

Геоморфологический мониторинг лагунных берегов Сахалина

П. Ф. Бровко¹, А. В. Малюгин¹, Н. С. Терентьев², В. Н. Храмушин³
Владивосток – Южно-Сахалинск

Лагунные берега занимают пятую часть побережий острова. Лагунные формы рельефа чутко реагируют на воздействие как природных, так и антропогенных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью – гидротехническое строительство, берегозащита, марикультура и т.п. Приведены конкретные примеры влияния на эволюцию лагун природных и антропогенных факторов, результаты многолетнего мониторинга береговых процессов на о. Сахалин.

Ключевые слова: лагунные берега, берегозащита, мониторинг

Geomorphological monitoring of the Sakhalin lagoon coasts. *Peter F. Brovko, Andrey V. Malyugin, Far Eastern Federal University; Nikolay S. Terentiev, Far Eastern branch of Rosgeolfond; Vasily N. Khramushin, Sakhalin State University*

Lagoon coasts occupy one fifth part of the island coasts. Lagoon forms of relief keenly react on the influence of both natural and anthropogenic factors, related to economical activity - hydro technical construction, coastal protection, marine culture, etc. There are the exact examples of the natural and anthropogenic processes influence on evolution of the lagoons; the results of the long-term monitoring of the Sakhalin Island coastal processes.

Keywords: lagoon coasts, natural and anthropogenic factors, long-term monitoring

Введение

Система наблюдений природных или природно-техногенных объектов, с анализом процессов и тенденций их изменения, определяется как мониторинг окружающей среды. Важное место в системе занимает геомониторинг, направленный на изучение геолого-структурной основы и рельефа различного генезиса. Это находит отражение в формировании типов морских берегов – абразионных, денудационных, аккумулятивных, биогенных, лагунных и др. Лагунные берега занимают десятую часть побережий Мирового океана. Достаточно широко они представлены в пределах умеренного пояса Северного полушария – побережья США и Канады; Дании и Нидерландов, Польши и Латвии, России [6, 12].

¹ Бровко Петр Федорович, Малюгин Андрей Викторович, Дальневосточный федеральный университет;

² Терентьев Николай Сергеевич, Дальневосточный филиал ФГУ НПП «Росгеолфонд»;

³ Храмушин Василий Николаевич, Сахалинский государственный университет.



Лагунные берега дальневосточных морей

На Сахалине, наряду с Камчаткой и Японскими островами, лагунные берега получили наибольшее развитие. Из 2670 км протяженности берегов острова пятая часть приходится на пересыпи и бары, отчленяющие от моря лагуны [1].

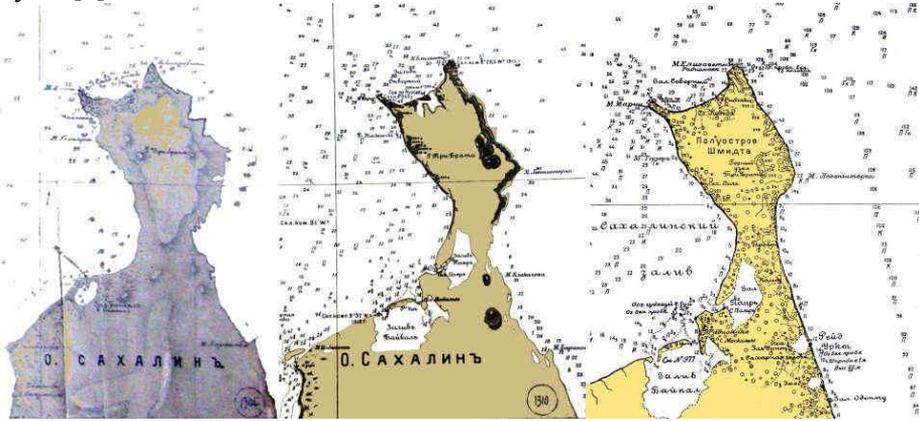


Рис. 1. Северная часть Сахалина на картах 1887, 1914 и 1936 гг.

На географических картах лагунные берега Сахалина показываются по результатам гидрографических работ, начиная с середины XIX века (от экспедиции Г. И. Невельского), но реальные очертания они получили только в 30-х годах XX века. С этого времени возможно использование карт как инструмента геоморфологического мониторинга (рис. 1).



