



УДК 911.52:504.064.36:574.4/.5(282.256.341)

Ландшафтный подход к организации экологического мониторинга заплесковой зоны в бухте Большие Коты на Байкале

М. В. Левашева¹, О. А. Тимошкин², Н. В. Вашукевич¹

¹Иркутский государственный университет, Иркутск

²Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

E-mail: lemawlad@mail.ru

Аннотация. Приведена характеристика пространственной организации модельной территории «Большие Коты», выявлен ряд природных особенностей, определяющих облик её современной ландшафтной структуры. С позиций репрезентативности экологических условий ключевого участка проанализировано природное окружение четырёх стандартных створов, на которых регулярно проводятся исследования заплесковой зоны.

Ключевые слова: территориально-смежные комплексы, модельная территория, зона заплеска, ландшафтная дифференциация.

Введение

Системное изучение наземно-аквальных территориально-смежных комплексов (ТСК), особенности структуры и характер функционирования которых в значительной степени определяются их совместным существованием, предполагает организацию междисциплинарных исследований.

Важным условием обмена вещества и энергии между ТСК выступает контрастность последних. Анализ процессов миграции вещества позволяет выделить некую «зону контакта», в которой отмечаются наибольшие градиенты модулей миграции [7; 15].

Одним из наиболее ярких примеров ТСК является прибрежная зона озёр, которая включает наземную и мелководную составляющие. В качестве «зоны контакта» в данном случае логично рассматривать так называемую зону заплеска. Как отмечалось ранее [3], заплесковая зона (как надводная часть прибрежной зоны) большинства озёр Евразии практически не исследована. Термин «заплесковая зона» широко используется в литературе по морскому зонированию побережья и обозначает часть литорали, подверженной влиянию брызг. Аналогичная зона с наиболее контрастными градиентами абиотических факторов постоянно существует и на Байкале, распространяясь от уреза воды до подножия берегового склона.

В 2009 г. были начаты междисциплинарные исследования заплесковой зоны Байкала с целью изучения естественного хода гидрохимических, гидрофизических, микробиологических, биогеохимических показателей. В ре-

зультате этих исследований получена первая междисциплинарная характеристика заплесковой зоны Байкала [3]; предложена классификация береговых скоплений детрита озера; получены первые сведения по микробиологическому, санитарно-бактериологическому, гидрохимическому и биогеохимическому режимам поровых вод заплесковой зоны западного побережья южной котловины Байкала, а также даны первые оценки скоплений бытового мусора в районе залива Лиственичный [4; 5].

Наземные ландшафты прибрежной зоны оз. Байкал как важная составляющая территориально-смежных комплексов практически не исследованы. В данном контексте наземные ландшафты рассматриваются не как относительно обособленные пространственные единицы, а как звено формирования вещественно-энергетического потока, определяющего ряд функциональных особенностей ТСК (в данном случае, зоны заплеска). Для детальной характеристики взаимосвязей между компонентами необходимы синхронные междисциплинарные исследования наземно-аквальных комплексов прибрежной зоны Байкала с акцентом на заплесковую зону. При этом предполагается оценить их влияние на буферную зону озера с помощью методов биогеохимии, почвоведения, гидрохимии и гидробиологии. Особое внимание будет уделяться изучению формирования элементного состава; гидрохимических, микробиологических показателей интерстициальных вод зоны заплеска в зависимости от типов почвенного покрова, наземной растительности, геологической основы. Планируются работы по исследованию состава и динамики проме-

жуточных сообществ заплесковой зоны, оценке доли наземной и озёрной составляющих.

Генетическая общность наземных и мелководных комплексов, обусловленная единством геологической структуры, позволяет использовать стандартную методику изучения пространственной организации и временной динамики наземных геосистем, использующуюся для исследования морских побережий.

В качестве первого этапа широкомасштабных междисциплинарных исследований территориально-смежных комплексов оз. Байкал мы предприняли детальное описание наземных геоккомплексов прибрежной зоны одного из ключевых участков – бухты Большие Коты (Южный Байкал).

