов пролив. На восточной оконечности Чукотского полуострова между мысами Дежнева и Чукотским распространены следующие типы морских берегов: 1) денудационные, приуроченные к выходам интрузивных пород в виде жил и даек гранитов и сиенитов; 2) абразионные в местах распространения известняков или метаморфизованных сланцев; 3) абразионно-солифлюкционные, сложенные мерзлыми флювиогляциальными отложениями; 4) аккумулятивные выровненные лагунно-лиманские, представленные галечниковыми косами и пересыпями, отделяющие подтопленные участки речных долин от открытого моря.

Берингово море. Северо-западное побережье Берингова моря характеризуется значительным разнообразием генетических типов берегов. Характер их распределения во многом обусловлен тектонической активностью региона, неоднородностью слагающих побережье пород, высокой штормовой активностью моря. Последледниковая морская трансгрессия привела к ингрессионному затоплению обработанных ледником тектонических и эрозионно-тектонических долин и отрицательных форм аккумулятивного ледникового, преимущественно моренного, рельефа, что привело к образованию фиордовых берегов (рис. 3).

Восточное побережье Чукотского полуострова полностью гористое. Только в устьях рек и в тыловой части глубоко вдающихся в сушу заливов имеются пространства приморских низменностей. В целом, берег имеет первично расчлененный ингрессионный облик, который, однако, местами значительно изменен процессами волнового выравнивания контура берега. Характерной чертой этого побережья является присутствие большого массива фиордовых берегов (в южной половине этого побережья), сложенных андезитами, порфиритами и андезибазальтами. Борты фиордовых бухт, как правило, не изменены волновыми процессами и представляют собой обвальное-осыпные склоны. Котловины фиордов переуглублены и отделены от равнин шельфа мелководными порогами, сложенными обычно моренным материалом. Входные мысы фиордов часто осложнены клифами. Из продуктов абразии мысов или древних морен формируются свободные береговые аккумулятивные формы типа двойных серповидных и петлевидных кос, часто перегораживающие фиорды в виде пересыпей, сложенных грубо-обломочным материалом. Менее широко развиты выровненные абразионные берега, обычно приуроченные к выходам осадочных толщ, а также выровненные абразионно-аккумулятивные берега, оконтуривающие приморские равнины [11. 12. 13. 14].