Рис. 2. Лагуна Набиль полузакрытого типа, соединенная с морем одним проливом (космоснимок)

Лагуны Сахалина по размерам подразделяются на крупные (100–500 км²), средние (10–100), малые (1–10) и очень малые – менее 1 км². К самым большим в группе крупных относятся лагуны Байкал и Пильтун. Наиболее многочисленным является класс средних по размерам лагун – Куэгда, Неурту, Колендо, Уркт, Эхаби, Даги, Луньская, Айнская, Буссе и др. Число малых и очень малых водоемов менее десяти. По глубине выделяются лагуны мелкие – менее 1 м, средней глубины (1–5), глубокие (5–20) и очень глубокие – более 20 м.

По изолированности от морской акватории, показывающей степень ее влияния на гидродинамический режим, биологические, химические и др. процессы, происходящие внутри лагун, они подразделяются на открытые (Тык), полуоткрытые (Байкал), полузакрытые (Набиль) и закрытые (Айнская) (рис. 2). Особую группу – отчлененные водоемы – составляют лагунные озера, утратившие связь с морем (Рыбачье).

2

Геоморфологический мониторинг

Мониторинг природных процессов на сложно построенном лагунном берегу носит комплексный характер. Основу его составляют наблюдения за морфологией и динамикой форм рельефа – как основы прибрежного ландшафта. Основным методом геоморфологического мониторинга является сопряженный анализ разновременных и разномасштабных топографических и навигационных карт, аэро- и космических снимков.

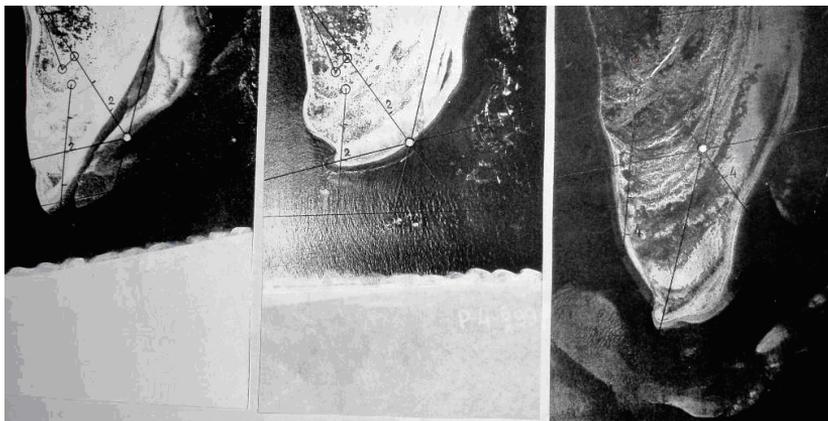


Рис. 3. Динамика косы лагуны Чайво (рост в южном направлении) по аэроснимкам 1980, 1983 и 1989 гг.

Для лагунных берегов Сахалина надежные картографические материалы и данные дистанционных съемок имеются с 1952 г. Натурные наблюдения составляют: плановая съемка и геодезическое профилирование на разных типах аккумулятивных форм, а также создание сети реперов для повторных измерений через разные временные интервалы – месяц, сезон, год. На лагунных берегах Сахалина подобного рода исследования ведутся с 1973 г (рис. 3).



Морфология и динамика отдельных форм рельефа могут иметь общие или локальные различия. Морфосистема лагунного берега Сахалина включает в себя ряд элементов, отражающих морфологию и генезис рельефа, характер берегоформирующих процессов. Наиболее ярко это проявляется на северо-востоке острова. На побережье выделяются: аккумулятивный подводный береговой склон, бары и пересыпи, аккумулятивные равнины дна лагун, лагунно-морские террасы, лагунные проливы и абразионные уступы между лагунами.

Аккумулятивный подводный береговой склон представляет собой слабоволнистую наклонную равнину, на поверхности которой встречаются затопленные береговые песчано-гравийно-галечные бары. В верхней части склона установлена серия подводных валов, динамика которых определяется совместным действием волнения, приливных и волновых вдольбереговых течений. По данным повторных промеров валы имеют тенденцию к смещению в сторону берега. Вдоль береговой линии узкой полосой залегают гравийно-галечные отложения. Крупно- и среднезернистые пески располагаются на склонах и гребнях подводных валов [9].

