

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ПОБЕРЕЖЬЯ
КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ**

***Т.Ю. Репкина, А.Р. Аляутдинов, Н.Н. Луговой,
Ф.А. Романенко, А.Л. Энтин***

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: t-repkina@yandex.ru*

Рельеф дна заливов и проливов фиардово-шхерных побережий, в том числе Кандалакшского залива, представляет собой сочетание структурно-тектонических и ледниковых форм, частично преобразованных процессами подводного морфолитогеоза. В результате продолжающегося гляциоизостатического и тектонического поднятия побережья все новые участки морского дна появляются над уровнем моря, перестраиваясь в береговой зоне под действием волновых, приливно-отливных, ледовых и биогенных процессов. Возникают закономерные последовательности отчлененных морских акваторий, меромиктических водоемов, сохраняющих горизонты реликтовых морских вод, пресноводных озер, болот. В условиях денудационного рельефа побережья такие ванны, заполненные морскими и озерно-болотными отложениями – основной источник информации об истории развития береговой зоны и возрасте террас. Гидрологическим и биотическим изменениям, происходящим в меромиктических водоемах на разных стадиях изоляции, в последние годы посвящены масштабные исследования (Краснова и др., 2016). Геоморфологические условия образования таких водоемов пока не описаны.

Один из таких водоемов – озеро Кисло-Сладкое (урез 0.5 м) на южном берегу пролива Великая Салма в районе ББС МГУ. В 2015–16 гг. коллективом географического факультета МГУ проведены тахеометрическая съемка прибрежной суши в окрестностях озера, батиметрическая съемка акваторий озера и пролива Великая Салма, крупномасштабное геоморфологическое картографирование побережья и дна. В результате выявлена современная динамика рельефа зоны сопряжения дна и прибрежной суши, установлен комплекс определяющих ее факторов, определены геоморфологические условия и механизмы обособления озера от акватории пролива, продолжительность периода потери его связи с морем.

В качестве основы геоморфологического картографирования составлена единая цифровая модель рельефа побережья и дна пролива Великая Салма в районе оз. Кисло-Сладкого (система координат СК-42, высоты в Балтийской системе нормальных высот), объединившая разнородные топографические и батиметрические данные (Репкина и др., 2016а). Создание единой цифровой модели позволило выполнить совместный анализ рельефа дна пролива, береговой зоны и низких террас побережья.

Геоморфологическая съемка включала профилирование прибрежной суши и дна, изучение гранулометрического состава донных осадков, наносов береговой зоны и отложений террас. Подробно фиксировались морфологические и биоиндикационные признаки динамики берегов, воздействия на берег волнения и приливов.

Сочетание структурно-тектонических и ледниковых форм донного рельефа определяют конфигурацию поднимающихся из-под воды берегов. Северную часть пролива Великая Салма занимают экзарационно-тектонические желоба глубиной до 22 м с крутыми, относительно прямолинейными склонами. Строение донного рельефа не благоприятствует формированию отчлененных водоемов. На южном макросклоне пролива глубины уменьшаются до 7–15 м, структурный облик рельефа дна осложнен моренными холмами и грядами высотой 2–6 м. С юго-запада пролив отделен от губы Ругозерская Еремеевскими островами с относительно крутыми (5–15°) подводными склонами, а с юга – неровным подводным склоном п-ова Киндо (преобладающие уклоны 5–8°), осложненным ступенями, холмами и западинами. В результате эрозии приливных течений чехол современных морских осадков фрагментарен, часты каменные отмостки – продукт селективного размыва морены. Донные осадки, представленные отложениями течений (крупно-среднезернистые пески с галькой и гравием), удалось отобрать лишь в единичной точке.

Нижняя граница современной береговой зоны, в зависимости от конфигурации берега, контролирующей угол подхода и интенсивность волнения, изменяется от –1.5 до –5 м. При средних высотах волн 0.2 м и максимальных до 1 м (Климат..., 2016) регулярное волновое воздействие испытывает лишь верхняя часть подводного берегового склона с глубинами до 2–3 м. Берег в районе оз. Кисло-Сладкого открыт ветрам от северных до восточных румбов, повторяемость которых в безледный период достаточно высока – 17–55% (Климат., 2016). Однако, судя по относительно тонкому (тонко-мелкозернистые пески) составу наносов, отобранных с глубины 2.5 м, интенсивность волнения не велика. Подводный береговой склон имеет сложную конфигурацию, неровный, крутизной 2–7°, сохраняет останцы форм, реликтовых для зоны волновой переработки. К северо-востоку оз. Кисло-Сладкого на глубинах 3.5–1.5 м обнаружен вытянутый вдоль берега холм относительной высотой 1.5–2 м, отделяющий от открытой акватории небольшую западину. Формы ледникового рельефа эродированы течениями и, в меньшей степени, волнением, частично закрыты отмостками.

