

## **ПОЧВЫ ВОСТОЧНОГО ПРИОЛЬХОНЬЯ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

© 2019 г. **И. А. Белозерцева<sup>1,2\*</sup>, Д. Н. Лопатина<sup>1\*\*</sup>,  
Н. А. Зверева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Россия,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1,*

<sup>\*</sup><https://orcid.org/0000-0001-7995-2298>, e-mail: [belozia@mail.ru](mailto:belozia@mail.ru)

<sup>\*\*</sup><https://orcid.org/0000-0002-2696-0822>

<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет, Россия,  
664011, Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5*

*Поступила в редакцию 27.09.2018, после доработки 28.03.2019,  
принята к публикации 28.05.2019*

Летом 2015–2017 гг. в составе комплексных экспедиций проведены почвенно-геохимические исследования в восточном Приольхонье. Всего отобрано более 120 образцов почв для последующего физико-химического анализа. В статье приведены некоторые физико-химические свойства почв степных и луговых ландшафтов восточного Приольхонья на территории самого посещаемого туристами западного побережья озера Байкал в его средней котловине. На побережье и в присклоновой поверхности распространено несколько типов почв: каштановые, темногумусовые, серогумусовые, серые, аллювиальные торфяно-глеевые и аллювиальные перегнойно-глеевые, также встречаются черноземы, аллювиальные темногумусовые, аллювиальные серогумусовые и др. Вследствие специфичных природных условий формируются самобытные почвы, например, “каштановидные”, которые в Иркутской области нигде более не встречаются. Большинство исследуемых почв имеют преимущественно маломощный сильно- и среднекаменистый профиль, легкий гранулометрический состав, относительно высокое содержание гумуса, преимущественно нейтральную и слабощелочную реакцию, среднее и низкое содержание азота по отношению к углероду. Результаты проведенных исследований показали, что почвы рекреационной зоны, а также на месте древнего городища имеют повышенное содержание тяжелых металлов (ТМ), превышающее санитарно-гигиенические нормы. Экологическое состояние почв степных ландшафтов Приольхонья на побережье озера Байкал на современном этапе можно характеризовать средней степенью антропогенного

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

загрязнения. Геохимическими барьерами являются органогенный и щелочной. Однако вследствие легкого гранулометрического состава почв может происходить загрязнение вод береговой зоны озера. Выявлено, что почвы лугово-болотных ландшафтов побережья не загрязнены ТМ, так как малодоступны для автотранспорта неорганизованного туризма.

*Ключевые слова:* каштановые, темногумусовые и аллювиальные почвы, рекреация, загрязнение, западное побережье озера Байкал.

**DOI:** 10.19047/0136-1694-2019-97-21-51

## ВВЕДЕНИЕ

Территория исследования (рисунок) находится на берегу самого глубокого и чистого озера планеты, объекта всемирного наследия ЮНЕСКО, – Байкала. Частично рассматриваемая территория входит в состав Прибайкальского национального парка. Одним из самых привлекательных мест для туристов является Приольхонье. Побережье оз. Байкал в окрестностях р. Сарма входит в подтаежно-степной пояс, где светлохвойные лиственничные и сосновые леса соседствуют со степными участками. На территории исследования распространены почвы предгорных сухих степей. Западное побережье оз. Байкал в районе Приольхонья является наиболее посещаемой туристами территорией. В Приольхонье ежегодно приезжает около 50 тыс. туристов.

Относительно сухой климат, геоморфологические особенности, а также относительно теплая вода побережья Малого моря из-за небольшой его глубины создают специфичные природные условия в Приольхонье на побережье оз. Байкал, которые нигде более в Иркутской области не встречаются и привлекают много туристов. Данное живописное место по условиям можно смело назвать “Байкальский Крым”. В рекреационном использовании территории района доминирует автотуризм в сочетании с палаточным отдыхом у воды, далее следуют турбазы и базы отдыха. Большинство отдыхающих приезжают на автомобилях. Наиболее высок уровень антропогенного воздействия на ландшафт вдоль путей сообщения и на побережье. Отсутствие спланированной сети дорог приводит к тому, что появляются все новые и новые дороги, вдоль которых наблюдается активная дорожная эрозия и формирование временных водотоков. Территория побережья испещрена следами обустройства временных туристических стоя-

нок, установки и обкопки палаток, кострищами. К сожалению, с каждым годом антропогенная нагрузка, связанная с рекреационной деятельностью, в Приольхонье возрастает вследствие появления десятков новых туристических баз и неорганизованного палаточного туризма.

Целью исследования является изучение морфологических, химических и физико-химических свойств почв степных и луговых ландшафтов восточного Приольхонья на побережье оз. Байкал, выявление степени их загрязнения ТМ.