Бары и пересыпи отделяют лагуны от Охотского моря и представляют собой аккумулятивные формы разного морфологического облика и размеров. Поверхности баров – крупных образований протяженностью до 20–30 км и шириной до 6–8 км – осложнены многочисленными генерациями береговых валов, срезающих друг друга под разными углами. Как отмечал А.Т. Владимиров, такое расположение валов свидетельствует о неоднократных перестройках берега [11].

Лагуна Пильтун отделена от Охотского моря барьером сложного строения. В тело бара здесь «встроен» коренной останец, который в максимум развития голоценовой трансгрессии представлял собой остров, а затем был причленен аккумулятивными формами к суше.

Лагуны меньших размеров – Уркт, Эхаби, Кеуту и др. – отделены пересыпями с одним широким валом высотой до 3-х м. Наличие в разрезе горизонта лагунных илов, которые вскрываются также на подводном береговом склоне под маломощным слоем современных песчано-гравийно-галечных отложений, свидетельствует о смещении пересыпей в сторону суши и надвигании морских отложений на лагунные [3].

Аккумулятивные равнины дна лагун в рельефе представлены субгоризонтальными и слабонаклонными поверхностями трех уровней. Верхний из них занимает приливно-отливная полоса, прослеживаемая практически вдоль всего берега. До половины площади дна лагун занимают слабонаклонные аккумулятивные равнины среднего уровня. Центральные части лагун (нижний уровень) занимают субгоризонтальные аккумулятивные равнины на глубинах 2–4 м. Сложены мелкоалевритовыми и глинистыми илами. В формировании донных осадков велика роль аллювиального и эолового материала [2, 4].

Лагунно-морские террасы среднепозднеголоценового возраста широко распространены на побережье и окаймляют внутренние берега лагун. В устьях крупных рек – Паромай, Пильтун, Эвай и др. – развита терраса с плоской горизонтальной сильно заболоченной поверхностью, с мерзлотными торфяными буграми пучения. В условиях уже отчлененного водоема происходило формирование низкой (0.5–1.0 м) лагунной террасы шириной до 200–400 м. Она имеет почти горизонтальную поверхность с многочисленными озерами, болотами и протоками. Терраса периодически затапливается, особенно при совпадении по времени нагонов с высокими приливами. На большей части берега террасы подвержены размыву и лишь в отдельных случаях наблюдается постепенный переход их в пляж или песчано-илистую осушку [4].

2



Рис. 4. Смещение пролива Пильтун к югу, устанавливаемое по навигационным картам 1920 и 1972 гг. и КС 2006 г. (S – наибольшие глубины на фарватере)

Лагунные проливы являются наиболее динамичными формами и по времени существования делятся на два типа: постоянные и сезонные. К первому типу относятся проливы крупных лагун с большой площадью поперечного течения – Пильтун, Клейе, Анучина, Асланбекова. Их размеры и плановые очертания позволяют судить о преобладающем направлении перемещения наносов. Так, пролив Пильтун активно смещается к югу, а пролив Асланбекова – к северу (рис. 4).

Рассеивание приливного течения в лагунах после прохождения проливов приводит к накоплению обломочного материала и формированию приливных «дельт». Последние представляют собой марши, прорезанные эрозионными желобами – рукавами лагунного пролива. Слоистость ваттовых осадков, морфологический облик дельт, а также положение их между морскими и лагунными фациями позволяют довольно уверенно выделять их при палеогеографических реконструкциях [5].



Рис. 5. Пролив сезонного типа, замыаемый во время штормов

Сезонные проливы малых лагун имеют иное строение. Преобладающее направление вдольберегового перемещения наносов с мористой стороны устанавливается по морфологии аккумулятивных форм – кос, отклоняющих русло пролива в том или ином направлении. Особенность проливов – сезонность их существования, связанная с тем, что во время осенних штормов они полностью перерываются наносами. Восстанавливаются проливы весной, когда подъем уровня в лагунах за счет речных и талых вод приводит к прорыву перемычек (рис. 5)



Рис. 6. Активный абразионный уступ с широким проявлением обвальных, осыпных и оползневых процессов

Абразионные уступы расположены между лагунами и имеют протяженность 1–14 км. Клиф представляет собой абрадируемый уступ абразионно-аккумулятивной террасы высотой 12–22 м, основание которой сложено песчано-глинистыми отложениями нutowской свиты плиоцена (рис. 6). Многолетние наблюдения за динамикой клифа позволили установить сезонную ритмику в его развитии.

