

THE MORPHOSTRUCTURE OF THE ADJACENT AREAS OF THE EAST-EUROPEAN AND WEST-ARCTIC PLATFORMS AS A MARKER OF THE HORIZONTAL MOVEMENTS OF THE EARTH'S CRUST

D.S. ZYKOV

Summary

The problem of the neotectonic movements' horizontal component detecting is investigated. Morphostructure of the region is compared with the structural pattern of the fracture of separation. The large neotectonic Pribelomorian depression is situated here. The morphostructures of the surrounding uplifts correlate with the shape of depression. It means that origin of the depression is related to the activation of the whole margin of the East European platform. The shape of the depression and the geomorphologic features of surrounding areas are similar to the pattern of large fracture of estrangement, produced by horizontal motions of borders.

УДК 551.435.36 (571.53)

© 2014 г. Е.А. КОЗЫРЕВА*, В.А. ПЕЛЛИНЕН*, О.А. МАЗАЕВА*, А.Ш. ХАБИДОВ**

ТИПЫ БЕРЕГОВ ОСТРОВА ОЛЬХОН НА ОЗЕРЕ БАЙКАЛ

* *Ин-т земной коры СО РАН, Иркутск; kozireva@crust.irk.ru*

** *Ин-т водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул; iwep@iwep.ru*

Введение

Побережье озера Байкал и о-ва Ольхон – красивые и уникальные творения природы, ставшие визитной карточкой Байкальского региона. Многие туристические маршруты ориентированы на посещение памятников природы байкальских берегов (рис. 1). Интенсивное освоение и чрезмерное антропогенное давление, зачастую приводит береговые геосистемы озера в неустойчивое состояние [1].

Значительный вклад в создание разнообразия берегов вносят экзогенные процессы. С одной стороны они участвуют в формировании самобытного байкальского рельефа с сохранившимися реликтовыми формами, ставшими геологическими памятниками. С другой стороны – под воздействием антропогенной нагрузки зачастую усиливается активность и интенсивность унаследованных экзогенных процессов в береговой зоне, что нередко приводит к возникновению явлений, опасных для жизни людей, и повышает риск деформаций объектов народного хозяйства при освоении территории, вплоть до возникновения чрезвычайных ситуаций и экологических катастроф [2, 3].

То обстоятельство, что при формировании берегов активизируются экзогенные процессы, обуславливает необходимость их зонирования, анализа особенностей формирования отдельных участков берега. Именно экзогенные процессы изменяют морфометрические характеристики надводных и подводных склонов берега и являются одним из основных поставщиков твердого вещества в водоем [4–6]. Установлено, что наряду со структурно-тектоническими и ветро-волновыми условиями, современную морфологию береговых уступов определяют такие процессы, как оползни, обвалы, осыпи, ветровой перенос песков и др. [1, 7, 8].

При планировании и создании туристическо-рекреационных зон требуется геоэкологическое обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и объектов капитального строительства в береговой зоне. Для организации массового отдыха туристов на побережье необходимо оценить состояние отдельных участков берега, степень опасности и угрозу образования или активизации развивающихся здесь экзогенных

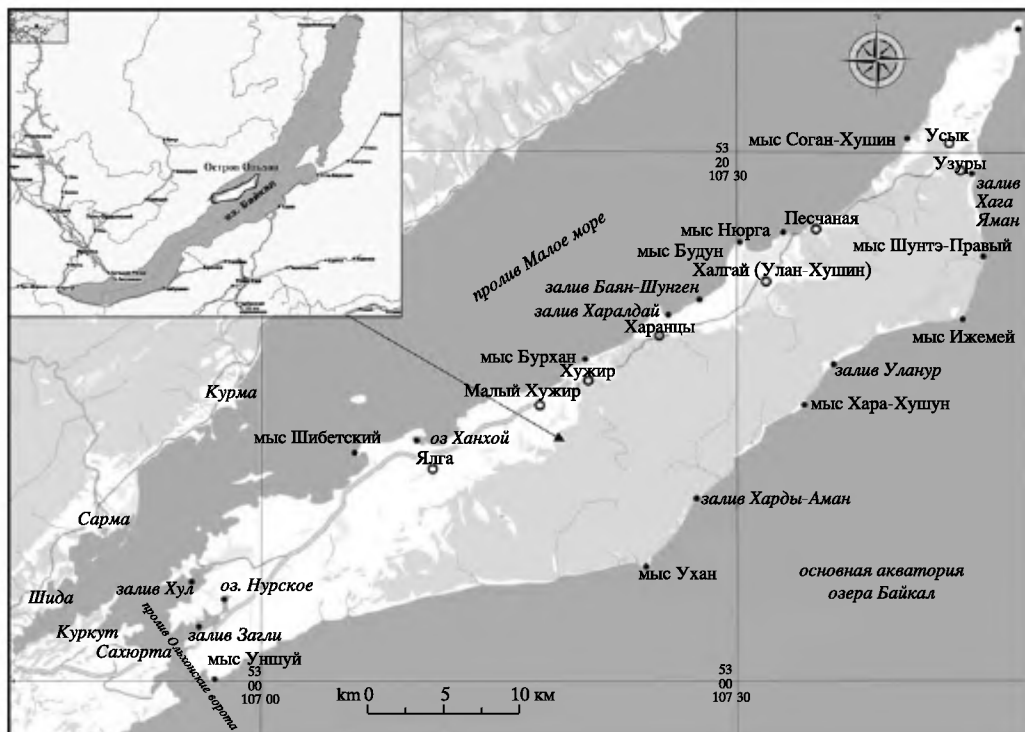


Рис. 1. Обзорная схема о-ва Ольхон

процессов. Выявление особенностей их проявления в береговой зоне, выделение генетических типов и подтипов берегов о-ва Ольхон, их зонирование для оптимального и безопасного освоения побережья острова – основная цель данной работы.