**Рисунок.** Территория исследований – восточное Приольхонье: 1 – ключевой участок, 2 – номер площадки.

**Figure.** Research territory – the Eastern Priol'khonye: 1 – key studied area, 2 – plot number.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

### **Физико-географические условия почвообразования.**

Приольхонье относится к Предсаянской провинции подтаежной зоны Среднесибирского сектора. В соответствии с более детальной схемой физико-географического районирования ([Атлас..., 2004](#)) территория входит в Западнобайкальскую светлохвойную таежную с фрагментами степей провинцию Байкало-

Джугджурской гольцово-горно-таежной физико-географической области. В Приольхонье выделяется несколько высотных поясов растительности: возвышенное плато с горными степями и разреженными остепненными лиственничными лесами; подгорный подтаежных светлохвойных лесов; низкогорный остепненных лугов и степей; низкогорный таежных светлохвойных и вторичных мелколиственных травяных лесов; среднегорный таежных светлохвойных и смешанных темнохвойных лесов; кедрово-лиственничный редколесий и ерников; горная тундра. Степная растительность широко развита в Приольхонье и на о. Ольхон. Здесь произрастают степные сообщества с высоким уровнем узко локального эндемизма и древними разновозрастными ксерофильными реликтами ([Касьянова, Азовский, 2016](#)). На выходах коренных пород и скалистых участках побережья встречаются криоксеропетрофитные типчаково-тимьяновые степные группировки, в межгрядных понижениях – комплексы полынно-типчаково-вострецовых и ковыльно-житняковых степей, заслуживающих особой охраны.

Ландшафты побережья оз. Байкал активно используются для рекреации и испытывают значительную антропогенную нагрузку. Наблюдаются процессы переуплотнения и эрозии почв, уменьшение продуктивности растительности ([Znamenskaya et al., 2018](#)).

На Приольхонском плато сохранился древний “добайкальский” геоморфологический ландшафт с синхронным ему прерывистым плащом глубоко выветрелых пород, которые сформировались в субтропических условиях позднемеловой-раннепалеогеновой эпохи. Древний рельеф плато сохранился в слабо измененном виде благодаря сухому климату и более или менее стабильному положению поверхности Приольхонского тектонического блока, зажатою между поднятым и опущенным плечом Байкальского рифта – Прибайкальским хребтом и Байкальской впадиной. На побережье оз. Байкал распространены кристаллические сланцы, гнейсы, мраморы и другие метаморфические породы. Широко представлены четвертичные обломочные коры выветривания и их дериваты. Локально обнаруживаются остатки древних глинистых красноцветных и пестроцветных кор выветривания.

Резкая континентальность климата, экстремальный гидро-термический режим определяют своеобразные признаки и свой-

ства почв. Для большинства почв побережья оз. Байкал в Приольхонье характерен непромывной тип водного режима. Годовой режим влажности почв имеет следующие особенности: влага поступает в почву неравномерно – основное количество осадков относится к апрелю – октябрю (максимально влажный период: июль – август), коэффициент увлажнения 0.35–0.60. Годовая сумма осадков в степных районах не превышает 200–300 мм, возрастая в горно-таежном поясе до 350–450 мм ([Атлас..., 2004](#)). Это самый аридный участок вокруг Байкала. Недостаток атмосферного увлажнения усугубляется здесь высокой водопроницаемостью щебнисто-суглинистых почв и грунтов. Следствие экстремальных почвенно-климатических условий – низкая биопродуктивность.

Объектом исследования являются почвы степных и луговых ландшафтов восточного Приольхонья. Приольхоньем называется территория, примыкающая к острову Ольхон и расположенная на юго-западном побережье оз. Байкал. В неотектонической структуре территория представляет собой промежуточную ступень между Приморским хребтом и южной котловиной Байкала. С юго-востока она ограничена Приольхонским, а с северо-запада – Приморским сбросами ([Гутарева, 2009](#)).

Летом 2015–2017 гг. в составе комплексных экспедиций были проведены исследования почвенного покрова в восточном Приольхонье. Всего отобрано более 120 образцов почв для последующего физико-химического анализа.

Пробоподготовка и выполнение анализов физико-химических свойств почв осуществлялась в Химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН по общепринятым методикам: содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ) – методом мокрого сжигания по Тюрину ([Аринушкина, 1970](#)); содержание общего азота ( $N_{общ}$ ) – по Кьельдалю с фотоколориметрическим окончанием по методу индофеноловой зелени ([ГОСТ 26107-84](#)); актуальная кислотность водной суспензии ( $pH_{водн.}$ ) – потенциометрически ([Аринушкина, 1970](#)); потеря при прокаливании – по Аринушкиной ([Аринушкина, 1970](#)); гранулометрический состав – методом пипетки с диспергацией пирофосфатом натрия по Качинскому ([Вадюнина, Корчагина, 1986](#)); содержание в почвах и породах макро- и микроэлементов определено атомно-эмиссионным

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

спектральным методом на приборе Optima 2000DV (Optical Emission Spectrometer) ([ПНДФ 16.1.2.3.3.11-98](#)). Химико-аналитический центр института лицензирован, входит в Центр коллективного пользования ИНЦ СО РАН.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Использование земель Приольхонья.** Антропогенное воздействие на ландшафты за весь период хозяйственного освоения во время советского этапа было самым интенсивным. Основные отрасли экономики Приольхонья в 1930–1980 гг. – это сельское и лесное хозяйство, добыча полезных ископаемых. Активно развивалась рыболовство отрасль. Добыча полезных ископаемых в Приольхонье велась преимущественно на мелких месторождениях железных и марганцевых руд, пегматитов, фосфоритов, микрокварцитов, строительных материалов и полудрагоценных камней.