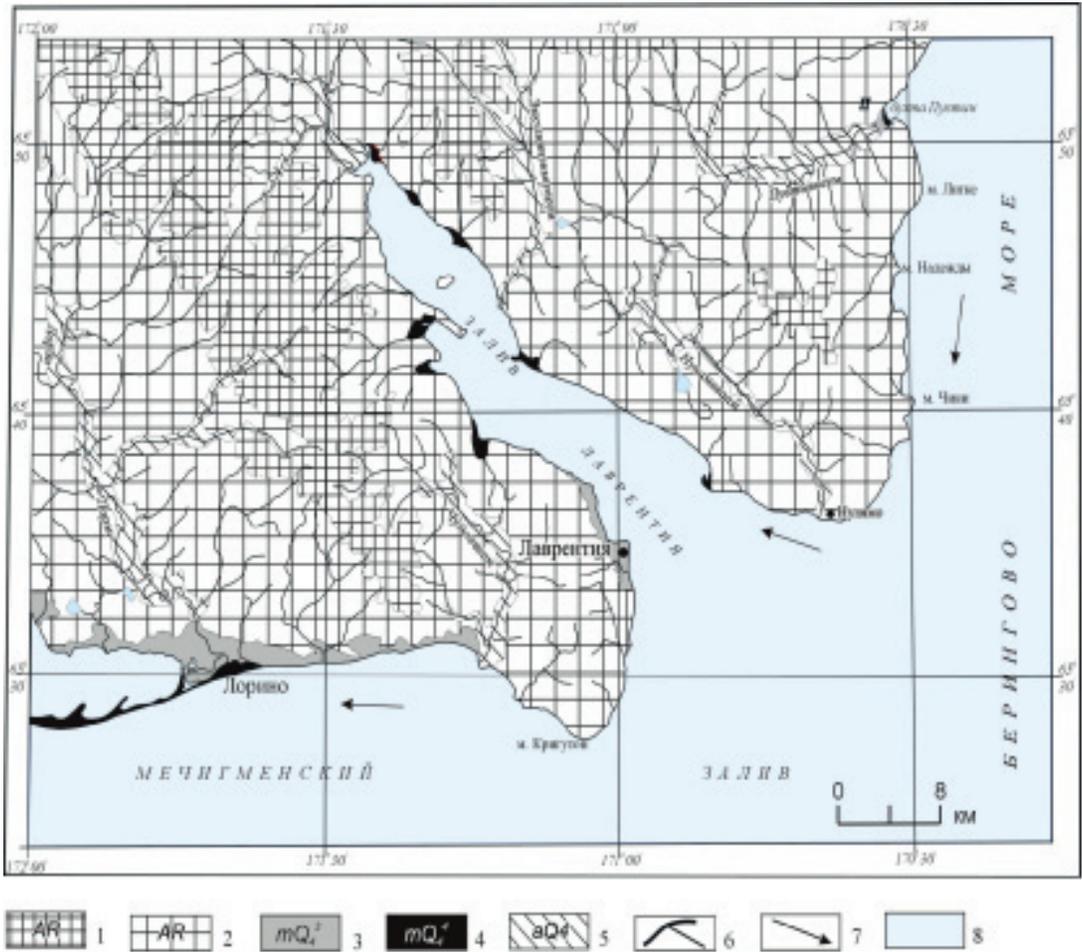


Рис. 3. Фиордовое побережье (залив Лаврентия)

1 – эрозионно-денудационный рельеф среднегорий со следами древнего оледенения (до 1000 м), 2 – эрозионно-денудационный рельеф холмистых предгорий (до 500 м), 3 – морская голоценовая терраса, 4 – современная морская терраса, 5 – пойменно-русловой рельеф речных долин, 6 – гидрографическая сеть, 7 – направление вдольбереговых потоков наносов, 8 – водные объекты

Fig. 3. Fiord coast (Gulf of Lawrence)

1 – erosion-denudation relief of the middle categories with traces of ancient glaciation (up to 1000 m), 2 – erosion-denudation relief of hilly foothills (up to 500 m), 3 – marine Holocene terrace, 4 – modern marine terrace, 5 – floodplain-channel relief of river valleys, 6 – hydrographic network, 7 – direction long-shore sediment flows, 8 – water bodies

Анадырский залив, расположенный между входными мысами Чукотский и Наварин, – самый крупный залив Берингова моря. Рельеф побережий залива в значительной степени сформировался под влиянием ледников четвертичного периода, с чем связано широкое распространение в прибрежной полосе рыхлых отложений, представленных самыми разнообразными фациями. Впадающие в залив реки протекают по долинам, наследующим тектонические разломы разработанным ледниками. В настоящее время решающую роль в формировании берегов Анадырского залива играют волновые процессы. На северных и северо-восточных берегах залива, куда подходят отроги Чукотского нагорья, преобладают абразионные и абразионно-аккумулятивные типы, выработанные в рыхлых отложениях. Незначительно выдвинутые в море мысы (Кытрыкай, Зеленый, Каменистый, Маленький, Поворотный, Низкий) сложены корен-

ными породами. В формировании береговых уступов вершинных частей залива значительную роль играют процессы солифлюкции и термоабразии. Песчано-глинистые четвертичные отложения, слагающие эти берега, обладают очень высокой степенью льдистости. Так, на восточном берегу залива Креста она достигает порядка 70–80 %, а на берегах Анадырского лимана до 90–97 %. К абразионной деятельности волн присоединяется и разрушительное влияние морских приливов, высота которых достигает здесь примерно 3 м. Обилие флювиогляциального материала на подводном склоне способствовало, особенно на юго-западном берегу залива, образованию многочисленных аккумулятивных форм разного типа (косы Земля Гека и Русская Кошка, отчленяющие Анадырский лиман, косы Рэткын, Оссорская, Карага и многие другие). Большая часть аккумулятивных форм сложена галечным материалом, но встречаются и песчано-образования [15].

Береговая линия длиной около 1300 км от мыса Наварин на северном побережье полуострова Чукотка до Чукотского мыса на северо-восточной оконечности залива имеет сложные очертания благодаря заливу Креста и Анадырскому лиману, глубоко вдающихся в сушу. От м. Чукотский до залива Креста к побережью выходят горные массивы Чукотского нагорья высотой 500–600 м. На этом относительно выровненном участке побережья преобладают абразионные берега, выработанные в рыхлых четвертичных валунно-суглинистых и глинистых отложениях с линзами жильного льда. Незначительно выдвинутые в море мысы (Кытрыкай, Зеленый, Каменистый, Маленький, Поворотный, Низкий) сложены коренными породами. Обломочный материал мигрирует здесь преимущественно в юго-западном направлении, формируя мощные аккумулятивные формы – косы Русская Кошка и Руддера, сложенные песчано-галечным материалом. Своеобразной аккумулятивной формой является береговой бар Мээчкын, протянувшийся с востока на запад от лагуны Чэутакан до залива Креста на расстоянии около 77 км. Песчано-галечный материал, поступающий в поперечном потоке со дна, вовлекается во вдольбереговое перемещение, способствуя росту этой аккумулятивной формы в длину.

