Т.Д. Леонова¹, О.В. Белоус²

Тихоокеанский океанологический институт

им. В.И. Ильичева

leon@poi.dvo.ru¹, kseya@mail.ru²

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕРЕГОВ ЗАПАДНОГО ПРИХОТЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования рельефа береговой зоны Западного Приохотья, одного из самых малоизученных и труднодоступных районов Охотского моря. Проведены дешифрирование космических снимков, детальный анализ данных морских экспедиционных исследований, топографических и морских карт, изучены фондовые материалы. Выявлены факторы, оказывающие воздействие на формирование рельефа побережья. Влияние холодного Охотского моря, длительность ледостава, сложные гидродинамические условия, обусловленные сильными приливно-отливными и стоковыми течениями, ослабленный волновой режим – основные факторы современного морфогенеза побережий и дна заливов. Сложный рельеф побережья обусловлен геологическим строением рассматриваемого района, а речной сток, деятельность льда, абразия морских берегов влияют на поставку осадочного материала.

По морфодинамическим признакам и на основе генетической классификации берегов авторами проведено районирование береговой зоны Западного Приохотья. Выделено 25 береговых районов. Составлена схема районирования берегов. 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.

На основании проведенных исследований сделаны некоторые предположения о тенденциях развития рельефа береговой зоны заливов Западного Приохотья, что поможет при выявлении экологических последствий антропогенного воздействия на побережье в крайне неустойчивой ландшафтной зоне с чертами субарктического климата. В условиях возможного подъема уровня Мирового океана на участках абразионно-бухтового побережья в зависимости от геологического строения, т.е. устойчивости к размыву слагающих побережье геологических формаций, абразия будет протекать с различной скоростью, в результате чего берег будет отступать на разное расстояние. Однако на абразионно-денудационном побережье отступление берега будет незначительным

вследствие высокой прочности пород и ориентации горных хребтов параллельно береговой линии. Предположительно, произойдет затопление маршей и аллювиальных низменностей, а осушка будет подвержена размыву.

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

T.D. Leonova¹, O.V. Belous²

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS

leon@poi.dvo.ru¹, ksey@mail.ru²

THE DEVELOPMENT TRENDS OF THE WESTERN PRIKHOTIE COAST

Abstract. We report results from investigating the landforms of the west part coastal zone of the Sea of Okhotsk, one of the most poorly explored and hard-to-reach areas of the Sea of Okhotsk. Satellite images were interpreted; expedition data, topographic and sea maps were analyzed, and archival material was studied. A package of methods was used to obtain new evidence on coastal topography and morphogenetic processes. The region's natural conditions are considered to identify the factors influencing morphogenesis of the coast. The influence of the cold Sea of Okhotsk, the duration of freeze-up, strong tidal currents, and an attenuated wave regime are the main factors for the present-day morphogenesis of the bay bottom. Complex coastal topography is determined by the geological structure of the study area, while the river runoff, activity of the ice, and abrasion of the seacoast have influence on input of sedimentary material. According to the morphodynamical attributes and on the basis of a genetic classification of the shores, we carried out a coastal zoning of study area. A schematic zoning map are compiled. Twenty-five coastal areas were identified and described.

The article examines trends in the development in the morphogenesis of individual sections of the Western Priokhotye bays coasts, due to the combination of the considered relief-forming factors specific for each such site. In the event of a possible rise in sea level at the abrasion-bay coast abrasion will flow at various speed, as a result of which the coast sites will recede at different distances. Presumably, there will be flooding and erosion of marches and alluvial lowlands.

Key words: coastal area, abrasion-denudation shores, currents, foreshore, marches.

Морские берега, как крайне динамичные природные объекты, чрезвычайно чувствительны к любым антропогенным воздействиям, и в условиях расширяющегося освоения минерально-сырьевого потенциала Шантарского региона остро встает вопрос охраны природной среды и изменения ландшафтов прибрежной зоны Охотского моря. Таким образом, обобщение информации об особенностях строения, формирования и трендах развития побережий заливов Западного Приохотья становится важнейшей задачей при дальнейшей интенсификации антропогенного воздействия. Данная статья продолжает и обобщает серию публикаций авторов по этому региону [1, 3, 4]. 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.), а также фондовые материалы Тихоокеанской экспедиции Всероссийского научно-исследовательского института морской геологии и геофизики (1972–1982 гг.). Дополнительный фактический материал получен при дешифрировании космических и аэроснимков, при морфологическом и морфометрическом анализе топографических и морских карт.

Природные условия

По характеру расчленения береговой линии берега западной части Охотского моря близки к риасовым и представлены системой полуостровов и заливов, которые четко обозначают их разломно-глыбовое строение. В вершинах риасов сформированы аллювиальные низменности, ограниченные с моря комплексом береговых аккумулятивных форм.