Скотоводческая пастбищно-выгонная специфика землепользования была хорошо выражена в 1930-е годы. Наиболее сильную нагрузку пастбищные угодья испытывали в 1965–1985 гг. ([Экологически..., 2004](#)). Большинство пастбищных земель относилось к низкопродуктивным сухостепным. Нерегулируемый выпас скота вызывал механическое нарушение почв и почвенного покрова вплоть до его уничтожения на отдельных участках, деградацию почв, дигрессию растительного покрова. Современный этап, начавшийся в 1990-е годы и продолжающийся по настоящее время, охарактеризовался определенным изменением прежних форм природопользования, свертыванием сельскохозяйственной деятельности, рыболовства, заготовок леса, недропользования. Ведущее значение стали приобретать туризм и рекреация.

В настоящее время в структуре сельскохозяйственных угодий Ольхонского района около 76 % приходится на горные пастбища, 12 % – на сенокосы и 11 % – на пашни. В границах отдельных хозяйств имеются небольшие участки лесов, древесно-кустарниковой растительности, ручьев, болот, озер. Пахотные почвы защебнены, а в Онгуренской системе расселения они еще и сильно каменисты, завалунены. Из-за сухого климата они низкопродуктивны. Пастбища – главный вид использования сельскохозяйственных земель в районе. Они все отнесены к горному типу,

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

среди которых преобладают низкопродуктивные сухостепные угодья.

В рекреационном использовании территории преобладает автотуризм с палаточным отдыхом (более 50 тыс. туристов за сезон). Также на побережье располагаются сотни турбаз и баз отдыха ([Экологически..., 2004](#)). В пиковый сезон нагрузка возрастает, практически все берега заняты палаточными лагерями отдыхающих. Базы отдыха на побережье Малого моря расположены на незначительном расстоянии друг от друга. Некоторые базы размещаются на крутых эрозионно-опасных склонах в береговой полосе озера. Имеется несколько “диких” туристических троп, расположенных по водосборам рек Сарма, Курма, Харга и ручья Ланинский. Тропы проложены от берегов оз. Байкал к гольцам Приморского хребта. В подгольцовой и гольцовой зоне тропы теряются. Туристические тропы плохо обустроены, заросшие, часто труднопроходимые. Основное количество отдыхающих концентрируются на побережье оз. Байкал. Хотя уже в нескольких сотнях метров от побережья располагаются естественные таежные ландшафты.

Наиболее высок уровень антропогенного воздействия на ландшафты вдоль путей сообщения и на побережье. Отсутствие спланированной сети дорог приводит к тому, что появляются все новые и новые дороги. Вдоль них происходит активная дорожная эрозия, формируются временные водотоки ([Кузьмин, Данько, 2011](#)). Территория побережья испещрена следами обустройства временных туристических стоянок, установки и обкопки палаток, кострищами, свалками бытовых отходов.

Вместе с тем в связи со снижением основных показателей деятельности сельскохозяйственных, лесопромышленных и горнодобывающих предприятий в настоящий момент для территории Приольхонья в целом отмечается уменьшение сельскохозяйственного и промышленного воздействия на ландшафты и увеличение рекреационного влияния.

**Географические закономерности распространения почв.** Согласно почвенно-экологическому районированию (масштаб 1 : 5 000 000) ([Belozertseva et al., 2015](#)) территория исследования входит в предгорный и низкогорный округ о. Ольхон и Приольхо-

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

нья каштановых, серогумусовых, петроземов, литоземов, карбопетроземов и карболитоземов, местами серых, дерново-подбуров и подбуров согласно современной классификации и диагностике почв России ([Классификация..., 2004](#)). Округ входит в Прибайкальскую предгорную, высоко-, средне- и низкоргорную провинцию преимущественно среднемошных, суглинистых, слабокислых, нейтральных и слабощелочных, умеренно, периодически недостаточно и мало увлажненных, холодных, длительно промерзающих среднего и невысокого естественного плодородия почв.

В наиболее засушливом, более теплообеспеченном предгорном и низкоргорном округе Иркутской области – о. Ольхон и Приольхонье – отмечается большое разнообразие почв с преобладанием степного типа почвообразования.

На почвенной карте В.А. Кузьмина ([Кузьмин, 2004](#)), опубликованной в атласе Иркутской области (Масштаб 1 : 2 500 000) на побережье Приольхонья выделены каштановые, дерновые степные, каштановидные, дерновые лесные, степные бескарбонатные, в предгорьях, склонах и водоразделах среднегорья – перегнойно-карбонатные, дерново-карбонатные, дерновые лесные, дерново-подзолистые, подзолистые, подзолы и подбуры.

На почвенной карте Иркутской области (масштаб 1 : 500 000), составленной группой ученых под редакцией В.Т. Колесниченко и К.А. Уфимцевой ([Колесниченко, Уфимцева, 1988](#)), Приольхонье и о. Ольхон представлен каштановыми, дерново-карбонатными выщелоченными, дерново-перегнойно-карбонатными, дерновыми лесными, подзолистыми, подбурами, подзолами.