Западное побережье Анадырского залива между мысами Поворотный и Беринговский представлено обширной, слегка всхолмленной Анадырской низменностью, сложенной рыхлыми четвертичными отложениями, в которых выработаны термоабразионные берега, осложненные процессами солифлюкции. Аккумулятивные формы образуются в виде кос на входных мысах Анадырского лимана, а также пересыпей в лагунах шириной до 1,5–2 км, сложенных песчано-галечниковым материалом (Кэйнгыпилыгын, Южная, Тымна, Чимчинэйкуйым).

Побережье Анадырского залива на северо-восточной оконечности Корякского нагорья образует полуостров, восточная сторона которого сильно изрезана и представляет собой чередование выдвинутых в море абразионных мысов и широких открытых бухт (фиорды), превращенных в настоящее время в лагуны и лиманы песчано-галечниковыми пересыпями (Лахтина, Аринай, Амаам, Орианда).

Побережье *Берингово моря* между заливами Анадырский и Олюторский характеризуется сильной расчлененностью морских берегов. Правда, в северной его половине активно действуют процессы выравнивания берега. Выровненный или выравнивающийся абразионный берег известен, например, с южной стороны мыса Наварин. Однако, большее значение в выравнивании берега играют аккумулятивные волновые процессы. Характерное для этого побережья чередование выдвинутых в море абразионных мысов и широких открытых бухт (фиордов) нередко окаймлено песчано-галечниковыми пересыпями (Лахтина, Аринай, Амаам, Орианда), а фиорды в настоящее время превращены в лагуны и лиманы.

Юго-западнее устья реки Хатырка берег имеет мелко – зубчатое расчленение за счет развития здесь целой серии фиордов, выработанных в прочных осадочных породах Корякского нагорья (сланцы, песчаники и туфопесчаники) мелового и третичного возраста. Аналогичный отрезок фиордового побережья, значительно меньшей протяженности, располагается в тыловой части Олюторского залива, берега слабо изменены волновыми процессами.

Природные особенности формирования морских побережий

Современный облик побережий окраинных морей России, в том числе и Чукотки, сформировался за последние 30 тыс. лет в результате регрессивно-трансгрессивной стадии Мирового океана, когда его уровень сначала опустился на 100–80 м во время последнего (валдайского) оледенения, а затем поднялся до современного положения 6–5 тыс. лет назад в послеледниковые [16, 17]. Позднечетвертичное падение уровня моря (более 18 тыс. лет назад) привело к осушению дна практически всего океанического шельфа и многих окраинных морей и врезанию рек в континентальные и морские плейстоценовые отложения, заполнявших палеодолины. Реликты этой речной сети прослеживаются на подводном склоне окраинных морей в виде подводных долин и погребенных дельт [18, 19].

Приблизительно с 19–18 до 7–5 тыс. лет назад наступил этап послеледниковой трансгрессии, во время которой уровень Мирового океана поднимался со средней скоростью 0,6 см/год. Многие исследователи предполагают значительную неритмичность подъема уровня моря, когда в периоды замедления трансгрессии формировались погруженные береговые линии и комплекс реликтовых береговых и устьевых форм [13].

Окончательное оформление рельефа береговой зоны на побережьях Мирового океана в его современном виде происходило под влиянием стабилизации уровня моря 5–7 тыс. лет назад на отметках близких к современным. В течение последних 4–5 тыс. лет колебания уровня не превышали ± 1 –3 м с тенденцией к подъему около 1 мм/год (Каплин, Селиванов, 1999). Наиболее значительным следствием послеледниковой трансгрессии явилось затопление прибрежных равнин и проникновение морских вод во все депрессии береговой линии. Большинство речных долин превратились в ингрессионные заливы или приустьевые бухты. Дальность проникновения морских вод зависела от местных особенностей проявления послеледниковой трансгрессии, от уклонов водной поверхности в низовьях рек, величины стока речных наносов и тектонического режима побережья.

На шельфе Восточно – Сибирского, Чукотского и Берингово морей прослеживаются реликты древней гидрографической сети и древние береговые комплексы на глубинах 40–45, 30–36, 21–25, 15–16, 8–12 и 4–5 м [20]. Они представлены аккумулятивными террасовидными поверхностями, гравийно-галечными барьерными береговыми формами и древними речными дельтами. Мелководные губы Чаунская, Нольде, Колочинская, Анадырская и другие в позднеледниковый период представляли собой части речных долин, продолжавшихся на шельфе. В ходе трансгрессии эти долины могли быть перекрыты аккумулятивными береговыми формами типа пересыпей или двойных кос. В максимальную фазу послеледниковой трансгрессии арктические моря заполнили все прибрежные депрессии, подтопили устьевые участки рек, сформировав бухтовые побережья. Дальнейшее развитие береговой зоны окраинных морей Северо-Востока России шло по пути заполнения долинных заливов речным аллювием, образования береговых аккумулятивных форм за счет поступления наносов со стоком рек и с морского дна и, в меньшей степени, от абразии коренных мысов и прибрежных низменных равнин, сложенных мерзлыми отложениями.