Материалы и методы

Модельной территорией для мониторинговых исследований зоны заплеска выбран участок побережья в бух. Бол. Коты (далее обозначаемый как «ключевой участок Бол. Коты»), ограниченный падами Чёрная и Сенная. Анализ ландшафтной структуры модельного участка проведён на основе картографических и фондовых материалов: ландшафтных карт масштабов 1:1 500 000 [10], 1:2 500 000 [2], 1:200 000 [1], различных схем физико-географического районирования и т. п. Сравнительно-географический анализ базовых точек наблюдения основан на результатах полевых наблюдений (бланки комплексного физико-географического описания точек [8], фотоматериалы и пр.).

Результаты и обсуждение

Ключевой участок Бол. Коты входит в границы Прибайкальского государственного национального парка (ПГНП) и, согласно схеме функционального зонирования территории [17], относится к зоне рекреации и познавательного туризма, что определяет тип антропогенных нагрузок (загрязнение бытовыми отходами и пастбищная дигрессия). Учитывая удалённость района исследования от стационарных источников загрязнения, экологическую ситуацию можно характеризовать как фоновую.

Ключевой участок Бол. Коты полностью отвечает требованиям, предъявляемым к модельным территориям: с одной стороны, значительное разнообразие природных комплексов позволяет охватить широкий спектр вариантов местоположений; с другой – природные условия являются типичными для западного побережья Байкала, соответственно, возможна про-

странственная экстраполяция полученных результатов исследования.

Участок очень интересен в геолого-тектоническом отношении. На западном побережье Байкала широко распространены высокие денудационно-абразионные берега, сложенные очень плотными массивно-кристаллическими породами архейско-протерозойского возраста (гранитами, гнейсами, кристаллическими сланцами). Сравнительно мало измененные абразией, эти берега в наибольшей степени сохраняют первичный тектонический рельеф [12].

Вблизи пади Варначка проходит фронт Ангарского надвига – зона, где кристаллический фундамент Сибирской платформы надвинут на осадочный чехол из юрских континентальных отложений [6]. Береговые обнажения северовосточнее пади представлены комплексом конгломератов юрского возраста, которые, периодически прерываясь гранитами, доходят по берегу озера до пади Нижняя. Резкая смена типов горных пород так или иначе отражается на комплексе показателей, характеризующих физико-географические условия побережья, что позволяет значительно расширить информационное поле при выборе точек наблюдения.

В орографическом плане территория представлена среднегорными и низкогорными массивами Приморского хребта, который протягивается полосой среднерасчленённых глыбовоскладчатых гор с округлыми вершинами вдоль побережья Байкала, абсолютные отметки высот достигают 1 180 м (724 м над уровнем озера). Участки пересеченной местности с небольшими превышениями и крутизной склонов 3–10° встречаются лишь на значительном удалении от побережья (пологоволнистые поверхности водоразделов), либо ограничены по площади (устьевые расширения долин). Доминируют резкие контрастные формы рельефа – крутые, осложнённые тектоническими смещениями склоны хребтов и впадин, что обуславливает высокую динамичность рельефообразующих процессов.

Особенности орографии модельной территории определяют ряд дополнительных преимуществ: границы участка достаточно чётко фиксируются естественными рубежами; осевая линия основного водораздела Приморского хребта приближена к побережью; формируется компактно расположенный водосбор, и вещественно-энергетический поток, направленный к Байкалу, локализуется на участке протяжённостью 6–8 км.

Характерные черты климата района исследования во многом обусловлены влиянием оро-

графии. Приморский хребет препятствует проникновению воздушных масс, ослабляя воздействие макроциркуляционных процессов на климат побережья. Многочисленные долины и пади, рассекающие берега озера, усиливают прибрежную циркуляцию, что отражается на особенностях ветрового режима [2]. Ветры в тёплый период года выражены слабее, чем в холодный сезон, из-за меньшего термического контраста между озером и сушей, но бризы, сочетающиеся местами с горно-долинной циркуляцией, развиты летом достаточно хорошо, вызывая местные аномалии температуры и влажности воздуха в суточном ходе.