На той же широте равнинной Европейской территории России, по почвенно-географическому районированию Г.В. Добровольского и И.С. Урусевской ([Добровольский, Урусевская, 2006](#)), выделяется зона черноземов и серых лесных почв. Согласно данному районированию почв России и сопредельных территорий исследуемая территория Приольхонья входит в Северо-Прибайкальскую горную провинцию. Однако, несмотря на сибирские горные условия в Байкальском регионе, при благоприятных орографических условиях широтная зональность имеет существенное влияние на локальных территориях. На противополож-

ном более выровненном восточном берегу оз. Байкал почвы степных и сухостепных ландшафтов уже имеют широкое распространение. В Прибайкалье почвы лесостепей, по Г.В. Добровольскому и И.С. Урусевской ([Добровольский, Урусевская, 2006](#)), выделены западнее на территории Иркутско-Черемховской равнины. Приольхонье и о. Ольхон из-за малых размеров в отдельный округ на почвенных картах России не выделяют, обычно они присоединены к горным провинциям соседних территорий.

В предгорных сухих степях Приольхонья сформировались каштановые и так называемые “каштановидные” почвы ([Кузьмин, 2004](#); [Воробьева, 2009](#); [Кузьмин, Данько, 2011](#)), которые имеют небольшое распространение в целом по Иркутской области (менее 1 %). Разнообразие и специфичность экологических условий почвообразования в бассейне определяет самобытность почв. Формирование сухостепных ландшафтов с каштановыми почвами связано с аридной горной зональностью (положением в дождевой тени). Современные почвы имеют преимущественно слаборазвитый и маломощный сильно- и среднекаменистый профиль. На склонах и водоразделах часто отмечаются выходы скальных пород. В условиях большего увлажнения, в падах и долинах временных водотоков Приольхонского плато формируются гумусово-гидрометаморфические и каштановые гидрометаморфизованные и глееватые почвы. В пределах менее увлажненных понижений сформировались черноземы глинисто-иллювиальные гидрометаморфизованные. Встречаются темногумусовые и черноземовидные почвы. В целом в структуре почвенного покрова предгорий Приморского хребта и Приольхонского плато доминируют органико-аккумулятивные серогумусовые почвы. Почвы речных долин в основном представлены аллювиальными перегнойно-глеевыми, аллювиальными торфяно-глеевыми, аллювиальными темногумусовыми, аллювиальными серогумусовыми почвами. В среднегорных таежных лесах Приморского хребта широко распространены подбуры и дерново-подбуры, встречаются подзолы. В широких заболоченных ложбинах с близким расположением многолетнемерзлотных пород сформировались торфяные олиготрофные почвы. В присклоновой поверхности встречаются серые почвы.

Большая часть почв расположена на склонах различной крутизны, поэтому имеет маломощный профиль, облегченный гранулометрический состав и различную степень защебененности. Характерной чертой почв исследуемой территории является высокое содержание гумуса в верхних горизонтах и резкое убывание его с глубиной.

### **Морфологические и физико-химические свойства почв.**

Приведем краткое описание некоторых специфических ключевых площадок и морфологическое описание почв наиболее посещаемой туристами территории побережья оз. Байкал, а также на территории древнего городища.

*Площадка № 3* расположена в долине ручья Ланинский у выхода из гор ниже центральной зоны Приморского разлома. Координаты: N 53°05'48.01", E 106°47'46.03", 657 м над уровнем моря. Площадка расположена на территории древней железоплавильни и городища (2180 и 2050 лет назад) ([Харинский, 2003](#)), где также пережигали древесину на древесный уголь для выплавки железа.

Почва: агро-урбокаштановая сильнокаменистая АJ-U/ВМК-ВМ-U/P/ВМ-САТ. Растительность: полынно-разнотравная степь. Во фрагментах горизонта урбик (U) почв видны включения обожженной глины и древесины. На глубине 20 см видны фрагменты четкой границы бывшего пахотного горизонта.

#### *Морфологическое строение профиля почв разреза № 3:*

АJ, 0–11 см – буровато-серый, легкосуглинистый, комковато-порошистой структуры, слабое вскипание от 10 %-ной HCl, пронизан корнями, с включениями разнoзернистой дресвы 2–9 мм до 15 %.

U/ВМК, 11–14 см – буровато-коричневый и каштановый, с фрагментами обожженной глины и древесины, легкосуглинистый, ореховато-призмoвидно-комковатый, слабое вскипание от 10 %-ной HCl, свежий с включениями щебенисто-дресвянистых фракций.

ВМ, 13–14 см – коричневатo-бурый, легкосуглинистый, ореховато-мелкопризматический, вскипает от 10 %-ной HCl, свежий, фрагментарный в виде линз.

U/P/ВМ, 14–20 см – буровато-темно-серый, супесчаный и легкосуглинистый с включениями угля и темной обожженной дресвы.

ны, сверху залегают плотные хрупкие фрагменты, снизу более рыхлые супесчано-суглинистые отложения, вскипает от 10 %-ной HCl.

САТ, 20–42 см – светло-коричневый, призмовидно-крупнокомковатый, супесчаный, плотный, с включениями мелкозернистой дресвы и продуктов разрушения вышележащего углистого горизонта, вскипает от 10 %-ной HCl.