Таким образом, наиболее характерным геоморфологическим обликом морских побережий Чукотского полуострова и Корякского нагорья является формирование фиордовых типов берегов. *Фиорды Чукотского полуострова* сосредоточены на его восточной окраине (залив Лаврентия, фиорды Мечигменского залива и пролива Сенявина) и частично на северном побережье Анадырского залива (залив Креста, бухта Провидения). Чукотские фиорды расчленяют одноименное нагорье, соответствующее докембрийскому Чукотско-Сьюардскому остаточному массиву. В альпийскую фазу горообразования массив испытал блоковые подвижки и был нарушен разломами. Ослабленные зоны и депрессии впоследствии были унаследованы фиордами [21, 22]. В плейстоцене горные области Чукотки неоднократно подверглись воледенению (вначале покровному, а на заключительных этапах – горно-долинному). Окончательная обработка

льдом фиордовых побережий происходила в последнюю ледниковую эпоху, во время горно-долинного оледенения конца позднего плейстоцена, оставившего на днищах фиордов следы ледниковой экзарации и валы конечных морен [23].

Фиорды юго-восточной части Чукотского полуострова приурочены к пересекающейся сети сквозных троговых долин северо-восточного (фиорды Аболешева, Румлет, Пэнкигнэй, Алера) и меридионального простирания (Провидения, Ыстигэт, Кивак). Помимо широко открытых к морю фиордов с глубинами до 100 м, встречаются фиорды, акватории которых отделены от моря гравийно-галечными пересыпями (лагуны Кивак и Имтук, озера Ыстигэт и Аччен). К типичным фиордам залива Креста обычно относят глубоко врезанные в материк бухты Эгвэкинот и Этэлкуйым, окруженные горными массивами хребта Ыскатень. В целом для фиордов Чукотки характерно широкое развитие аккумулятивных форм (серповидные косы, двойные петлевидные косы – бары, аккумулятивные выступы), примыкающим к высоким береговым уступам, сложенных толщей туфо-порфиритов [21].

Фиорды Корякского нагорья расположены на трех участках побережья Берингово моря. В геологическом отношении они приурочены к складчатым структурам, состоящим из системы антиклиналей и синклиналей, осложненных разломами и сбросами. Первый из них, северо-восточный, находится в районе выхода к морю отрогов хребта Мейныпильгын с высотами 1000–1400 м, где в устьях троговых долин сформировались лагуны Орнанда, Аринай, Эмээм, Лахтина и озера Пекульнейского, отчлененные пересыпями. Росту аккумулятивных форм и замыканию лагун способствовал состав пород высоких (до 200–300 м) береговых уступов, сложенных легко размываемыми глинистыми сланцами и туфопесчаниками, в подножии которых выработаны глубокие волноприбойные ниши. Реки, впадающие в лагуны, формируют небольшие многорукавные дельты выполнения.

Фиорды центральной части Корякского нагорья от мыса Низкий до мыса Олюторский представлены заливами с открытым входом и лагунами, отчлененными пересыпями и косами, приуроченными к сложной сети троговых долин (бухты Дежнева, Анастасии, Наталии, Павла, Петра, Глубокая, Амаян и лагуны Аят, Амаян, Аловна, Мачевна, Таман, Тигиль, Северная, Южная, Явзван). В бухтах Дежнева, Анастасии, Наталии и Глубокой, куда впадают реки Укэляят, Ильпи, Ватына и Аниваям, фиорды унаследованы узкими долинами, окруженными горными массивами с альпийскими формами рельефа – нунатаками высотой 500–700 м. На берегах фиордов наблюдаются формы ледниковой экзарации – «курчавые скалы», «бараньи лбы», ледниковые цирки и моренные холмы. Тектоническое происхождение фиордов подтверждается прямолинейностью их конфигурации и многочисленными нарушениями, оперящими разломы.

Последняя группа фиордов Корякского нагорья располагается в троговых долинах на побережье Олюторского залива от мыса Олюторского до полуострова Говена, рассекающих горные массивы хребтов Малиновского, Пилгинея, Калинай и Анива. Наиболее крупные открытые фиордовые заливы длиной от 2 до 6 км: Южно-Глубокий, Лаврова, Сомнения, приурочены к западному окончанию Олюторского залива, где берега сложены устойчивыми к размыву кремнистыми сланцами. Большинство небольших фиордов перегорожены пересыпями и превратились в лагуны Тинтикун, Средняя, Каубт, Эвекун, Кавача, иногда шириной до 6 км (лагуна Анива). Осевая часть Пылгинского хребта с высотами от 900 до 1200 м (гора Северная) в настоящее время сохранила следы оледенения в виде небольших долинных ледников и цирков. Тектоническая природа фиордов подтверждается прямолинейными очертаниями заливов и речетчатым рисунком речных долин.