Зимой (ноябрь – апрель) береговой уступ и пляж «законсервированы» припаем с мощным снежным покровом. Снег не держится лишь на вертикальных стенках клифов, подверженных сильному ветровому воздействию. Весной образуются временные водные потоки, формирующие ложбины и овраги, которые являются транзитным путем выноса на пляж отложений рыхлого чехла террасы.

Летом (июль – август) на береговых уступах широко развиты обвальнo-осыпные процессы, формирующие шлейф рыхлых накоплений значительной протяженности. Активный период развития берега завершается осенью. Во время осенних штормов размывается, выносится на подводный склон и перераспределяется вдоль берега весь обломочный материал, накопленный в весенне-летнее время. Абразия проявляется лишь во второй половине осени с исчезновением толщи рыхлых отложений у подножия клифа.

2

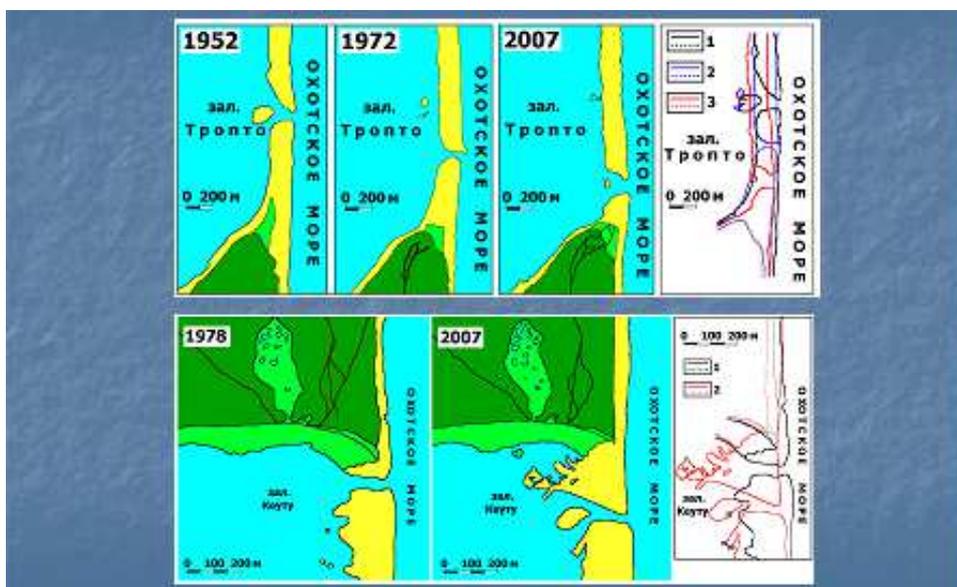


Рис. 7. Выявление динамики берега по АФС разных лет (Тропто, Кеуту)

Дешифрирование аэрофотоснимков позволяет устанавливать тенденции и скорости смещения в сторону суши всей абразионно-аккумулятивной системы (пересыпи лагун и абразионные участки) (рис. 7).

Постоянное слежение за новыми материалами дистанционных съемок привело к открытию на лагунном берегу Сахалина нового острова, образо-



ванного при штормовом прорыве вод через пересыпь лагуны Даги (рис. 8, 9) [7, 8; см. также статью В. Н. Храмушина в наст. номере, с. 15].



Рис. 8. Лагуна Даги и пролив, соединяющий ее с Охотским морем (КС, 2002)



Рис. 9. Лагуна Даги, два пролива и новый остров (КС, 2007)

Этот остров является объектом постоянного наблюдения по космическим снимкам и их полевому дешифрированию. Он включен в региональные программы мониторинга, выполняемые Береговым исследовательским центром ДВФУ, структурными подразделениями СахГУ и ИМГиГ ДВО РАН.