*Площадка № 5* расположена на предгорном склоне Приморского хребта в центральной зоне Приморского разлома. Координаты: N 53°05'56.70", E 106°48'00.04", 589 м над уровнем моря. Правый берег руч. Ланинский, туристическая стоянка по тропе “Ланинская”. Рядом грунтовая автомобильная дорога. Почва: темно-гумусовая с погребенными гумусовыми горизонтами AUd-AU-AUC-[RU1]-[RU2]-C. Растительность: полынно-разнотравный степенный луг, в понижениях с кустарниками и осокой. Погребенные горизонты могли образоваться в результате осыпей и оползней со склона крутизной более 15° на присклоновую поверхность, на которой заложен разрез. В районе исследования зафиксированы землетрясения и сдвиги земной поверхности. По данным Г.А. Воробьевой ([Воробьева, 2010](#)), самыми значительными были сейсмотектонические события в познесартанское время 14–12 тыс. лет назад и на рубеже позднего плейстоцена и голоцена 11–9 тыс. лет назад. По данным исследований ([Кузьмин, Данько, 2011](#)), в суббореальный период голоцена (4500–2500 лет назад) вновь наступила эпоха активизации геодинамических процессов, но степень этой активности была гораздо ниже, чем в раннем голоцене. В последние 2500 лет наметилась тенденция стабилизации геодинамических процессов.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 5:*

AUd, 0–9 см – темно-бурый, влажный, супесчаный тонкодисперсный, пылевато-мелкозернистый, пронизан корнями, задернован, с небольшой примесью среднезернистого песка, не вскипает от 10 %-ной HCl.

AU, 9–19 см – от темно-бурого до темно-серого, влажный, зернистой структуры, супесчано-суглинистый, с включениями среднезернистого песка и мелкозернистой дресвы до 5 %, не вскипает от 10 %-ной HCl, граница ясная и слегка волнистая.

АУС, 19–24(28) см – серый до темно-серого, сухой, супесчано-суглинистый, с включениями крупного песка до 20 % и разнoзернистой дресвы до 5 %, зернисто-пылеватый, не вскипает от 10 %-ной HCl, граница сильно волнистая с клинообразными вторжениями в нижележащий горизонт, размер клиньев до 5 см в глубину и до 7 см в ширину у основания.

[RU1], 24–31(34) см – от темно-серого до черного, супесчано-суглинистый, плотный, спрессован, супесчаная фракция пылеватая, включения в виде мелко- и среднезернистого песка до 10 %, не вскипает от 10 %-ной HCl, граница сильно волнистая.

[RU2], 31–45 см – серовато-бурый слегка желтоватый, сухой, супесчано-суглинистый, пылеватый, плотнее вышележащего, с включениями мелкой дресвы до 1 %, не вскипает от 10 %-ной HCl, граница хорошо выраженная и ровная.

С, 45–64 см – желтовато-светло-коричневый, супесчаный, пылеватый, сухой, с включениями среднезернистой дресвы около 1 %, средне- и крупнозернистого щебня до 35–40 %, не вскипает от 10 %-ной HCl.

*Площадка № 61* расположена в дельте р. Сарма с левого борта в 40 м от уреза воды в оз. Байкал. Прибрежная рекреационная зона оз. Байкал. Координаты: N 53°06'18.87", E 106°50'56.24", 477 м над уровнем моря. Торфяники, выведенные из пойменного режима р. Сарма, но подверженные подтоплению водами Байкала. В результате этого в торфянистых горизонтах наблюдается смесь аллювиальных отложений. Почва: аллювиальная торфяно-минерально-глеевая T-Tmr<sub>1</sub>-Tmr<sub>2</sub>-Tmr, g-CG-[Tmr]-[Tmr<sub>1</sub>]. Растительность: осоковый луг.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 61:*

T, 0–15 см – коричнево-темно-серый, с примесью суглинистых включений, влажный, не вскипает от 10 %-ной HCl.

Tmr<sub>1</sub>, 15–22 см – коричнево-серый, фрагментами коричнево-черный с примесью коричневой и серовато-коричневой супеси и суглинка, влажный, не вскипает от 10 % HCl.

Tmr<sub>2</sub>, 22–34 см – от темно-серого до черного, с суглинистыми включениями, от влажного до сырого, при нажатии сочится вода, обладает специфическим сероводородным запахом, не вскипает от 10 %-ной HCl.

Tmr,g, 34–38 см – темно-серый с сизоватыми пятнами, суглинисто-супесчаный, сырой, с включениями мелко- и среднезернистого песка, не вскипает от 10 %-ной HCl.

CG, 38–44 см – сизо-темно-бурый, супесчано-суглинистый, сырой, с включениями небольшого количества мелкозернистого песка до 2–3 %, слабое вскипание от 10 %-ной HCl.

[Tmr], 43–50 см – бурый и буро-черный цвет дает смесь растительных остатков и мелкозема, а темно-серый – супесчано-суглинистые фракции (до 30 %), включения: растительные остатки до 70 %, выраженный специфический сероводородный запах, слабое вскипание от 10 %-ной HCl.

[Tmr<sub>L</sub>], 50–60 см и глубже – то же, что и вышележащий горизонт, но промерзший (наблюдается сезонная мерзлота в виде смерзшегося торфа).