Следующей характерной чертой геоморфологии берегов Чукотки является широкое развитие *лагунных* побережий. Как правило, этот тип берегов развит на низменных, слабо расчлененных и относительно отмелых побережьях Восточно – Сибирского и Чукотского морей и Анадырского залива Берингово моря. На побережье Восточно – Сибирского моря наблюдаются два участка с лагунными берегами: Первый из них приурочен к устьям рек Вэйвеем, Кэвеем и

Пегтымель, где современные косы и бары отчленили губы (лагуны) Нольде и Хычак, в которых упомянутые реки формируют многорукавные дельты выполнения. Второй находится в районе м. Биллинге, где сложная аккумулятивная форма (пересыпь) отделяет серию лагун: Иннукай, Валькакынмангы и Уваргина в проливе Лонга [24, 25, 8].

На побережье Чукотского моря тоже выделяются два участка с лагунным типом берега. Первый занимает значительную часть побережья от мыса Якан до мыса Ванкарем, где цепь лагун и береговых баров (Пильгыкэй, Рьыпильгын, Каныгмокынманкы, Акатан, Эрьюкынманкы, Нутэвьи, Ванкарем) протягивается почти непрерывно на расстоянии 100 км, прерываясь небольшим коренным мысом Шмидта. Малые реки, при впадении в лагуны, формируют небольшие многорукавные дельты выполнения (Амгуэма, Вельмай, Екаэнмываам, Кывэквин, Эквыватап, Рьывеем, Пильгыкэй). Между лагунами и приморской горной грядой располагается широкая холмистая прибрежная аллювиально-озерная равнина с высотами до 20–30 м. Лагунные пересыпи обычно представлены одним береговым валом, сложенным песком и гравием.

Второй участок лагунного берега расположен между коренными мысами Джэрэтлен и Сердце-Камень и представляет собой цепь небольших (Эйнэнэквин, Мэминпильгын) и обширных (Нэсканпильгын) лагун. Часть из них проникает почти на 25 км вглубь холмистых предгорий хребта Кынэтлон с высотами до 200–400 м, другие – вытянуты вдоль берега на несколько десятков километров. В тылу лагун реки Нгагтевеем, Кынэтлювеем и Арынайваам образуют небольшие многорукавные дельты выполнения. Мористая сторона пересыпи Мэминпильгын – выровнена, а с внутренней имеет неровные очертания. Местами пересыпь расширяется до сотен метров, отделена от пляжа уступом высотой до 2,5 м, сложенным переслаивающейся толщей торфяников и песков. Вблизи восточного корня пересыпь сужается до десятков метров и прибойный поток переливается в шторм через пересыпь в лагуну. Лагуна Мэминпильгын, как и все другие лагуны на побережье Чукотского моря, образовалась при затоплении прибрежной холмисто-западинной низменности в результате постгляциальной трансгрессии моря и выравнивании изрезанной береговой линии за счет причленения песчаных пересыпей при поперечном перемещении донных наносов к берегу.

На северо-восточном низменном побережье *Анадырского залива Берингова моря* между мысами Гека и Гитера можно выделить два участка с лагунным типом берега. Первый расположен в устье реки Туманской, где пересыпь (коса Готовцева) отделяет лагуну Тымна. Второй представлен цепью лагун (Чимчинейкуйым, Средняя, Глубокая, Пыркакуйым, Кэйнгыпильгын, Кинноткайкуйым, Южная, Куйменей), вдающихся в сушу на 2–5 км. Реки Чимчинейвеем, Кынноткай, Кытапваам Чимчинейвеем, Кынноткай, Кытапваам, втекающие в лагуны, формируют многорукавные дельты выполнения. Все лагуны отделены от моря единой пересыпью шириной до 300–400 м (коса Тепанерген), сложенной песчано-галечниковым материалом и сложенной дюнами высотой от 4–5 до 10–12 м [13].

Заключение

На формирование рельефа береговой зоны Чукотки и Корякского нагорья наибольшее влияние оказала послеледниковая трансгрессия моря, в ходе которой произошло подтопление низменных холмистых прибрежных равнин, речных долин и фиордов. Активное воздействие волновой деятельности моря привело к размыву верхней части подводного склона, перестройке его профиля и отступанию аккумулятивных форм в сторону суши и создание современных очертаний береговой линии. Выдвинутые в море участки побережья, сложенные толщей рыхлых четвертичных отложений, были частично размывы волнами, а наносы вовлекались в продольное и поперечное перемещения, формируя косы и пересыпи, что привело к общему выравниванию береговой линии. В настоящее время в условиях подъема уровня Мирового океана общая тенденция к перестройке подводного склона и береговой зоны сохраняется и может быть крайне опасна для побережий, сложенных сильно льдистыми песчано-суглинистыми аллювиально-озерными отложениями. Дальнейшее повышение глобальной температуры существен-

но смягчит климат арктических побережий, вызовет деградацию мерзлоты, протаивание подземных льдов и ускорит процесс отступления береговых абразионных уступов, морского края речных дельт. Учитывая региональные геолого-геоморфологические особенности побережий Чукотского и Берингова моря, следует ожидать, что возможный подъем уровня моря приведет к протаиванию и деградации многолетнемерзлых пород и жильных льдов.