Согласно схеме климатического районирования [9], модельная территория относится к району с умеренно тёплым и прохладным летом и смягчённой зимой с двумя вариантами мезоклимата: прибрежно-склоновым, более подверженным влиянию Байкала и включающим микроклиматы пляжной полосы и остепенённых склонов с высотами порядка 100–200 м над уровнем озера, и горно-лесным – с более континентальным режимом.

Как отмечалось выше, ситуация типична для западного побережья озера, в отличие, например, от истока Ангары – интрарайона, который характеризуется как долинный, аномально холодный, с прохладным летом и суровой для Байкала зимой с частыми холодными ветрами, с интенсивными длительными туманами в начале зимы; или Песчано-Бухтинского интрарайона с солнечным тёплым летом и малоснежной зимой.

Ландшафтное картографическое обеспечение этого участка байкальского побережья можно считать вполне удовлетворительным [1; 2; 10]. Разработки по изучению рекреационных нагрузок на территории ПГНП включают крупномасштабный картографический материал [11]. Имеются различные схемы физико-географического районирования обзорного масштаба [10; 13; 16].

В районе исследования широко распространены горно-таёжные – южносибирские склоновые ландшафтные комплексы: крутосклоновые светлохвойные травяно-кустарниковые, с преобладанием в подлеске рододендрона даурского, иногда остепенённые. При удалении от побережья они сменяются горно-таёжными байкало-джугджурскими склоновыми светлохвойными травяными (бруснично-разнотравными), частично на месте антропогенно-преобразованных геосистем тёмнохвойной тайги [10].

Более дробная дифференциация природных комплексов территории представлена на среднемасштабной ландшафтной карте 1:200 000 [1]. Сосново-лиственничные сообщества занимают большую часть площади в пределах низкогорий. Хорошо дренированные склоны южной экспозиции заняты преимущественно сосновыми травяными лесами. Склоны северных экспозиций и более высокие части гор (как правило, выше 800 м) покрыты сосново-лиственничными моховыми и багульниково-моховыми лесами. Подтаёжные подгорные ландшафты представлены сосновыми и реже лиственничными рододендровыми травяными и брусничными лесами на древних озёрно-аллювиальных террасах, в днищах котловин и на инсоляционных склонах.

Кедровники зеленомошно-брусничные встречаются в придолинных понижениях с горно-таёжными перегнойно-кислыми и неоподзоленными почвами, в том числе длительно-сезонномерзлотными. Серийные варианты представлены лиственничными и сосновыми лесами.

На крутых приразломных склонах, экспонированных к озеру, а также на склонах речных долин, денудационных останцов и других поднятий развиты подтаёжные остепенённые сосняки, чередующиеся со степными участками (марьянами) [1]. Марьяны приурочены преимущественно к выходам древних кристаллических пород и имеют слабо развитый почвенный покров (дресвяно-щебнистые скелетные почвы и маломощные бескарбонатные чернозёмы).

Интразональный тип представлен пойменно-долинными геосистемами. В основном на территории преобладают долины водотоков с активной глубинной эрозией, таёжные сообщества которых формируются на высококаменистых слоистых аллювиальных фрагментарных почвах.

Согласно схеме ландшафтной дифференциации подводных комплексов [14], территория исследования относится к мелководной абразионной террасе западного борта южной котловины Байкала (участок от м. Лиственничный до пади Варначка), врезанной в кристаллические породы архейского комплекса, с глубинами от 0 до 3–5 м на внешней границе, с преобладанием грубообломочных донных отложений (валуны, галька, обломки пород) и обилием выходов коренных пород (подводный комплекс ранга местности). Падь Варначка является северо-восточной границей данной местности, так как смена физико-географических условий, а именно особенности залегания и ха-

рактер горных пород, позволяет выделить далее местность пади Варначка – м. Кадильный [14].