*Площадка № 19* расположена в прибрежной рекреационной зоне, во внутренних частях дельты р. Сармы в 1 км от дороги и 200 м от уреза воды в оз. Байкал. Координаты: N 53°06'04.06", E 106°52'06.18", 487 м над уровнем моря. Выведена из пойменного режима. Почва: аллювиальная перегнойно-минерально-глеевая Tmr-THmr-Hmr<sub>1</sub>-Hmr<sub>2</sub>-Hmr,g-G-[THmr]-CG-[Hmr]-C. Растительность: осоково-разнотравный луг.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 19:*

Tmr, 0–4 см – темно-бурый, свежий, супесчано-суглинистые минеральные включения, вскипает от 10 %-ной HCl.

THmr, 4–10 см – темно-бурый с сероватым оттенком, минеральные включения суглинисто-супесчаные, увлажнен, вскипает от 10 %-ной HCl.

Hmr<sub>1</sub>, 10–24 см – серовато-черный, минеральные включения супесчано-суглинистые, вскипает от 10 %-ной HCl.

Hmr<sub>2</sub>, 24–28 см – черный, суглинисто-супесчаный, свежий, вскипает от 10 %-ной HCl.

Hmr,g, 28–31 см – сизовато-бурый, свежий, супесчано-суглинистый с включениями разнозернистого песка до 10 % и мелкой дресвы до 5 %, вскипает от 10 %-ной HCl.

G, 31–35 см – сизо-темно-бурый, супесчано-суглинистый, с включениями разнозернистого песка до 5 %, много неразложившихся растительных остатков, вскипает от 10 %-ной HCl.

[THmr], 35–44 см – темно-серый, супесчано-суглинистый, с большим количеством крупнозернистого песка и мелкой дресвы, чем выше лежащий, слабое вскипание от 10 %-ной HCl.

CG, 44–46 см – сизовато-темно-бурый, супесчано-суглинистый, увлажненный, включения растительных остатков, не вскипает от 10 %-ной HCl.

[Hmg], 46–52 см – темно-серый, с суглинистыми включениями, увлажненный, с включениями разнозернистого песка до 10 % и мелкой дресвы до 5–7 %, не вскипает от 10 %-ной HCl.

C, 52–70 см – аллювиально-пролювиальные отложения от разнозернистой гальки до мелких валунов, неокатанные или слабоокатанные обломки от среднего и крупного щебня до мелких глыб, не вскипает от 10 %-ной HCl.

*Площадка № 50* расположена в 2 км к северо-востоку от Сарминского ущелья на структурной террасе присклоновой части Приморского хребта. Координаты: N 53°07'08.58", E 106°51'04.22", 573 м над уровнем моря. Прибрежная территория оз. Байкал ("условный" фон), испытывающая наименьшее рекреационное воздействие. Почва: серая со вторым гумусовым горизонтом AY-AEL-BEL-BEL[hh]-BTC. Растительность: участок остепненного луга с зарослями спиреи, вокруг травянистый лиственничник разреженный.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 50:*

AY, 0–10 см – коричневый, супесчано-суглинистый, пылевато-зернистый, сухой, пронизан корнями, задернован, с включениями небольшого количества разнозернистого песка и мелкой дресвы, не вскипает от 10 %-ной HCl.

AEL, 10–20 см – серовато-коричневый, суглинистый, зернисто-комковатый, свежий, рыхлый, вскипает от 10 %-ной HCl.

BEL, 20–34 см – бурый, супесчано-суглинистый, комковатый, включения: разнозернистый песок до 10 % и мелкая дресва до 5 %, отдельные включения щебня, его обломки изоморфные, не уплотненные, слабое вскипание от 10 %-ной HCl, нижняя граница волнистая.

BEL[hh], 34–47 см – светло-бурый с фрагментами погребенного коричневатого, свежий, легкосуглинистый, комковатый, включения: разнозернистый песок до 10 % и дресва до 10–12 %, вскипает от 10 %-ной HCl.

BTC, 47–55 см – желто-серый, супесчаный, ореховато-комковатый, увлажненный, включения: мелкозернистый песок до 2 %, вскипает от 10 %-ной HCl.

*Площадка № 52* располагается на уступе предгорного делювиального склона Приморского хребта, в 500 м к северо-западу от п. Сарма. Координаты: N 53°07'28.20", E 106°51'42.00", 518 м над уровнем моря. Территория побережья оз. Байкал с малой антропогенной нагрузкой, редко посещаемой туристами. Почва: темногумусовая с погребенным гумусовым горизонтом AUd-AU-AUC-[RU~~]-C. Растительность: остепненный луг.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 52:*

AUd, 0–6 см – темно-серый, супесчано-суглинистый, пылеватый, сухой, пронизан корнями, задернован, граница отчетливая и ровная, вскипает от 10 %-ной HCl.

AU, 6–13 см – буровато-темно-серый, суглинок, пылевато-мелко-зернистый, сухой, включения – мелкозернистый песок до 2–3 %, вскипает от 10 %-ной HCl, граница постепенная.

AUC, 13–20 см – буро-темно-серый, суглинок, сухой, пылевато-мелкозернистый, небольшие включения песка и мелкой дресвы, вскипает от 10 %-ной HCl.

[RU~~], 20–32 см – единый слой с двумя несколько отличающимися генерациями: 1) 20–25 см – серый, супесчаный, с большим количеством разнозернистого песка до 40 %; 2) 25–32 см – чередование тонких слоев (0.5–0.7 см) темных с высоким содержанием гумуса, а между ними материал из вышележащей генерации, поэтому общий цвет этой генерации более темный. Граница между генерациями очень четкая, подчеркнута ярко выраженным черным гумусовым тонким прослоем. Нижняя граница всего слоя также очень четкая и также подчеркивается гумусовым тонким прослоем. Во второй генерации единично встречается мелкий щебень, легкосуглинистый, не вскипает от 10 %-ной HCl.