Проблема и объект исследования

Сочетание различных природных условий и факторов в береговой зоне крупных водоемов обуславливает большое морфологическое разнообразие берегов. Проблема генетической типизации берегов имеет как теоретическое, так и прикладное значение. Для каждого генетического типа необходима соответствующая модель защиты и план территориального использования побережья [9, 10].

Экзогенные процессы с высокой степенью активности и интенсивности проявления значительно осложняют использование берегов. При организации туристическо-рекреационной зоны на о-ве Ольхон важно установить распространение групп процессов по участкам берега, выявить особенности в развитии берегового откоса на современном этапе при сложившихся техногенных нагрузках, определить динамику трансформации береговой линии в предыдущие периоды и виды природной опасности, присущие для определенного типа и подтипа берега.

Классификация и картографирование берегов Байкала предпринимались ранее при составлении карт “Геоморфология и динамика берегов” для Атласа Иркутской области и карты “Морфология и динамика берегов Байкала” и других детальных специализированных карт [11–13]. В основу выделения типов берегов на этих картах была положена классическая динамическая классификация В.П. Зенковича [14]. Были выделены основные типы берегов: абразионные и аккумулятивные. В дальнейшем по классификации Б.Ф. Лута, берега западного побережья о-ва Ольхон были более под-

робно разделены в зависимости от высоты берегового клифа. Выделялись три типа берегов: высокие абразионно-тектонические и абразионные со слабым развитием бухт; низкие абразионные в аллювиально-пролювиальных отложениях; низкие абразионно-аккумулятивные с эоловой обработкой [12]. В 1975 г., взяв за основу генетическую классификацию морских берегов О.К. Леонтьева [15], А.В. Пинегин предложил, с учетом сейсмо-тектонических особенностей формирования Байкальской рифтовой впадины, дополнительно выделять структурно-абразионный тип берегов. Им отмечено, что контур береговой линии на о-ве Ольхон предопределен разрывными и складчатыми структурами. Тектонические структуры определяют морфологический облик и характер разрушения клифа [13].

Для понимания общей направленности формирования берега необходимы данные о геологической истории развития склонов. При выделении типов берегов учитывалась совокупность признаков: история тектонического развития, литологические особенности горных пород, слагающих берег, а также характер и интенсивность современных экзогенных процессов. Изучение и сравнительный анализ локальных участков береговой зоны о-ва Ольхон позволили выделить более или менее однородные территориальные единицы по всему периметру береговой линии. За основу типологического зонирования приняты ранее разработанные классификации берегов озера Байкал и классификации берегов других крупных сибирских водоемов [16–18]. Вслед за предшественниками, исходя из закономерностей изменения характера береговых процессов и морфодинамических характеристик, нами выделены группы абразионных и аккумулятивных берегов, а также специфическая группа структурно-абразионных берегов, отражающих особенности формирования котловин озера Байкал в результате сейсмо-тектонических движений блоков рифтовой системы.

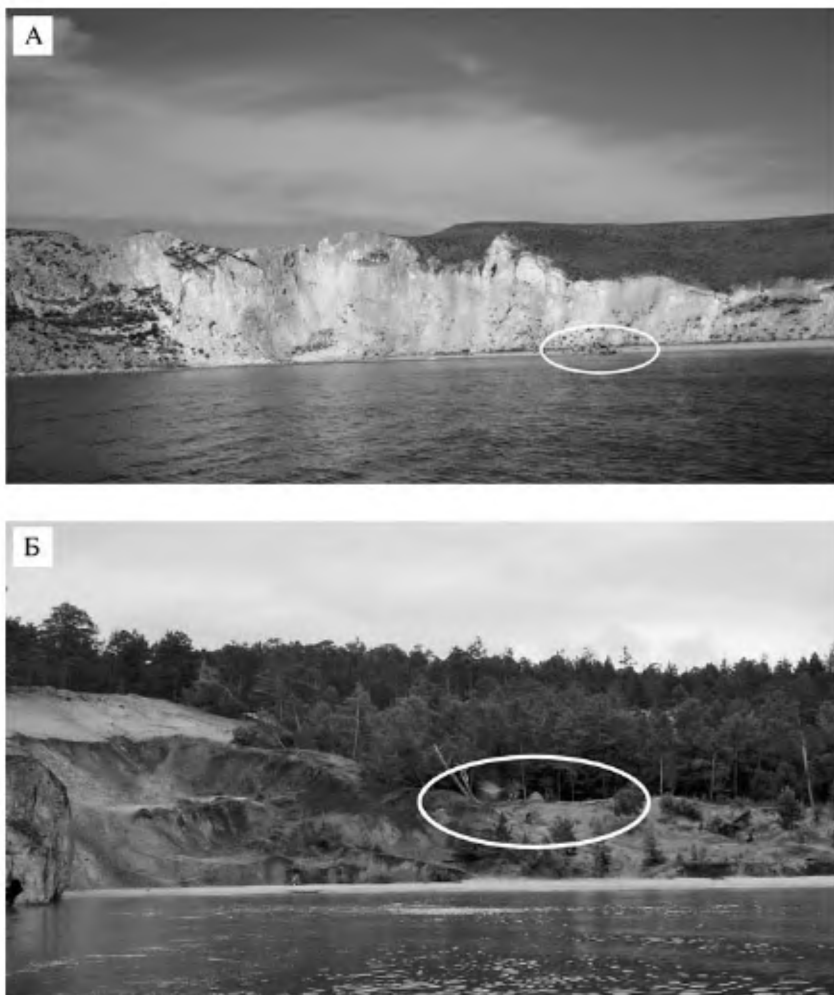
Необходимость деления основных генетических типов берега на подтипы в зависимости от геологических процессов, развивающихся в береговой зоне, вызвана характером и динамикой экзогенных процессов и величиной трансформации береговой линии. Методика выделения генетических групп, типов и подтипов берегов применяется при классификации берегов морей, озер и водохранилищ [19–21]. В зависимости от преобладающего экзогенного процесса в пределах существующих генетических типов берега выделялись генетические подтипы: абразионно-обвальные, абразионно-отсыпные и др. Измерениями по картам определена современная протяженность береговой линии о-ва Ольхон, которая с учетом береговых озер составила 225 км.