С учётом разнообразия наземных и подводных приурезных комплексов в пределах ключевого участка были выбраны 4 репрезентативных створа (точки комплексного описания), в которых регулярно осуществляется отбор проб. Три точки характеризуют зону заплеска от пади Чёрной до пади Варначка (1-я местность, рис. 1, 2) 4-я является репрезентативной для участка пади Варначка – пади Сенная (рис. 3–5) (границу подводного комплекса ранга местности Е. Б. Карабанов [14] отодвигает далее на северо-восток вплоть до м. Кадильный).

Представляется важным дополнительно подчеркнуть, что зона заплеска Байкала – это особый тип экосистем, характеризующийся ярко выраженной динамикой как биотических, так и абиогенных параметров (в частности, вариации гранулометрического состава материала зоны пляжа, ширина зоны заплеска и др.), которая обусловлена заметными колебаниями уровня озера в течение года. Следовательно, большинство показателей являются не статичными элементами системы, а отображают некое среднесуточное состояние. Накопление достаточного объёма материала позволит в дальнейшем выявить и сезонную ритмику процессов.

Заключение

Анализ природного окружения точек наблюдения на ключевом участке Бол. Коты показал следующее:

Выбранные для исследований створы достаточно полно отображают разнообразие природных комплексов ключевого участка.

Геоморфологические особенности берегов озера на данном участке, в значительной мере обусловленные тектогенезом, способствуют проявлению комплекса гравитационных процессов. Процессы гравитационного сноса вещества играют существенную роль в динамике абиогенных факторов (показателей) зоны заплеска. В местах распространения массивно-кристаллических пород в обнажениях береговой зоны зафиксированы небольшие осыпи. Так, на участке побережья с пляжной отмосткой между точками «300 м северо-восточнее пади Чёрная» и «Пещерка» (см. рис. 1): отмечены 13 обвальнo-осыпных шлейфов различной величины, сложенных щебнисто-глыбовым материалом, 3 осыпи из дресвы с включением мелкозёма. В приустьевых расширениях падей, где береговые уступы сложены рыхлыми отложениями (точка «стационар ЛИН СО РАН»), можно наблюдать сплывы, срывы дернины (см. рис. 2). Осыпи фиксируются и на точке «пади Варначка – пади Сенная». В местах выхода

конгломератов процессы денудации протекают наиболее интенсивно, если сравнивать берега коренного типа в пределах модельной территории (величины модуля твердого стока на этом участке побережья достигают максимальных значений). На участке от пади Варначка до пади Сенной встречаются обвалы и осыпи значительных масштабов (см. рис. 5): на склонах формируются эрозионные борозды, отмечаются площадные смещения материала; осыпные конусы нередко достигают уреза; встречается крупноглыбовый материал от 1 м в диаметре (обрушение таких глыб происходит во время сейсмообвалов).

Наибольшие градиенты параметров проб прогнозируются на точке «стационар ЛИН СО РАН», так как рыхлые отложения, слагающие уступ террасы, легко разрушаются, и материал почвогрунтов регулярно поступает в пляжную зону. Помимо этого, положение створа в устьевом расширении пади Жилище априори определяет значительный привнос в зону заплеска не только почвенной органики, но и терригенного материала, а также растворов минеральных солей, поступающих как с поверхностным, так и с подземным стоком.

Наименьшая же вариативность показателей (обусловленная влиянием наземных комплексов) ожидается в пробах из точки «Пещерка» (см. рис. 1). Скальное основание берегового уступа является здесь механическим барьером для миграции геохимических элементов, исключением может являться лишь интенсивный поверхностный сток во время бурного снеготаяния или продолжительных ливней. Морфометрия зоны заплеска этой точки позволяет сделать заключение, что это могут быть лишь краткие всплески изменения параметров, так как возможные различия будут достаточно быстро сnivelированы волноприбойной деятельностью.