C, 32–43 см – желтовато-бурый, свежий, супесь, с включениями средне- и крупнозернистого песка до 10 % и мелкой дресвы до 30 %, не вскипает от 10 %-ной HCl.

*Площадка № 55* располагается на побережье оз. Байкал по маршруту от Сарминского гольца на Приморском хребте до оз. Байкал. Координаты: N 53°05'19.12", E 106°48'07.54", 595 м над уровнем моря. Территория побережья оз. Байкал с большой антропогенной нагрузкой. Комплекс турбаз на берегу озера. Угол наклона поверхности 3°–5°. Почва: темногумусовая AU-AUC-Cca. Растительность: типчаково-тимьяновая степь.

*Морфологическое строение профиля почв разреза № 55:*

AУ, 0–23 см – буровато-темно-серый, суглинок, пылевато-зернистый, сухой, включения: мелкозернистый песок до 2–3 % и щебень до 5 %, вскипает от 10 %-ной HCl, граница ясная.

AУС, 23–30 см – буровато-серый, суглинок, сухой, мелкозернисто-пылеватый, включения песка и щебня до 30 %, вскипает от 10 %-ной HCl.

С, 30–42 см – желтовато-светло-бурый, пылевато-комковатый, свежий, супесь с включениями песка до 10 % и щебня до 40 %, вскипает от 10 %-ной HCl.

Почвы некоторых участков по морфологическим признакам трудно диагностируются, т.к. находятся в переходной зоне от лесостепи к степи (например, разрез пл. № 50). В регионе наблюдается очень близкое соседство различных природных зон. Они оказывают влияние друг на друга. В некоторых почвах, в том числе и сухостепных ландшафтов, наблюдается высокое содержание органического углерода в верхних горизонтах.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты некоторых физико-химических свойств почв ключевых участков побережья оз. Байкал. В результате проведенных исследований выявлено, что для темногумусовой почвы (пл. 5) характерна нейтральная реакция среды по всему профилю. Остальные исследованные почвы имеют слабощелочную и щелочную реакцию. Верхние горизонты аллювиальной торфяно-минерально-глеевой, серой со вторым гумусовым горизонтом, а также нижние горизонты аллювиальной перегнойно-минерально-глеевой и темногумусовой имеют близкую к нейтральной реакцию среды. Все изученные почвы степных и луговых ландшафтов имеют высокое содержание органического углерода, которое в темногумусовой почве достигает 29 % (пл. 52). Повышенное содержание углерода отмечено в пирогенном горизонте агро-урбокаштановой почвы на месте древнего городища. Погребенные горизонты отличаются более высоким содержанием гумуса, чем вышележащие горизонты. Торфянистые и перегнойные горизонты аллювиальных почв имеют включения аллювиальных отложений, которые их подщелачивают.

Содержание углерода по отношению к азоту в исследуемых почвах – от среднего до низкого уровня. В среднем соотношение С : N колеблется от 20 : 1 до 5 : 1. В торфянистых почвах данное соотношение достигает 64 : 1, а в нижних минеральных горизон-

тах составляет от 14 : 1 до 2 : 1. В торфянистых почвах имеется недостаток азота, в связи с этим и с другими факторами органические остатки разлагаются медленно. Разложение торфа осуществляется микроорганизмами, а пищей для них является азот.

По гранулометрическому составу минеральные горизонты исследуемых почв в основном супесчаные и легкосуглинистые. В основном преобладают фракции песка (1–0.25 мм). Сумма фракций физической глины колеблется в пределах от 16 % до 26 %. Минеральные горизонты почв часто рыхлые из-за большого количества включений дресвы и щебня почвообразующих пород.

Верхние горизонты почв рекреационной зоны, как правило, задернованы.

Высокое содержание органического вещества, слабощелочная и щелочная среда почв являются геохимическими барьерами, на которых закрепляются ТМ.

В таблице 3 приведены результаты анализов на содержание макро- и микроэлементов в почвах исследуемой территории. Выявлено высокое содержание Си и Ni во всех горизонтах агро-урбокаштановой (пл. 3) и темногумусовой (пл. 5) почв на месте туристических стоянок вдоль Ланинского ручья и древнего городища. Концентрации Си в почвах превышают ОДК в 1.1–2 раза, Ni – от 2.5 до 4 раз. На тех же площадках обнаружено высокое содержание Mn в горизонтах агро-урбокаштановой и погребенных гумусовых горизонтах темногумусовой почвы, превышающее ПДК в 1.7 раза. Повышенные содержания К, Na и Ва зафиксированы в тех же почвах на месте туристических стоянок.

Повышенные содержания Са и Mg коррелируют со щелочной реакцией среды почв. Повышенные содержания Са и К обнаружены в горизонтах агро-урбокаштановой почвы.