Типологическое деление берегов о-ва Ольхон на генетической основе позволяет объяснить механизмы их формирования, пространственно-временную динамику и дать прогноз их развития. Введение категории подтипов берегов предоставляет возможность выявить потенциальную природную опасность при дальнейшем освоении территории.

Одним из главных факторов, влияющих на формирование современного облика берегов острова, является уровенный режим озера Байкал. С августа 1959 г. наполнение Иркутского водохранилища привело к повышению уровня воды в озере на 1.2 м. В естественных условиях за период инструментальных наблюдений с 1900 по 1958 гг. максимальная разность среднегодовых уровней Байкала не превышала 0.8 см. В период с 1959 по 1997 гг. после сооружения Иркутского водохранилища уровень варьировал в пределах 2.1 м – от 456.2 м (октябрь 1962 г.) до 454.2 м (май 1982 г.).

С 2001 г., в связи с Постановлением Правительства РФ от 26.03.2001 № 234, определены предельные значения положения уровня воды в оз. Байкал (минимальный 456 м и максимальный – 457 м в Тихоокеанской системе координат) [22]. Мониторинг побережья, выполняемый в последние годы, выявил, что установленные ограничения по амплитуде колебаний уровня воды привели к определенной стабилизации абразионного процесса и более плавной перестройке профиля склона.

Дополнительным фактором техногенного воздействия на геологическую среду стала прокладка инженерных коммуникаций в связи с электрификацией острова.



*Рис. 2. Размещение палаток в местах проявления опасных процессов
Тип берега: А – абразионно-осыпной, Б – абразионно-оползневой*

Вместе с благами цивилизации, пришедшими в 2005 г. на остров, усилился и поток туристов; происходит массовое освоение берегового пространства: создание туристических центров, баз отдыха, спортивных лагерей, увеличение стихийных стоянок; возрастает хаотичность транспортных маршрутов и пешеходных троп.

К 2010 г. сеть грунтовых автодорог значительно возросла. Нами было подсчитано, что протяженность системы дорог, тяготеющих преимущественно к северо-западному побережью острова, составляет 1311 км по сравнению с 1980 г., когда на острове была только одна центральная автодорога.

По данным автомобильного поста на паромной переправе Ольхонские ворота, в последние годы за период с 10 июля по 10 августа на остров въезжают 80–90 машин в сутки, помимо маршрутных автобусов. Отдыхающие заезжают на турбазы или отдыхают самостоятельно. Несанкционированные стоянки туристов организуются зачастую стихийно и устанавливаются на оползневых склонах или в бухтах под обрывистыми, обвально-осыпными уступами (рис. 2).

Методы исследования

Для отдельных участков побережья о-ва Ольхон выполнялось дешифрирование и сравнительный анализ аэрофотоснимков 1945, 1958, 1962, 1970-х и 1980-х гг. Использование этих материалов позволило определить положение современной береговой линии, проследить динамику изменений положения береговой линии и отдельных форм рельефа (оползневые цирки, очаги эоловых скоплений песка, эрозионные формы и др.) и произвести их количественный анализ.

В результате сбора и обобщения архивных, фондовых и опубликованных материалов определены участки распространения унаследованных экзогенных процессов. Подобрана и проанализирована информация об их состоянии и параметрах активизации процесса в разные временные периоды. Выявлены техногенные факторы, влияющие на изменение динамики процессов. Для оценки современной скорости развития процессов с 2002 г. проводится мониторинг абразионных берегов на нескольких ключевых участках.