В точках «пади Варначка – пади Сенная» и «Стационар ЛИН СО РАН» необходимо делать корректировки на антропогенные источники загрязнения (кострища, бытовой мусор и т. п.). Пляжные зоны в двух других точках, благодаря естественным барьерам, малодоступны для отдыхающих.

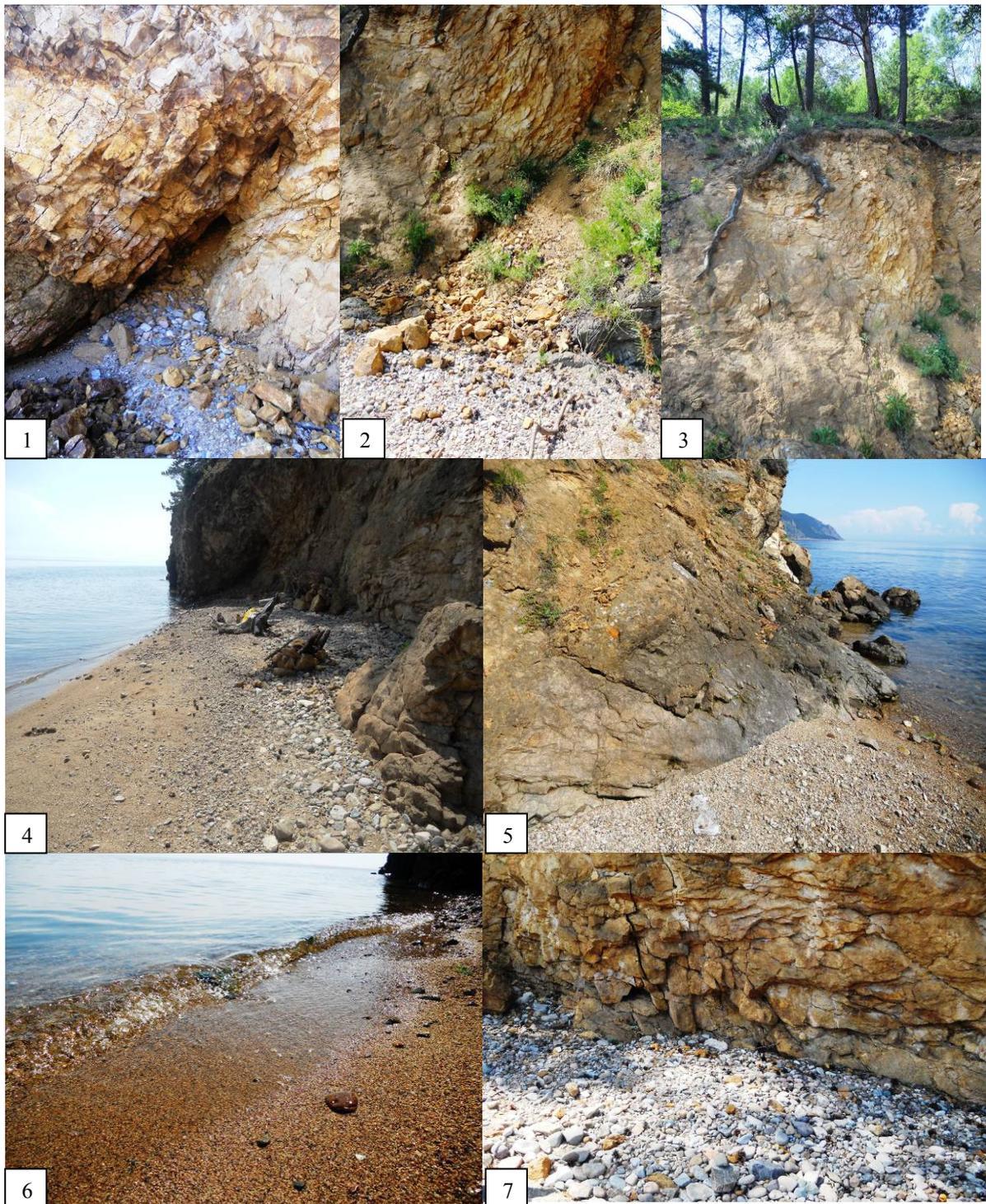


Рис. 1. Морфология береговой зоны в районе стандартного створа «Пещерка»: 1 – «пещерка» – ниша выкрашивания, формирующаяся по трещинам дробления в коренных породах; 2 – микроосыпи у подножия коренного склона; 3 – скальный уступ береговой зоны с редкотравным сосняком на скалисто-каменистом и дресвяно-щебнистом субстрате; 4–7 – дифференциация зоны заплеска по гранулометрическому составу материала: 4 и 5 – центральная часть (преобладает галька мелкого и среднего размера (2–3–5 см в диаметре)); 6 – микрофация приузельной части (преимущественно крупнозернистый песок и гравий); 7 – присклоновая отмостка (галька с включениями щебня средней и крупной фракций)