Рельеф рассматриваемой части Западного Приохотья характеризуется сложным сочетанием сводово-глыбовых и горстовых поднятий, разделенных обширными депрессиями. Хребты Прибрежный, Тайканский, Тыльский, Альский, Тугурский, Магу, Кивун представляют собой сложную сеть горных гряд, в пределах которых развиты денудационно-тектонический, эрозионный и аккумулятивный типы рельефа. Межгорные впадины (Удская, Торомская, Тугурская, Уль-

банская и др.) заполнены позднекайнозойскими осадками и заняты долинами рек: Уды, Тугура, Торума, Ульбана, Усалгина, Сырана и др. Реки играют особую роль в балансе поступления осадков в Западном Приохотье: основное количество терригенного материала привносится с речным стоком; меньше – при денудации и абразии берегов. Протяженные участки берега с параллельными им горными сооружениями отличаются минимальными значениями объема поступающего материала.

Климатические условия рассматриваемого региона, находящегося в умеренных широтах, отличаются чертами субарктики. Так устойчивое ледообразование во всей Удской губе наблюдается уже в конце октября – начале ноября. А полное очищение района ото льда обычно происходит только во второй декаде июня, а иногда и позже. Лед является активным агентом переноса продуктов денудации, а длительный ледовый период (7-8 месяцев) препятствует волновой абразии.

В условиях ослабленного волнового режима увеличивается рельефообразующее значение приливно-отливных течений. Они обуславливают формирование как эрозионных, так и аккумулятивных форм рельефа, усиливают процессы абразии во время приливов и способствуют перемещению осадочного материала за пределы прибрежной зоны.

Основные тенденции в развитии берегов

Типизация и районирование морских берегов является первым и необходимым этапом подготовки к прогнозу состояния и развития береговой зоны Охотского моря.

В результате исследований на основе генетической классификации и по морфодинамическим признакам выделено 25 береговых районов и сделаны предположения о тенденциях развития рельефа берегов региона (рисунок).

Удская губа. В настоящее время в северо-западной части залива высокая подвижность вод способствует выносу осадочного материала. Здесь вдоль всего побережья практически отсутствуют аккумулятивные формы рельефа. В местах побережья, где ударная сила прибойных и штормовых волн наиболее велика, крайне много-

численны абразионные формы – кекуры, волноприбойные ниши и небольшие гроты. На продолжении мысов, как правило, встречаются каменные рифы. Однако, под воздействием припайного льда, приливо-отливных течений, нивационных процессов облик абразионных берегов меняется за достаточно короткий срок: кекуры срезаются, и поверхность бенча нивелируется.

Рис. Морфодинамическое районирование берегов Западного Приохотья. (1 – горные системы; 2 – депрессии. Типы берегов: 3 – абразионно-тектонические; 4 – абразионные; 5 – абразионно-денудационные; 6 – абразионные бухтовые; 7 – аккумулятивные с примкнувшей террасой; 8 – аккумулятивные лагунные; 9 – аккумулятивные ваттовые. 10 – осушки; 11 – изобаты; 12 – границы береговых районов; 13 – границы береговых областей; 14 – номера береговых районов. Береговые районы: 1 – Охотоморский; 2 – Северо-Западная часть Удской губы; 3 – Приустьевая часть реки Уда;

4 – Тыльский; 5 – Торомский; 6 – Биранжинский; 7 – Люцунский; 8 – Северо-Западный Тугурский; 9 – Маймагунский; 10 – Южно-Тугурский; 11 – Восточно-Тугурский; 12 – Северо-Восточный Тугурский; 13 – Ингаканский; 14 – Вершина залива Константина; 15 – Борикаганский; 16 – Талгинский; 17 – Укурунский; 18 – Вершина Ульбанского залива; 19 – Юго-Восточный Ульбанский; 20 – Восточно-Ульбанский; 21 – Западно-Николаевский; 22 – Южно-Николаевский; 23 – Восточно-Николаевский; 24 – Северо-Николаевский; 25 – Восточно-Академический)

В западной части Удской губы происходит частичная аккумуляция осадков с формированием широкой осушки и очень пологого подводного склона. Материал, возникший в результате выноса рек и разрушения берегов, частично отлагается в виде кос, пляжей и других аккумулятивных форм в южной части залива.