В пределах стационарных участков ведутся ежегодные наблюдения; выполняются морфометрические измерения, теодолитная и GPS съемки. Построены профили для надводной (нивелирование и съемка высокоточным GPS приемником) и подводной (эхолотирование) частей берегового склона; изучается динамика аккумулятивных форм или абразии подводной террасы. Результаты натурных наблюдений могут быть экстраполированы на сходные по геолого-геоморфологическим условиям участки и служить для верификации математических моделей, прогнозных расчетов состояния береговых склонов.

В целях изучения геологического разреза и литологических особенностей горных пород, слагающих берег, произведен отбор проб грунтов для лабораторных испытаний. Исследования гранулометрического состава, физико-механических свойств этих образцов, определение особенностей химического состава отложений выполнялись в ИЗК СО РАН.

Для обобщения данных и анализа геоэкологической ситуации на территории о-ва Ольхон использовались геоинформационные системы [24]. Сформирована база данных, созданы отдельные слои синтетической инженерно-геологической карты острова, отражающие геологические условия развития процессов, сформировавшиеся техногенные нагрузки на береговой склон и масштабы проявления экзогенных процессов в береговой зоне.

Типы берегов

Формирование профиля берега происходит непрерывно на протяжении нескольких миллионов лет. В результате тектонических движений восточная часть острова была поднята, а западная опущена, вследствие чего образовались два, отличных друг от друга, морфологических типа берега [24].

С северо-запада пологие берега о-ва Ольхон омываются водами пролива Малое Море, где размываются элювиально-делювиальные отложения коренных пород и перерабатываются неоген-четвертичные озёрно-болотные отложения бухт и заливов. С юго-востока крутые, зачастую отвесные берега, обрываются в основную акваторию озера. Они сложены преимущественно прочными нижнепалеозойскими породами и перекрыты маломощным слоем делювиально-пролювиальных отложений, мощность которых увеличивается к уступу. Берега подвержены воздействию волн, возникающих от региональных ветров северных и северо-западных румбов. Длительный срок и механизм формирования ольхонских клифов более соответствует морским и океаническим типам берегов, чем озерным [25].

Структурно-абразионный тип берега характерен для побережья острова, где выражены геоструктурные элементы: зоны разломов, синклинали и антиклинальные складки. Берега представляют собой очень крутые, вертикальные клифы, достигаю-

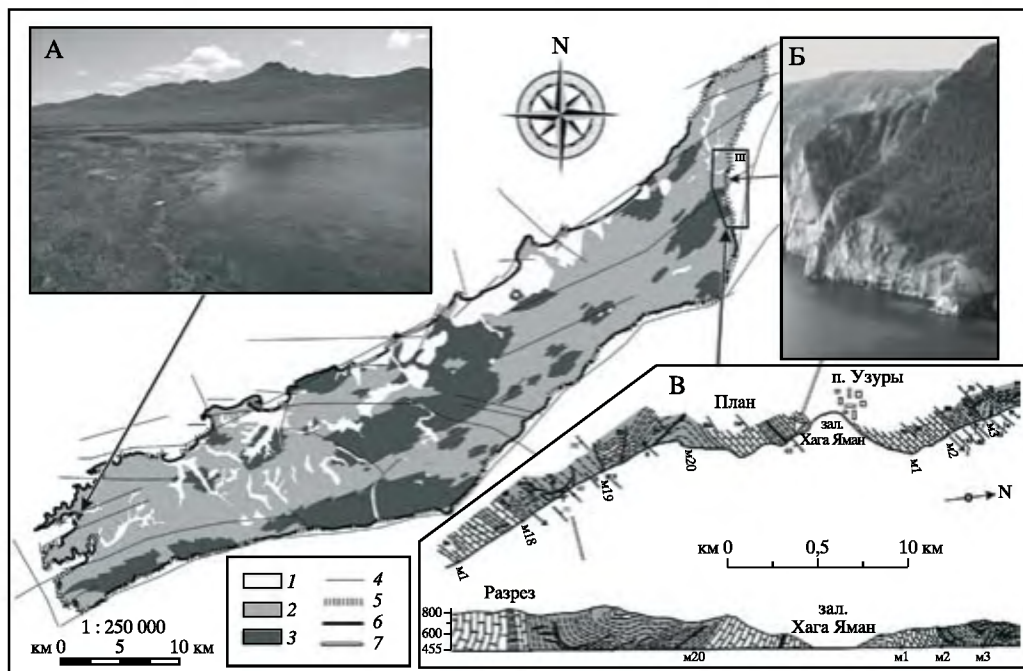


Рис. 3. Типы берегов о-ва Ольхон

А – биогенный подтип берега в зал. Хул; Б – структурно-абразионный типа берега в зал. Уланур (фото из Государственного доклада “О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2008 году”); В – план и разрез интервала Хобой-Узур на о-ве Ольхон (сост. А.Б. Котов, А.В. Лавренчук, А.М. Мазукабзов, Е.В. Скляров и В.С. Федоровский [25]).