Литература

1. Морфодинамика устьевых систем крупных рек арктического побережья России: атлас / ответственные редакторы: В.Н. Коротаев, Г.И. Рычагов, Н.А. Римский-Корсаков. Москва: АПРА, 2017. – 148 с. – Текст: непосредственный.
2. Новейшие отложения и палеогеография плейстоцена Чукотки / под редакцией П.А. Каплина. – Москва: Наука, 1980. – 296 с. – Текст: непосредственный.
3. Железнов-Чукотский Н.К., Природные условия и ресурсы Чукотского полуострова: монография / Н.К. Железнов-Чукотский, Секретарева Н.А., Т.И. Астахова, А.И. Жукова, Ю.В. Тихомиров, С.А. Лозовская. – Москва: ГЕОС, 2003. – 503 с. – Текст: непосредственный.
4. Петров, О.М. Стратиграфия и фауна морских моллюсков четвертичных отложений Чукотского полуострова: монография / О.М. Петров. – Москва: Наука, 1966. – 290 с. – Текст: непосредственный.
5. Природа и ресурсы Чукотки: Труды ЧФ СВКНИИ ДВО РАН / ответственный редактор В.С. Кривошеков и др. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006г. – Выпуск 11). – 323 с. – Текст: непосредственный.
6. Леонтьев, О.К. Карта типов берегов и побережий Мирового океана / О.К. Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г. Никифоров [и др.]. – Текст: непосредственный // Рельеф и ландшафты. – Москва : Издательство МГУ, 1977. – С. 27-43.
7. Берега Тихого океана; под общей редакцией В.П. Зенкович. – Москва : Наука, 1967. – 373 с. – Текст: непосредственный.
8. Каплин, П.А. Берега / П.А. Каплин, О.К. Леонтьев, С.А. Лукьянова, Л.Г. Никифоров. – Москва: Мысль, 1991. – 479 с. – Текст: непосредственный.
9. Тараканов, Л.В. Строение и абсолютный возраст новейших отложений Валькарайской низменности (Северная Чукотка) / Л.В. Тараканов, П.А. Каплин, В.И. Курсалова – Текст: непосредственный // Доклады Академии наук СССР. 1974. Том 216. № 5. – С. 1128-1130.
10. Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей СССР. Москва: Наука, 1971. – 181 с. – Текст: непосредственный.
11. Ионин, А.С. Берега Берингова моря / А.С. Ионин. – Москва: Наука, 1959. – 375 с. – Текст: непосредственный.
12. Ионин, А.С. Исследования по динамике и морфологии советских берегов Чукотского и Берингова морей / А.С. Ионин. – Текст: непосредственный // Труды Океанографической комиссии АН СССР. – 1959. – Т. 4. – С. 205-214.
13. Каплин, П.А. Особенности динамики и строения берегов полярных морей (на примере побережья Чукотского моря) / П.А. Каплин. – Текст: непосредственный // Новые исследования береговых процессов. – Москва: Наука, 1971. – С. 22-34.
14. Щербаков, Ф.А. Некоторые данные о послеледниковой трансгрессии Берингова моря / Ф.А. Щербаков. – Текст: непосредственный // Труды Института Океанологии АН СССР. 1961. – Т. 48. – С. 49-60.
15. Щербаков, Ф.А. Литологическое исследование наносов побережья Анадырского залива / Ф.А. Щербаков. – Текст: непосредственный // Труды Океанографической комиссии АН СССР. Т. 4 (Вопросы изучения морских берегов), 1959. – С. 31-43.
16. Каплин, П.А. Новейшая история побережий Мирового океана / П.А. Каплин. – Москва: Издательство МГУ, 1973. – 265 с. – Текст: непосредственный.
17. Каплин, П.А. Изменение уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее / П.А. Каплин, А.О. Селиванов. – Москва: ГЕОС, 1999. – 299 с. – Текст: непосредственный.