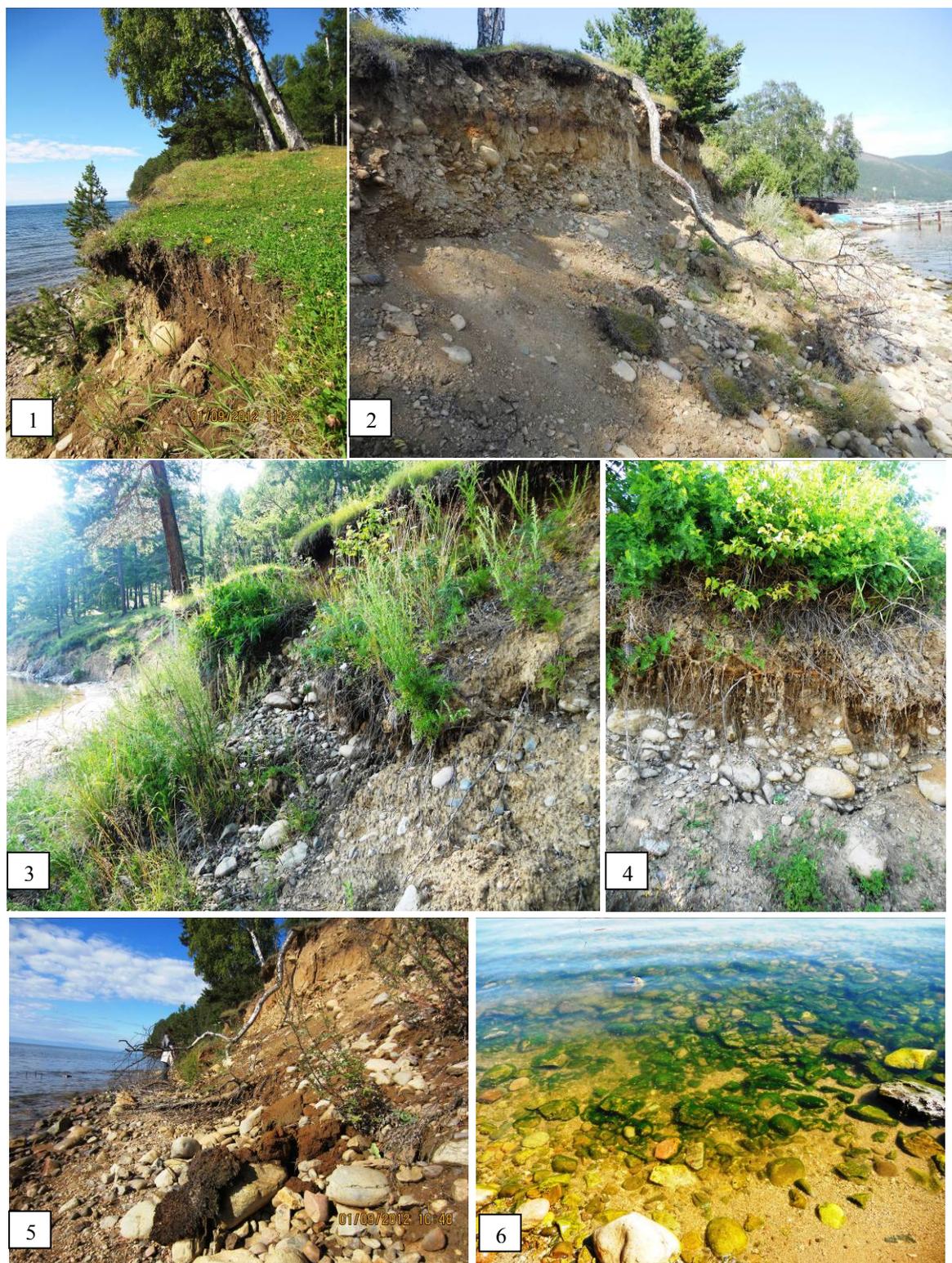


Рис. 2. Морфология береговой зоны в районе стандартного створа «станционар ЛИН СО РАН»: 1 – береговой уступ террасы в приустьевом расширении пади Жилище; 2 – срывы дернины у подножия уступа (50–60 м к юго-западу от причального пирса стационара), масса отдельных фрагментов 5–8 кг; 3 – крупные блоки отседания дернины; 4 – подмыв бровки террасы способствует активному выносу мелкозёма из корневой системы растений; 5 – почвенная органика, поступающая в зону заплеска; 6 – органика в прибрежной части акватории



Рис. 3. Морфология береговой зоны на участке «падь Варначка – падь Сенная»: 1 – каменистый пляж в местах выхода юрских конгломератов сформирован в основном там, где коренные породы перекрыты плащом четвертичных отложений; 2 – выклинивание зоны заплеска; 3, 4 – примеры фациальной дифференциации зоны заплеска: 3 – присклоновая отмостка, в значительной степени формируемая коллювием; 4 – варианты: приурезная часть протяженностью 30–70 см – область воздействия активного волнения (преобладает гравий, размеры частиц преимущественно 0,3–1 см), центральная часть (переходная) – на расстоянии 0,8–2,4 м от уреза пляж сложен преимущественно мелкой галькой (2–4 см в диаметре), далее полоса крупнозернистого песка с включениями средней и крупной гальки (5–10 см в диаметре)



Рис. 4. Почвенно-растительный покров склоновых комплексов участка «падь Варначка – падь Сенная»: 1 – почвенный профиль верхней части склона ю-ю-в экспозиции (растительное сообщество – остепнённый сосняк) отражает все характерные особенности горных почв: небольшая мощность, высокая щебнистость и слабая сортированность материала. Почва обогащена первичными минералами, доля вторичных минералов в них невелика; 2 – почвенный покров практически отсутствует на склонах крутизной более 35° , где процессы гравитационного сноса вещества протекают наиболее динамично; 3 – горноколосник колючий (*Orostachys spinosa*) – типичный ксерофит, распространённый на инсоляционных склонах береговой зоны со скалисто-каменистым и щебнистым субстратом



Рис. 5. Гравитационные склоны береговой зоны (участок «падь Варначка – падь Сенная»). 1 – осыпной конус выноса из дровсы и щебня; 2 – глыбы коллювия в зоне заплеска (обрушение таких блоков происходит во время сейсмообвалов); 3 – площадные смещения материала; 4 – заплесковая зона участка отличается значительным содержанием песчаной фракции, что, вероятно, является следствием разрушения цементирующей основы конгломератов