К устьям рек, более древним, чем современная береговая линия, обычно приурочены небольшие бухты. В их вершинах развиты приустьевые и аллювиальные конусы выноса, возвышающиеся до 10 м над поверхностью пляжа. Эти образования рассматриваются как свидетели максимального послеледникового уровня моря и служат главными источниками питания небольших, но иногда богатых пляжных россыпей рiasового берега. Примерами являются россыпи у мысов Медвежье Одеяло и Дюкчангра. На подводном продолжении речных долин региона возможно обогащение бедных аллювиальных россыпей за счет сортирующей деятельности волнения и прибрежных течений. Так, у южного побережья пролива Шевченко предполагается обогащение золотоносного аллювия за счет ритмично сменяющихся по направлению приливо-отливных течений.

Тугурский залив. Достаточно длительное положение современной береговой линии в пределах залива обусловило здесь некоторые различия в проявлении прибрежного осадконакопления. Так, в бухтах вдоль западного побережья отмечено незначительное накопление осадочного материала, а в вершинах бухт восточного берега при достаточных запасах рыхлого материала сформировалась примкнувшая аккумулятивная терраса, состоящая из серии параллельных береговых валов. Эти особенности были отмечены и ранее, однако они объяснялись лишь тектоническими причинами. Мы полагаем, что помимо тектоники, важную роль в данном распределении процессов играет гидродинамика. Стоковое и приливо-отливные течения проходят вдоль западного берега залива, а вблизи восточного побережья существенное значение имеет движение водных масс, поперечное береговой линии. Таким образом, часть осадочного материала, выносимого вдоль эрозионной ложбины, расположенной по оси залива, подхватывается этими потоками вблизи Тугурского полуострова, перемещается в вершины бухт и там аккумулируется. Помимо бухт восточного побережья, осадконакопление в настоящее время происходит в южных вершинах залива, в результате чего там сформировалась протяженная зона осушки.

Залив Академии (включая заливы Константина, Ульбанский, Николая). В заливе Константина интенсивные течения способствуют

перемещению обломочного материала вдоль его бортов и приводят к формированию серии кос, что, в свою очередь, обуславливает развитие здесь очень широкой осушки.

В западной части Ульбанского залива унаследованное развитие первичных неровностей берега в условиях дефицита обломочного материала, связанного в первую очередь с отсутствием крупных рек и активной гидродинамической обстановкой, привело к образованию абразионно-бухтового побережья. Разгрузка обломочного материала происходит в районе косы Бетти. В вершину же залива реки выносят большое количество обломочного материала, способствующего формированию ваттового побережья, для которого характерны прибрежная субгоризонтальная заболоченная низменность (марш), постепенно сменяющаяся поверхностью илистой осушки.

На субширотном участке берега при поперечном перемещении наносов происходит образование баров и формирование лагунного аккумулятивного берега с причлененной современной морской террасой. На восточном берегу залива при вдольбереговом перемещении наносов условия для отложения обломочного материала отсутствуют, и приливно-отливные, а также стоковые течения обеспечивают быстрый его перенос за пределы залива.

В заливе Николая течения формируют поток наносов, направленный вдоль бортов залива к его вершине. Материал, образовавшийся в результате разрушения берегов и выноса рек, частично отлагается в виде кос, пляжей и других аккумулятивных форм в северной части залива, приводя к созданию на этом участке вторичнорасчлененных и лагунных берегов. В вершине залива река Усалгин, выносящая большое количество осадков, способствует формированию ваттового побережья. Обратный поток наносов проходит вдоль осевой части залива Николая, где выделены эрозионные ложбины.

Побережье ***Шантарских островов*** почти повсеместно представлено денудационными берегами. Высота уступов превышает 50 м. Иногда они слабо задернованы, но основным признаком для них являются осыпи, обвалы, оползни. Приливные бенчи и широкие осушки почти повсеместно окаймляют денудационные берега зали-

вов. Аккумулятивные берега представлены в вершинах бухт и заливов, вдающихся в равнинные участки побережья.

При многократных поздне-последлениковых изменениях уровня моря, а также под воздействием береговых абразионно-аккумулятивных процессов и речной эрозии рельеф побережий Западного Приохотья был существенно переработан и изменен. На трансгрессивных этапах развития происходило формирование абразионных уступов и прислоненных к ним песчаных пляжей. В ходе регрессий аккумулятивные прибрежно-морские равнины, занимающие долины рек, перерабатывались многочисленными водотоками, с накоплением аллювиальных отложений, образующих пойменные и старичные формы рельефа. Перераспределение больших объемов обломочного материала приводило к формированию многочисленных береговых валов, кос, образованию осушек. В настоящее время к аккумулятивным относят 31% всей береговой линии района исследования. Пологие уклоны подводного склона и значительный запас тонкообломочного материала в пределах кутовых частей заливов, а также значительная амплитуда приливных колебаний уровня моря определяют широкое развитие ваттовых берегов.