18. Каплин, П.А. Вопросы геоморфологии и палеогеографии морских побережий и шельфа / П.А. Каплин. – Москва: Географический факультет МГУ, 2010. – 620 с. – Текст: непосредственный.
19. Морозова, Л.Н. Основные черты истории развития шельфа Чукотского моря в послеледниковое время / Л.Н. Морозова, В.Е. Бирюков, Н.А. Волкова. – Текст: непосредственный // Исследование прибрежных равнин и шельфа Арктических морей. – Москва: Издательство МГУ, 1979. – С. 16-21.
20. Никифоров, С.Л. Основные черты развития шельфа Чукотского и Восточно – Сибирского морей в позднеледниковое-голоценовое время / С.Л. Никифоров. – Текст: непосредственный // Геоморфология. 1989. – № 3. – С. 85-89.
21. Каплин, П.А. Фиордовые побережья Советского Союза / П.А. Каплин. – Москва: Издательство АН СССР, 1962. – 188 с. – Текст: непосредственный.
22. Каплин, П.А. Эволюция береговой линии фиордовых районов / П.А. Каплин. – Текст: непосредственный // Труды Океанографической комиссии АН СССР. Т. 4. 1969. – С. 55-65.
23. Авенариус, И.Г. Морфоструктурный план и некоторые вопросы палеогеографии позднего плейстоцена-голоцена шельфа залива Креста (Берингово море) / И.Г. Авенариус, А.А. Трещов, Б.П. Лопатин, Ю.П. Дегтяренко. – Текст: непосредственный // Проблемы четвертичной истории шельфа. – Москва: Наука, 1982. – С. 86-98.
24. Бабаев, Ю.М. Основные черты развития рельефа лагунного побережья Чукотского полуострова в голоцене / Ю.М. Бабаев, Л.А. Жиндарев. – Текст: непосредственный // Исследования динамики рельефа морских побережий. – Москва, 1979. – С. 111-119.
25. Данилов, И.Д. Строение и развитие лагун и баров арктического побережья Чукотки / И.Д. Данилов, Г.Н. Недешева, Е.И. Полякова. – Текст: непосредственный // Геоморфология. 1980. – № 4. – С. 77-84.

References

1. Morfodinamika ust'evykh sistem krupnykh rek arkticheskogo poberezh'ja Rossii: atlas / otvetstvennye redaktory: V.N. Korotaev, G.I. Rychagov, N.A. Rimskij-Korsakov. Moskva: APRA, 2017. – 148 s. – Tekst: neposredstvennyj.
2. Novejšie otlozhenija i paleogeografija plejstocena Chukotki / pod redakciej P.A. Kaplina. – Moskva: Nauka, 1980. – 296 s. – Tekst: neposredstvennyj.
3. Zheleznov-Chukotskij N.K., Prirodnye uslovija i resursy Chukotskogo poluostrova: monografija / N.K. Zheleznov-Chukotskij, Sekretareva N.A., T.I. Astahova, A.I. Zhukova, Ju.V. Tihomirov, S.A. Lozovskaja. – Moskva: GEOS, 2003. – 503 s. – Tekst: neposredstvennyj.
4. Petrov, O.M. Stratigrafija i fauna morskih molljuskov chetvertichnyh otlozhenij Chukotskogo poluostrova: monografija / O.M. Petrov. – Moskva: Nauka, 1966. – 290 s. – Tekst: neposredstvennyj.
5. Priroda i resursy Chukotki: Trudy ChF SVKNII DVO RAN / otvetstvennyj redaktor V.S. Krivoshekov i dr. – Magadan: SVNC DVO RAN, 2006g. – Vypusk 11). – 323 s. – Tekst: neposredstvennyj.
6. Leont'ev, O.K. Karta tipov beregov i poberezhij Mirovogo okeana / O.K. Leont'ev, S.A. Luk'janova, L.G. Nikiforov [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj // Rel'ef i landshafty. – Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1977. – S. 27-43.
7. Berega Tihogo okeana; pod obshhej redakciej V.P. Zenkovich. – Moskva: Nauka, 1967. – 373 s. – Tekst: neposredstvennyj.
8. Kaplin, P.A. Berega / P.A. Kaplin, O.K. Leont'ev, S.A. Luk'janova, L.G. Nikiforov. – Moskva: Mysl', 1991. – 479 s. – Tekst: neposredstvennyj.
9. Tarakanov, L.V. Stroenie i absoljutnyj vozrast novejših otlozhenij Val'karajskoj nizmennosti (Severnaja Chukotka) / L.V. Tarakanov, P.A. Kaplin, V.I. Kursalova – Tekst: neposredstvennyj // Doklady Akademii nauk SSSR. 1974. Tom 216. № 5. – S. 1128-1130.
10. Osobennosti formirovanija rel'efa i sovremennyh osadkov pribrezhnoj zony dal'nevostochnykh morej SSSR. Moskva: Nauka, 1971. – 181 s. – Tekst: neposredstvennyj.
11. Ionin, A.S. Berega Beringova morja / A.S. Ionin. – Moskva: Nauka, 1959. – 375 s. – Tekst: neposredstvennyj.