Литература

1. Абалаков А. Д. Среднемасштабное ландшафтное картографирование территории Прибайкальского государственного природного национального парка (научный отчет) / А. Д. Абалаков. – Иркутск, 1988. – 54 с.
2. Атлас Байкала / гл. ред. Г. И. Галазий. – М. : ФСГКР, 1993. – 160 с.
3. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 75–110.
4. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 2. Береговые скопления заплесковой зоны: классификация, сезонная динамика количественных и качественных показателей их состава / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 40–91.
5. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 3. Сезонная динамика инфауны береговых скоплений; гидрохимическая, микробиологическая характеристика интерстициальных вод зоны заплеска / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 92–110.
6. Геологические памятники Байкала / сост. Г. В. Рязанов. – Новосибирск : Наука, 1993. – 160 с.
7. Дроздов А. В. Экваториально-территориальные природные системы: физико-географический подход / А. В. Дроздов // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1985. – N 6. – С. 70–81.
8. Жучкова В. К. Методы комплексных физико-географических исследований / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. – М. : Академия, 2004. – 368 с.
9. Ладейщиков Н. П. Климатическое районирование Прибайкалья / Н. П. Ладейщиков // Климатические ресурсы Байкала и его бассейна. – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 257–305.
10. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта). М-б 1:1 500 000 / В. С. Михеев, В. А. Ряшин ; ред. В. Б. Сочава. – М. : ГУГК, 1977.
11. Левашева М. В. Устойчивость горных территорий к рекреационному воздействию (на примере геосистем западного побережья Байкала) : дис. ... канд. географ. наук / М. В. Левашева. – Иркутск, 2003. – 173 с.
12. Лут Б. Ф. Геоморфология Прибайкалья и впадины оз. Байкал / Б. Ф. Лут. – Новосибирск : Наука, 1978. – 214 с.
13. Михеев В. С. Ландшафтно-географическое обеспечение ТерКСОП бассейна оз. Байкал / В. С. Михеев. – Иркутск, 1988. – 64 с.
14. Подводные ландшафты Байкала / Карабанов Е. Б. [и др.] – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 183 с.
15. Скребец Г. Н. Вопросы теории и методики изучения парагенетических ландшафтных комплексов / Г. Н. Скребец, И. В. Агаркова // Учен. зап. Тавр. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. – Симферополь. – 2000. – № 13, т. 1. – С. 127–132.
16. Сочава В. Б. Главнейшие природные рубежи в южной части Восточной Сибири / В. Б. Сочава, В. А. Ряшин, А. В. Белов // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. – 1963. – Вып. 4. – С. 19–24.
17. Фондовые материалы. Схема функционального зонирования Прибайкальского национального парка. – Иркутск, 1990.

A landscape approach to ecological monitoring in the splash zone of Bol'shye Koty Bay (Lake Baikal)

M. V. Levasheva¹, O. A. Timoshkin², N. V. Vashukevich¹

¹Irkutsk State University, Irkutsk

²Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

Abstract. This paper describes spatial organization of the modeling territory at Bol'shye Koty Bay focusing on some environmental issues of the present landscape. Regular environmental observations are performed at four standard cross-sections of the splash zone, representing most of the ecological conditions on Baikal.

Key words: coexisting complexes, modeling territory, splash zone, landscape differentiation.

*Левашева Марина Владимировна
Иркутский государственный университет
664033 Иркутск, ул. К. Маркса, 1
кандидат географических наук, доцент
тел.: (3952) 52–10–95
E-mail: lemawlad@mail.ru*

*Levasheva Marina Vladimirovna
Irkutsk State University
1 K. Marx St., Irkutsk 664033
Ph.D. in Geography, ass. prof.
phone: (3952) 52–10–95
E-mail: lemawlad@mail.ru*

Тимошкин Олег Анатольевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
доктор биологических наук,
заведующий лабораторией
тел. (3952)42-82-18, факс 42-54-05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Timoshkin Oleg Anatolyevich
Limnological Institute RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
D. Sc. of Biology, Head of laboratory
phone: (3952)42-82-18, fax: 42-54-05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Вашукевич Надежда Викторовна
Иркутский государственный университет
664003 Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
кандидат биологических наук, доцент
тел.: (3952) 24-18-70
E-mail: nadiav@bk.ru

Vashukevich Nadezhda Viktorovna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
Ph.D. in Biology, ass. prof.
phone: (3952) 24-18-70
E-mail: nadiav@bk.ru