Заметно более интенсивная перестройка рельефа – в основном размыв морены и морских голоценовых глин, сортировка и транзит наносов, происходит в верхней части береговой зоны под действием волнения, припая, приливных течений (Романенко и др., 2012, Репкина и др., 2016б). На обстановки размыва указывает резкое выполаживание поверхности приливной осушки (0.5–2°), малая (до 0.2–0.5 м) мощность наносов. Аккумулятивные формы – корга (относительная высота до 1 м), сложенная гравийно-галечно-валунными отложениями, и примыкающее к ней со стороны берега песчано-галечно-гравийное томболо, обязаны своим происхождением разгрузке наносов волно-приливного поля и ледового разноса перед препятствиями – мысами, скоплениями валунов и глыб перемытой морены, структурными уступами. С волновой аккумуляцией связано накопление маломощных преимущественно мелкозернистых песков в нижней части осушки, бережнее валунного пояса (отливной пляж), и хорошо отмытых грубо- и среднезернистых песков на уровне среднеквадратурного прилива (приливной пляж). Законо-

мерное изменение размеров и крупности отложений приливного пляжа фиксирует направление локальных потоков наносов от северо-восточного выступа береговой линии, образованного палеокоргой с высотами 2–3 м, к западу и югу. В безымянном заливе восточнее оз. Кисло-Сладкого, куда волнение практически не проникает, приливная осушка представляет собой валунный бенч; на уровне прилива формируется марш.

Волновая аккумуляция на фоне поднятия берега со скоростью 2–3 мм/год (Романенко, Шилова, 2012) привела к образованию современной «луговой» террасы (высота 0.8–2 м), постепенно нараставшей с востока на запад, и замыканию северного палеопротола оз. Кисло-Сладкого. Восточный пролив, развивающийся в условиях волновой тени и отчленяющийся от моря только за счет поднятия, пока еще затопливается в сизигийные приливы.

Таким образом, один из механизмов образования меромиктических водоемов представляется следующим. В ходе поднятия берега в зону волнового воздействия попадают эродированные течениями и перекрытые каменными отмостками останцы форм ледникового рельефа, образующие сочетания холмов, гряд и западин. Устойчивые к размыву положительные формы образуют в береговой зоне мысы и препятствия, которые становятся ядрами комплексной аккумуляции наносов, формируют локальные ячейки потоков наносов, способствующих отчленению западин и котловин от моря. При существующих темпах поднятия, амплитудах приливов и волновом режиме, среднее время «прохождения» через береговую зону можно оценить в 2–3 тыс. лет, период интенсивной перестройки рельефа под комплексным воздействием волнения, приливов и припая – 1–2 тыс. лет, постепенной потери заливами связи с морем, при отсутствии экстремальных штормов и нагонов, – 150–250 лет. Экстремальные (повторяемость 1/50–1/100 лет) штормы могут увеличить этот период в несколько раз.

Работы выполнены на БС МГУ по темам ГЗ АААА-А16-116032810089-5 и АААА-А16-116032810094-9. Авторы признательны коллективу БС МГУ, а также студентам географического факультета МГУ, участвовавшим в полевых работах и первичной обработке данных.

Список литературы

Краснова Е.Д., Воронов Д. А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Л. 2016. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. // Комплексные исследования Бабьего моря, полу-изолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов. Труды Беломорской биостанции МГУ. Т. 12. – М.: 211–241.

Репкина Т.Ю., Аляутдинов А.Р., Ильясов А.К., Луговой Н.Н., Мишурицкий Д.В., Романенко Ф.А., Тарнопольский Д.А., Энтин А.Л. 2016а. Тенденции развития рельефа фиардово-шхерных побережий по данным крупномасштабного геоморфологического картографирования берегов и дна пролива Великая Салма (Кандалакшский залив Белого моря). // Труды V международной научно-практической конференции «MARESEDU-2016». – М.: 286–290.

Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Константинова Н.Г., Косевич Н.И., Шиловцева О.А., Шевченко Н.В. 2016б. Стационарные наблюдения за процессами морфо- и литогенеза береговой зоны Кандалакшского залива Белого моря (2009–15 гг.). // Теория и методы современной геоморфологии. Материалы XXXV Пленум Геоморфологической комиссии РАН. – Симферополь, Т. 2. 291–299.

Романенко Ф.А., Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Булочникова А.С. 2012. Динамика ледового покрова и особенности ледового переноса осадочного материала на приливных осушках Кандалакшского залива Белого моря. // Океанология, Том 52. № 5: 1–12.

Романенко Ф.А., Шилова О.С. 2012. Последлениковое поднятие Карельского берега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озерно-болотных отложений п-ова Киндо. // ДАН. Т. 442. № 4: 544–548.

Интернет-источники

Климат морей России и ключевых районов Мирового океана. Белое море. Электронный атлас. ЕСИМО (<http://www.esimo.ru/atlas/Beloe>).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
Зоологический институт РАН
Московский государственный университет
Санкт-Петербургский государственный университет
Гидробиологическое общество при РАН
Паразитологическое общество при РАН

МАТЕРИАЛЫ
XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**ИЗУЧЕНИЕ, РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛОГО МОРЯ**

приурочено к 60-летию Беломорской биостанции
Зоологического института РАН
МЫС КАРТЕШ

Санкт-Петербург, 17–20 октября 2017 г.



СПб 2017