12. Ionin, A.S. Issledovanija po dinamike i morfologii sovetskih beregov Chukotskogo i Beringova morej / A.S. Ionin. – Tekst: neposredstvennyj // Trudy Okeanograficheskoi komissii AN SSSR. – 1959. – T. 4. – S. 205-214.
13. Kaplin, P.A. Osobennosti dinamiki i stroenija beregov poljarnyh morej (na primere poberezh'ja Chukotskogo morja) / P.A. Kaplin. – Tekst: neposredstvennyj // Novye issledovanija beregovyh processov. – Moskva: Nauka, 1971. – S. 22-34.
14. Shherbakov, F.A. Nekotorye dannye o poslednikovoj transgressii Beringova morja / F.A. Shherbakov. – Tekst: neposredstvennyj // Trudy Instituta Okeanologii AN SSSR. 1961. – T. 48. – S. 49-60.
15. Shherbakov, F.A. Litologicheskoe issledovanie nanosov poberezh'ja Anadyrskogo zaliva / F.A. Shherbakov. – Tekst: neposredstvennyj // Trudy Okeanograficheskoi komissii AN SSSR. T. 4 (Voprosy izuchenija morskikh beregov), 1959. – S. 31-43.
16. Kaplin, P.A. Novejshaja istorija poberezhij Mirovogo okeana / P.A. Kaplin. – Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1973. – 265 s. – Tekst: neposredstvennyj.
17. Kaplin, P.A. Izmenenie urovnja morej Rossii i razvitie beregov: proshloe, nastojashhee i budushhee / P.A. Kaplin, A.O. Selivanov. – Moskva: GEOS, 1999. – 299 s. – Tekst: neposredstvennyj.
18. Kaplin, P.A. Voprosy geomorfologii i paleogeografii morskikh poberezhij i shel'fa / P.A. Kaplin. – Moskva: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2010. – 620 s. – Tekst: neposredstvennyj.
19. Morozova, L.N. Osnovnye cherty istorii razvitija shel'fa Chukotskogo morja v poslednikovoe vremja / L.N. Morozova, V.E. Birjukov, N.A. Volkova. – Tekst: neposredstvennyj // Issledovanie pribrezhnykh ravnin i shel'fa Arkticheskikh morej. – Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1979. – S. 16-21.
20. Nikiforov, S.L. Osnovnye cherty razvitija shel'fa Chukotskogo i Vostochno-Sibirskogo morej v pozdneplejstocen-golocenovoe vremja / S.L. Nikiforov. – Tekst: neposredstvennyj // Geomorfologija. 1989. – № 3. – S. 85-89.
21. Kaplin, P.A. Fiordovye poberezh'ja Sovetskogo Sojuza / P.A. Kaplin. – Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR, 1962. – 188 s. – Tekst: neposredstvennyj.
22. Kaplin, P.A. Jevojucija beregovoj linii fiordovykh rajonov / P.A. Kaplin. – Tekst: neposredstvennyj // Trudy Okeanograficheskoi komissii AN SSSR. T. 4. 1969. – S. 55-65.
23. Avenarius, I.G. Morfostrukturnyj plan i nekotorye voprosy paleogeografii pozdnego plejstocena-golocena shel'fa zaliva Kresta (Beringovo more) / I.G. Avenarius, A.A. Treshhov, B.P. Lopatin, Ju.P. Degtjarenko. – Tekst: neposredstvennyj // Problemy chetvertichnoj istorii shel'fa. – Moskva: Nauka, 1982. – S. 86-98.
24. Babaev, Ju.M. Osnovnye cherty razvitija rel'efa lagunnogo poberezh'ja Chukotskogo poluoostrova v golocene / Ju.M. Babaev, L.A. Zhindarev. – Tekst: neposredstvennyj // Issledovanija dinamiki rel'efa morskikh poberezhij. – Moskva, 1979. – S. 111-119.
25. Danilov, I.D. Stroenie i razvitie lagun i barov arkticheskogo poberezh'ja Chukotki / I.D. Danilov, G.N. Nedesheva, E.I. Poljakova. – Tekst: neposredstvennyj // Geomorfologija. 1980. – № 4. – S. 77-84.

Сведения об авторах

КОРОТАЕВ Владислав Николаевич – д.г.н., с.н.с., в.н.с. НИЛ эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: vlaskor@mail.ru

KOROTAEV Vladislav Nikolaevich – Doctor of Geological Sciences, Leading Researcher, N. I. Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Stream Processes, Lomonosov Moscow State University, e-mail: vlaskor@mail.ru

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – к.г.н., доцент по кафедре мерзлотоведения, доцент кафедры «Прикладная геология» ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: olegpomortsev@mail.ru

POMORTSEV Oleg Aleksandrovich – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Permafrost Studies, Department of Applied Geology, Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: olegpomortsev@mail.ru