Техногенное воздействие на лагунные берега

Антропогенное влияние на лагунном побережье Сахалина сказывается в техногенном нарушении естественного рельефа и нарушении природного химического состава речных и лагунных вод, вызывающих в свою очередь негативные изменения в структуре высокопродуктивных биоценозов закрытых мелководных акваторий [1].

Техногенное воздействие связано прежде всего с разработкой песчаных карьеров для строительных нужд на пересыпях лагун и волноприбойной зоне. В последние годы на берегах Сахалина действует более 20 организованных и «стихийных карьеров», причем половина имеет лагунный «след» (рис. 10). В ряде случаев возникающий в береговой зоне дефицит наносов приводит к усилению абразии. При этом вопросы рекультивации часто даже не рассматриваются.



Рис. 10. Добыча песка на пересыпи лагуны Кеуту

Второй момент связан с созданием искусственных каналов (проранов) в пересыпях приустьевых лагун и в блокированных дельтах. Понимая важность подобных действий для решения срочных рыбохозяйственных задач, отметим, что часто процесс идет аврально, несогласованно, без учета предыдущего опыта. Возникающий при этом сброс воды из прибрежной лагуны, имеющей более высокую отметку уровня, вызывает интенсивный размыв и вынос обломочного материала за пределы волно-прибойной зоны.

Изменения в химическом составе вод, независимо от источника загрязнения, ведут к необратимым изменениям структуры донных биоценозов. Лагуны, между тем, обладая высокой биопродуктивностью, являются наиболее удобными акваториями для создания хозяйств марикультуры, по сравнению с проливами, открытыми заливами и бухтами.



Рис. 11. Граница (красная линия) предлагаемого национального парка «Тунайчинский» (квадраты желтого и белого цвета – памятники природы и привлекательные туристские объекты)



Лагуны как памятники природы могут входить в состав более крупных природоохранных структур, например национальных парков. Идея создания такого парка на юге острова высказывалась нами неоднократно [10] (рис. 11).

Заключение

Лагуны также используются для создания портов-убежищ, марин, организации добычи лечебных грязей. Обычно подобные действия локализованы на конкретном участке и не захватывают всю лагуну, однако в любом случае должен иметь место экологический и геоморфологический мониторинг.

Литература

1. Атлас береговой зоны Сахалина / Под ред. П. Ф. Бровко. – Владивосток: ДВГУ-ПГУАП, 2002. – 56 с.
2. Бобрин К. П., Бровко П. Ф. Речной сток и осадконакопление в лагунах Северного Сахалина // Мат-лы научной конф. по проблемам гидрологии рек зоны БАМ и Дальнего Востока. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 439–444.
3. Бровко П. Ф. О тенденциях развития малых лагун Северного Сахалина // Рельеф и рыхлые отложения Приморья и Приамурья. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 76–81.
4. Бровко П. Ф. Формирование лагунных берегов дальневосточных морей в условиях умеренного климата // Бентос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. – С. 4–19.
5. Бровко П. Ф. Эволюция лагунных берегов // Теоретические проблемы развития морских берегов. – М.: Наука, 1989. – С. 123–129.
6. Бровко П. Ф. Развитие прибрежных лагун. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. – 148 с.
7. Бровко П. Ф. Картографирование берегов дальневосточных морей // Записки ОИАК. Т. XXXIX. – Владивосток, 2009. – С. 133–136
8. Бровко П. Ф. Развитие лагунных берегов дальневосточных морей в условиях повышения уровня океана // Мат-лы XIV Совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 11–14.
9. Бровко П. Ф., Володарский А.Н., Микишин Ю.А. Динамика рельефа лагунного побережья Сахалина // Экзогенное рельефообразование на Дальнем Востоке. – Владивосток, 1985. – С. 102 – 111.
10. Бровко П. Ф., Горбунов А.О., Малюгин А.В., Фомина Н.И. О создании национального парка «Тунайчинский» на острове Сахалин // Территориальные исследования: цели, результаты, перспективы. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН. – С. 139–142.
11. Владимиров А. Т. Морфология и эволюция лагунного берега острова Сахалин // Тр. Ин-та океанологии АН СССР, т. 48. – С. 145 – 171.
12. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.