Проведенные авторами исследования в Западном Приохотье подтвердили высказывания В.П. Зенковича [2] и И.О. Леонтьева [5], что абразионные и аккумулятивные участки берегов образуют единые взаимодействующие системы, причем участки зоны размыва в таких системах служат источниками поступления наносов на аккумулятивные участки.

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать некоторые предположения о тенденциях развития рельефа береговой зоны заливов Западного Приохотья, что поможет при выявлении экологических последствий антропогенного воздействия на побережье в крайне неустойчивой ландшафтной зоне с чертами субарктического климата.

Установлено, что на большей части исследуемых берегов преобладают денудация и вдольбереговой транзит наносов. Участки современной аккумуляции приурочены к вершинам бухт и устьям крупных

и средних рек. В условиях возможного подъема уровня Мирового океана на участках абразионно-бухтового побережья в зависимости от геологического строения, т.е. устойчивости к размыву слагающих побережье геологических формаций, абразия будет протекать с различной скоростью, в результате чего берег будет отступать на разное расстояние. Возможно, несколько активизируется абразия в пределах выступающих в море мысов. Однако на абразионно-денудационном побережье отступление берега будет незначительным вследствие высокой прочности пород и ориентации горных хребтов параллельно береговой линии. Наибольшие изменения, вероятно, будут происходить в вершинах заливов – в пределах осушки, которая будет подвержена размыву. Предположительно, произойдет затопление маршей и аллювиальных низменностей.

Отложения плиоцен-четвертичного возраста (пески, глины, выветрелые галечники) заполняют межгорные депрессии, крупные долины рек и прибрежные озерно-аллювиальные низменности. Есть основания рассматривать плиоцен-четвертичный комплекс как один из важнейших источников полезных ископаемых, в числе которых кроме золота могут встречаться кассетерит, циркон, ионацит и другие устойчивые минералы. Интенсификация добычи полезных ископаемых и другой деятельности человека в данном регионе несомненно приведет к изменениям ландшафтов, в том числе и прибрежных, что требует предварительной экологической оценки последствий антропогенного воздействия в крайне неустойчивой ландшафтной зоне с чертами субарктического климата, основанной на исследованиях рельефа побережий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ФНИ (ГП 14) ТОИ ДВО РАН (№ гос. рег. АААА-А17-117030110033-0).

Литература

1. Бровко П.Ф., Леонова Т.Д. Факторы рельефообразования и районирование побережья Тугурского залива (Охотское море) // Вестник ДВО РАН. 2012, № 2. С. 3-8.
2. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 711 с.

3. Леонова Т. Д., Белоус О.В. Морфодинамическое районирование побережья залива Академии (Охотское море) // География и природные ресурсы 2015. № 4. С. 142-150.

4. Леонова Т.Д., Белоус О.В. Морфодинамическое районирование побережья Удской губы (Охотское море) // География и природные ресурсы. 2019. № 3. С. 123-130. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-3(123-130)

5. Леонтьев И. О. Прогнозирование эволюции берегов на основе морфодинамического моделирования // Океанология. 2006. Т. 46, № 4. С. 603-611.

Reference

1. Brovko P.F., Leonova T.D. *Faktory rel'efoobrazovaniya i rajonirovanie poberezh'ya Tugurskogo zaliva (Ohotskoe more)* [Factors of relief formation and zoning of the coast of the Gulf of Tugur (Sea of Okhotsk)] // *Vestnik DVO RAN* [Bulletin of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences], 2012, no.2, pp. 3-8.

2. Zenkovich V.P. *Osnovy ucheniya o razvitii morskikh beregov* [Basics of learning about development of marine coast]. Moscow, Russian Academy of Sciences of the USSR, 1962, 711 p. (in Russian)

3. Leonova T.D., Belous O.V. *Morfodinamicheskoe rajonirovanie poberezh'ya zaliva Akademii (Ohotskoe more)* [Morphodynamical zoning of the coast of the Academy Bay (Sea of Okhotsk)] // *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2015, no.4, pp. 142-150. (in Russian)

4. Leonova T.D., Belous O.V. *Morfodinamicheskoe rajonirovanie poberezh'ya Udskoj guby (Ohotskoe more)* [Morphodynamic zoning of the coast of the Udsкая Bay (Sea of Okhotsk)] // *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2019, no.3, pp. 123-130. (in Russian)

5. Leont'ev I.O. *Prognozirovanie evolyucii beregov na osnove morfodinamicheskogo modelirovaniya* [Forecasting coastal evolution based on morphodynamic modeling] // *Okeanologiya* [Oceanology], 2006, V.46, no.4, pp. 603-611. (in Russian)