1 – неоген-четвертичные (N_1-Q) отложения разного генезиса (глины, суглинки, пески, щебнистый, валунно-галечный материал и т. п.); 2 – метаморфические породы раннепалеозойского возраста (PZ_3) (кристаллические известняки, гнейсы, кварциты, амфиболиты); 3 – магматические породы раннепалеозойского возраста (PZ_3) (амфиболитизированные габбро, граниты, сиениты, пегматиты); 4 – разломы; тип берега: 5 – структурно-абразионный, 6 – абразионный, 7 – аккумулятивный

щие высоты 190 м. История формирования этого типа берега весьма сложная. Горные породы, слагающие склон, претерпели значительные преобразования в земной коре под воздействием давления, температуры, пликативной и дизъюнктивной тектоники. Структурно-абразионный берег сложен практически не размываемыми изверженными и метаморфическими горными породами раннепалеозойского возраста (рис. 3). Как правило, профиль берега имеет вертикальный клиф, узкий пляж и отвесный подводный склон (рис. 3Б).

Наиболее ярким примером структурно-абразионного типа служит Ангинское обнажение – отрезок берега протяженностью 25 км от м. Хобой до м. Ижимей. Здесь обнажается комплекс субвертикальных складок (рис. 3В). Присутствует большое число комбинированных даек. Метаморфическая толща представлена сложным переслаиванием кристаллических сланцев и мраморов [25]. Наличие в разрезе берегового клифа синклинали складки и ее селективной денудации предопределило форму зал. Хага Яман на восточном побережье острова, ограниченного с двух сторон более прочными горными породами (рис. 3В).

Многие уникальные формы байкальских берегов связаны с геолого-тектоническими структурами. Структурно-абразионный тип берега распространен в северной части острова от м. Шунтэ-Правый до Соган-Хушин, на мысах Ижемей, Будун, Ньюрга, Скала Шаманка, Шибетском, а также прерывисто по узким, выступающим в акваторию озера частям южной оконечности Ольхона. Все эти участки побережья пространствен-

но совпадают с зонами дробления и активных разломов юга Восточной Сибири [26]. Общая протяженность структурно-абразионного типа берега на Ольхоне 57 км.

В пределах данного типа абразионное обрушение пород происходит довольно редко, по плоскостям напластованиям пород и тектоническим трещинам. Роль волнения вдоль береговой линии сводится к выносу из волноприбойной зоны продуктов выветривания горных пород. Береговая линия за анализируемый период не изменилась.

Ярким примером такого типа берега структурно-тектонического происхождения, незначительно преобразованного водами Байкала, является северный м. Хобой – красивое и необычное место, включенное в список обязательных для посещения мест острова. Мыс не безопасен для неорганизованного туризма – обрушение и обвалы горной породы по вертикальным трещинам могут произойти катастрофически быстро и быть угрозой для жизни людей. Учитывая возможность возникновения катастрофических ситуаций при посещении отвесных берегов м. Хобой, администрация Ольхонского р-на выставила ограждения и установила информационные стенды с правилами поведения в пределах памятника природы.

Абразионный тип берега имеет протяженность в 153 км, что составляет 68% от общей длины берегов о-ва Ольхон. Склоны сложены магматическими и метаморфическими нижнепалеозойскими породами (граниты, пегматиты и амфиболиты, известняки) и рыхлыми отложениями неоген-четвертичного возраста (глины, супеси, суглинки, пески). Береговой уступ осложняют мелкие оползни, крип, солифлюкционные деформации, осыпи и обвалы. Крутизна берегов данного типа от 8 до 70°. Ширина пляжа зависит от литологических и структурно-тектонических условий побережья (рис. 4).

В пределах абразионного типа берега выделяются, в зависимости от механизма деформаций и проявления экзогенных процессов, несколько подтипов: а) абразионно-оползневой; б) абразионно-обвальный; в) абразионно-осыпной; г) абразионно-эоловый. В зависимости от доминирующего вклада фактора или экзогенного процесса наблюдаются их переходные разновидности.

Абразионно-оползневой берег распространен, в основном, в северо-западной части острова. Береговые склоны осложнены оползнями пластического типа, смещение которых происходит по круглоцилиндрической или наклонной поверхностям скольжения (рис. 4В) в рыхлых отложениях, представленных глинами, песками, суглинками различного генезиса. Мощности оползневых масс различны, отдельные достигают 50–70 м. Протяженность абразионно-оползневых склонов о-ва Ольхон около 7 км. Оползни, деформируя берега, образуют специфические формы: цирки, потоки, гряды, террасы (рис. 4Г).

В заливах Харалдай и Баян-Шунген протяженные участки берега поражены солифлюкционными оползнями. Оползни медленного пластического течения распространены на склонах, сложенных толщей неогеновых озерно-аллювиальных отложений, залегающих на кристаллическом фундаменте. Неогеновые отложения представлены переслаивающимися глинами, суглинками, супесями и песком. Инженерно-геологические исследования и мониторинг солифлюкционных оползней на участке Харалдай показали, что в современных условиях склон находится в активной стадии развития [8].

Установлено, что оползневые деформации на участке Харалдай происходят постоянно и ежегодные смещения достигают порядка 4 см верхнего грунтового массива мощностью до 2.4 м (зона сезонного промерзания и протаивания). Уклон оползневого берега от 6 до 12°. За анализируемый период (с 1956 г.) на абразионно-оползневом склоне бровка берега отступила на 10 м.

Лабораторные испытания горных пород, слагающих склон, выявили особенности их состава и структуры и показали их слабую устойчивость к внешним нагрузкам при увлажнении. Определена значительная агрегированность субстрата (до 30%) и высокая степень карбонатизации глинистых частиц. Супеси обладают повышенной пластичностью, отсутствует набухаемость, но проявляется объемная усадка (до 21%).

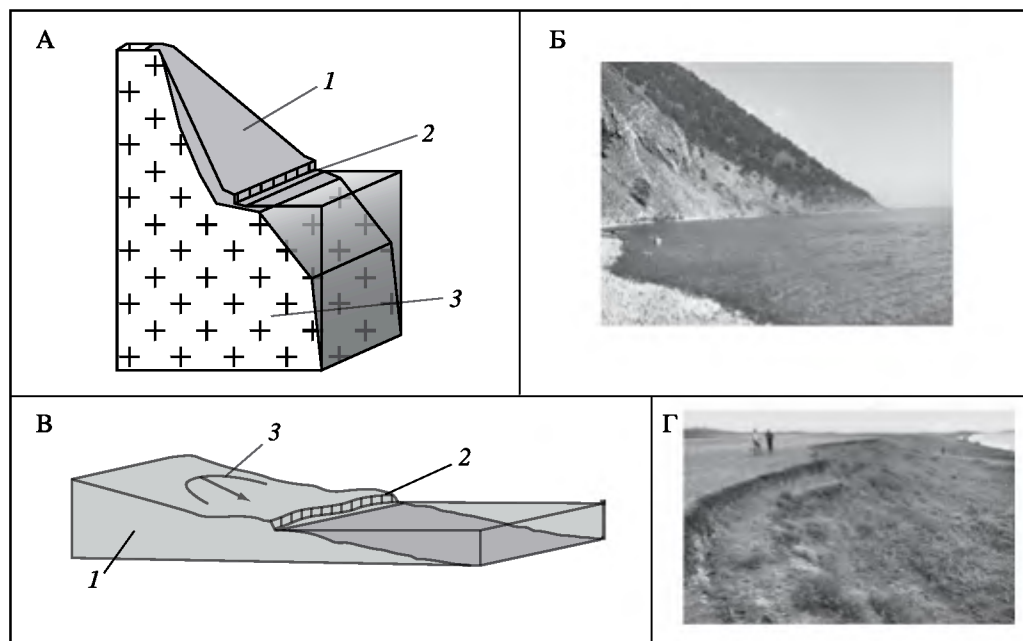


Рис. 4. Принципиальная модель абразионного берега

А – абразионный тип: 1 – делювиально-пролювиальные отложения (супеси, щебнистый и дресвяный грунт), 2 – абразионный уступ, 3 – коренные породы (граниты); Б – абразионный берег в районе пади Ташкиней; В – абразионно-оползневой подтип: 1 – аллювиально-делювиальные и озерно-аллювиальные отложения (супеси, суглинки, глины), 2 – абразионный уступ, 3 – оползневые формы; Г – абразионно-оползневой берег в зал. Харалдай

Экспериментальное моделирование грунтов при заданных параметрах вибрационных нагрузок показало, что они обладают тиксотропными свойствами. При увеличении их влажности (инфильтрация атмосферных осадков и вод Байкала) и динамических нагрузок происходит снижение показателя удельного сцепления, каскадная потеря прочности и разжижение грунтов. Эти свойства и определяют основные механизмы формирования оползневых деформаций в пределах абразионно-оползневых склонов. Оползни способствуют поступлению на пляж внушительного объема рыхлых масс, которые перерабатываются водами озера и переотлагаются на подводном береговом склоне.

Абразионно-осыпной подтип берега формируется на склонах, сложенных разными по генезису рыхлыми отложениями. Размыту подвержены две группы грунтов, различающихся по генезису: 1 – аллювиально-озерные и делювиальные отложения, представленные глинами, суглинками, супесями, песками; 2 – склоновые четвертичные делювиальные отложения (дресва, щебень, супесь), мощность которых увеличивается к подножию склона. Уклоны склона колеблются от 8 до 45°, высота уступов не превышает 10 м на протяжении всей береговой линии острова. Однако механизм развития берега у обеих групп одинаковый – это осыпание уступов, происходящие почти одновременно с абразионным подмывом их основания. Такие берега встречаются в заливах северо-западного и юго-восточного побережья острова: бухты Харалдай и Уланур.

Абразионно-обвальный подтип приурочен к мысам Ухан и Хаара-Хушун, а также встречается в южной и северной частях острова. Уклоны склона от 40° и более, согласно плоскостям напластования горных пород, участвующих в геологическом строении ольхонского массива. Ведущая роль в подготовке процесса обрушения горной породы принадлежит морозному и температурному выветриванию. В местах выхода текто-

нически раздробленных массивов гранитов, кварцитов и кристаллических сланцев выветривание приводит к образованию крупных обломков, блоков и глыб. На известняках, мраморах и доломитах образуются щебнисто-глыбовые отложения. Обвальным материалом перерабатывается в валунно-глыбовые отложения с небольшим количеством гальки, слагает пляж и прибрежное мелководье до глубин 2–5 м [17].

Отмечаются переходные разности абразионно-обвального и абразионно-осыпного типов берега. При дополнительном внешнем воздействии или сейсмическом событии, смещение крупнораздробленного материала в виде вывалов, обрушений и осыпания щебнистого материала становится в пределах локальных исследуемых участков одним из видов природной опасности.

На *абразионно-эоловых берегах* ветер переносит песчаный материал с абразионного уступа в глубь суши и переотлагает его в виде эоловых скоплений песка: дюн, гряд, холмов. Такой тип берега развивается в неоген-четвертичных отложениях и локально распространен в центральной части западного побережья острова. В первый период поднятия уровня и эксплуатации водохранилища отмечался всплеск активизации эолового переноса. Скорость выдувания песка в 70-х гг. прошлого века достигала 8.8 см/год. В бухте Песчаная прекратил свое существование рыбацкий поселок из-за интенсивной дефляции и заноса песком зданий и хозяйственных построек [27]. Современная интенсивность эолового процесса на берегах острова зависит от гранулометрического состава песчаных отмелей в области питания. После 2001 г. отмечается затухание активности эолового переноса с пляжа на побережье, что связано со стабилизацией абразии и истощением песчаного субстрата в области осушки. Отдельные участки покрылись растительностью; преобладает слабое передвижение песчаных наносов. Ориентировка эоловых полей указывает, что при их формировании господствовали ветры северо-западного направления [28].

Аккумулятивный тип берега встречается довольно редко, в основном в заливах юго-западной части острова, он характеризуется наличием подводных песчаных валов, песчано-галечных кос и пересыпей. Общая протяженность составляет 15 км, что соответствует 6.7% от общей длины берегов о-ва Ольхон.

Данный тип берега наиболее популярен при выборе мест для туристических баз, стоянок и палаточных лагерей. Однако песчанно-галечные берега с неглубокими заливами в условиях значительной антропогенной нагрузки нуждаются в организации и соблюдении режима водоохраных зон. Пологие склоны, мелкие заливы с вдольбереговыми валами и косами затрудняют водообмен и способствуют накоплению загрязняющих веществ в литоральной зоне. По данным геохимических исследований, в бухтах Малого моря наблюдается привнос в воду озера посторонней микрофлоры, легко минерализуемого органического вещества – питательной среды для микроорганизмов. Не контролируемое поступление биологических загрязнений в озеро может в короткий срок нанести непоправимый ущерб экосистеме [29].

Биогенный подтип аккумулятивного берега встречается в южной части острова в вершинах заливов, глубина которых не превышает 3 м. Это непротяженные участки заливов Хул и Загли, защищенные горными массивами побережья от преобладающих северо-западных ветров. Протяженность биогенных берегов около 4 км.

Выводы

Протяженность берегов о-ва Ольхон с учетом прибрежных озер составляет 225 км. В пределах береговой зоны развиты три основных генетических типа берега: структурно-абразионный, абразионный и аккумулятивный. Протяженность структурно-абразионного берега 57 км, или 25.3% от общей протяженности берегов. На 153 км побережья острова преобладают процессы абразии, что составляет 68% от общей длины берега. Аккумулятивные берега формируются на ограниченных по протяженности участках, их общая длина 15 км (6.7%).

Особенности формирования генетических типов ольхонских берегов предопределены сейсмотектоническими, геологическими условиями региона и дифференцированными ветро-волновыми нагрузками. Основные типы берегов делятся на подтипы: абразионно-оползневой, абразионно-обвальный, абразионно-осыпной, абразионно-эоловый и биогенный.

Положение береговой линии острова за анализируемый период изменялось от стабильного, когда берега практически не размывались, до размыва склона с отступанием береговой бровки в десяток метров. Максимальные размывы отмечены на берегах абразионно-оползневого подтипа.

Абразионно-обвальный и абразионно-осыпной подтипы берега достаточно опасны при освоении береговой зоны. При планировании территории зон отдыха и организации смотровых площадок для туристов необходимо учитывать степень раздробленности, мощность зоны выветривания и активность процесса.

Аккумулятивный тип берега ограниченно распространен в пределах острова, но испытывает максимальные антропогенные нагрузки. Берега с эоловыми песчаными полями в последние годы интенсивно осваиваются. Памятники природы береговой зоны о-ва Ольхон являются неперенными объектами посещения экскурсантами. Данный тип берега нуждается в продуманных, научно-обоснованных методах сохранения и в разработке путей рационального использования.

Выделение генетических типов берегов и их подтипов с учетом особенностей проявления экзогенных процессов позволило выполнить зонирование побережья о-ва Ольхон и установить потенциальные разновидности природной опасности при организации туристическо-рекреационной деятельности. В современных условиях наиболее ярко проявлена оползневая и обвально-осыпная опасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тржцинский Ю.Б.* Техногенные изменения геологической среды (на примере Сибирского региона). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. 115 с.
2. *Уфимцев Г.Ф.* Байкал как часть мирового наследия // *Лазурь*. 2004. № 5. С. 4–8.
3. *Тржцинский Ю.Б., Козырева Е.А., Щипек Т., Вика С.* Техногенез и развитие берегов северного Байкала // *Геоэкология*. 2008. № 2. С. 158–167.
4. *Назаров Н.Н.* Экзогенные геологические процессы как источник формирования донных отложений Воткинского водохранилища // *Гидротехническое строительство*. 2002. № 10. С. 50–53.
5. *Овчинников Г.И., Карнаухова Г.А.* Прибрежные наносы и донные отложения Братского водохранилища. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 68 с.
6. *Хабидов А.Ш., Кусковский В.С., Жиндарев Л.А. и др.* Берега морей и внутренних водоемов: актуальные проблемы геологии, геоморфологии и динамики. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1999. 272 с.
7. *Агафонов Б.П., Акулов Н.И.* О природе песчаных потоков на Ольхоне // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2006. № 5. С. 101–108.
8. *Козырева Е.А., Рыбченко А.А., Щипек Т., Пеллинен В.А.* Солифлюкционные оползни побережья острова Ольхон // *Вестн. ИрГТУ*. 2011. № 4(51). С. 41–49.
9. *Тризно А.К., Хабидов А.Ш.* Защита берегов Новосибирского водохранилища // *Береговая зона морей, озер и водохранилищ*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2001. С. 201–217.
10. *Kozyreva E.A., Rybchenko A.A., Tarasova Yu.S. et al.* Transformation features of the shore areas in the context of antropogenesis (a case study in the Southern Priangaria and Upper Silesia region) // *Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ / Тр. 2-й междунар. конф. "Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водоемов"*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2011. С. 195–198.
11. *Гречищев Е.К., Ладохин Н.П., Леонтьев О.К., Мякокин В.С.* Карта "Геоморфология и динамика берегов" // *Атлас Иркутской области*. М.–Иркутск: ГУГиК, 1962. 182 с.

12. Лут Б.Ф. Геоморфология дна Байкала и его берегов. М.: Наука, 1964. С. 5–123.
13. Пинегин А.В. Основные закономерности формирования и динамика береговой зоны оз. Байкал: Автореф. дис. ... кан. геол.-мин. наук. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1975. 147 с.
14. Зенкович В.П. Динамическая классификация морских берегов // Тр. Ин-та океанологии. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 10. С. 112–134.
15. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1961. 418 с.
16. Пуляевский Г.М., Овчинников Г.И. Формирование берегов ангарских водохранилищ // Моделирование и прогнозирование геофизических процессов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. С. 39–46.
17. Rogozin A.A. Береговая зона Байкала и Хубсугула: Морфология, динамика и история развития. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. 168 с.
18. Гречищев Е.К. Метод расчета ширины зоны размыва берегов на примере Братского водохранилища. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1961. 96 с.
19. Финаров Д.П. Динамика берегов и котловин водохранилищ ГЭС СССР. Л.: Энергия, 1974. 244 с.
20. Жиндарев Л.А., Хабидов А.Ш., Тризно А.К. Динамика песчаных берегов морей и внутренних водоемов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1998. 270 с.
21. Овчинников Г.И. Динамика береговой зоны ангарских водохранилищ: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Иркутск: ИГ СО РАН, 2003. 50 с.
22. Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2010 году. М.: Мин. природных ресурсов и экологии РФ, 2012. Вып. 17. С. 11–15.
23. Козловский С.В. Теория и практика создания геoinформационной системы в инженерной геологии: Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: Ин-т геоэкологии РАН, 2011. 28 с.
24. Уфимцев Г.Ф., Сквотицина Т.М., Потемкина Т.Г. и др. Узоры Байкальских берегов // География и природные ресурсы. 2009. № 4. С. 12–19.
25. Fedorovsky V.S., Sklyarov E.V. The Olkhon geodynamic proving ground (lake Baikal): high resolution satellite data and geological maps of new generation // Geodynamics & Tectonophysics. 2010. V. 1. № 4. P. 331–418.
26. Лунина О.В., Гладков А.С., Шерстянkin П.П. Новая электронная карта активных разломов юга Восточной Сибири // ДАН. 2010. Т. 433, № 5. С. 662–667.
27. Динамика Байкальской впадины / Галазий Г.И., Пармузин Ю.П. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 286 с.
28. Szczypiek T., Wika S., Snytko W.A. et al. Obszary piaszczyste na Olchonie (Bajkał). Sosnowiec–Irkuck: WNoZ UŚ, IG SO RAN, ISZ SO RAN, 2012. 68 s.
29. Верховина Е.В., Верховина В.А. Поиск индикаторов антропогенного влияния на водные экосистемы на ранних стадиях (на примере оз. Байкал) // Экологический риск и экологическая безопасность / Мат-лы III Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Иркутск: ИГ СО РАН, 2012. Т. 2. С. 70–72.

Поступила в редакцию 10.05.2012

TYPES OF THE OLBKON ISLAND SHORES (THE BAIKAL LAKE)

E.A. KOZYREVA, V.A. PELLINEN, O.A. MAZAEVA, A.Sh. KHBIDOV

Summary

On the Olkhon Island we distinguished three genetic types of the shores: structural-abrasion, abrasion and accumulative ones. According to the dominating exogenous process these types were subdivided into abrasion-landslide, abrasion-fall; abrasion-aeolian and biogenic subtypes. Quantitative measurements of the shore length showed that the total shore length of the Olkhon Island including lake-like lagoons constitutes 225 km. Of the total length abrasion shores consist the 68% (153 km), structural-abrasion shores – 25.3% (57 km), and accumulative ones – 6.7% (15 km).