В аллювиальных перегнойно-минерально-глеевой и торфяно-минерально-глеевой почвах (пл. 61, 19) побережья оз. Байкал в долине р. Сарма, а также в темногумусовой (пл. 52) и серой со вторым гумусовым горизонтом (пл. 50) почвах в присклоновой поверхности на территории с низкой антропогенной нагрузкой высоких значений содержания макро- и микроэлементов, превышающих ПДК и ОДК, не обнаружено, что говорит об их удовлетворительном экологическом состоянии.

**Таблица 1.** Содержание углерода и азота в исследуемых почвах  
**Table 1.** Carbon and nitrogen content in the studied soils

№ площадки. Почва	Горизонт	Глубина, см	pH	Гумус, ППП*, %	C <sub>орг.</sub> , %	N <sub>общ.</sub> , %	C : N
3 Агро- урбокаштановая	AJ	0–11	7.5	8.24	4.78	0.24	19.9
	U/BMK	11–14	7.6	10.78	6.25	0.31	20.2
	BM	13–14	8.0	6.01	3.48	0.25	13.9
	U/P/BM	14–20	6.2	3.13	1.82	0.09	20.2
5 Темногумусовая с погребенными гумусовыми горизонтами	AUd	2–9	6.1	11.00	6.38	0.33	19.3
	AU	9–19	6.4	6.57	3.81	0.20	19.1
	AUC	19–24	6.4	6.14	3.56	0.22	16.2
	[RU <sub>1</sub> ]	24–31	6.5	6.92	4.02	0.21	19.1
	[RU <sub>2</sub> ]	31–45	6.3	5.19	3.01	0.16	18.8
	C	45–64	6.8	2.37	1.37	0.10	13.7
61 Аллювиальная торфяно- минерально-глеевая	T	0–15	5.4	88,2*	-	-	-
	Tmr <sub>1</sub>	15–22	5.4	69.6*	7.71	0.12	64.3
	Tmr <sub>2</sub>	22–34	6.8	68.2*	2.33	0.29	8.0
	Tmr,g	34–38	6.2	39.4*	3.36	2.09	1.6
	CG	38–43	8.3	-	-	-	-

Продолжение таблицы 1 (table 1)

19 Аллювиальная перегнойно- минерально-глеевая	Tmr	0–4	8.4	59.2*	19.01	1.72	11.1
	THmr	4–10	8.1	71.4*	12.85	0.64	20.1
	Hmr <sub>1</sub>	10–24	7.9	82.8*	7.23	0.25	28.9
	Hmr <sub>2</sub>	24–28	7.6	69.6*	14.86	0.70	21.2
	Hmr.g	28–31	8.4	56.2*	14.53	1.54	9.4
	G	31–35	7.8	6.34	3.68	0.35	10.5
19 Аллювиальная перегнойно- минерально-глеевая	[THmr]	35–44	7.5	65.3*	22.83	1.39	16.4
	CG	44–46	7.2	7.34	4.26	0.38	11.2
	[Hmr]	46–52	6.7	69.2*	12.93	1.38	9.4
	C	52–55	6.1	6.15	3.57	0.29	12.3
50 Серая со вторым гумусовым горизонтом пирогенная	AY	0–10	5.6	15.35	8.90	1.02	8.7
	AEL	10–20	7.8	7.65	4.44	0.50	8.8
	BEL	20–34	7.5	2.67	1.55	0.20	7.8
	BEL[hh]	34–47	7.6	3.79	2.20	0.10	22.0
	BTC	47–55	7.9	1.45	0.84	0.06	14.0
52 Темногумусовая с погребенным гумусовым горизонтом	AUd	0–6	7.8	29.34	17.02	1.69	10.1
	AU	6–13	8.2	9.75	5.65	0.66	8.6
	AUC	13–20	8.4	2.43	4.50	0.55	8.2
	[RU <sup>~</sup> ]	20–32	7.0	7.75	1.43	0.08	17.9
	C	32–43	7.3	1.25	0.72	0.07	10.3
55 Темногумусовая	AU	0–23	7.5	9.80	5.63	0.70	8.04
	AUC	23–30	8.0	3.10	1.78	0.10	17.8

**Таблица 2.** Гранулометрический состав почв луговых и степных ландшафтов Приольхонья  
**Table 2.** Texture of wet meadow and steppe soils in Priol'khonye

Почва	Горизонт	Содержание фракций в % от мелкозема (размер частиц, мм)						Сумма фракций < 0.01	Краткое название по гранулометрическому составу
		1-0.25	0.25- 0.05	0.05- 0.01	0.01- 0.005	0.005- 0.001	<0.001		
Темногумусовая с погребенными гумусовыми горизонтами	AU	56.78	15.1	9.8	3.4	3.7	11.2	18	Супесь
	AUC	61.58	9.7	11.4	3.3	3.3	10.7	17	Супесь
	[RU <sub>1</sub> ]	45.00	23.6	8.5	3.1	4.0	15.8	23	Легкий суглинок
	[RU <sub>2</sub> ]	61.36	11.0	10.3	3.0	3.8	10.5	17	Супесь
	C	56.82	21.5	3.9	3.1	3.6	11.1	18	Супесь
Алловиальная торфяно- минерально- глеевая	Tmr, g	64.58	6.7	7.6	4.8	5.8	10.4	21	Легкий суглинок
	CG	55.12	6.0	17.7	5.2	5.6	10.4	21	Легкий суглинок
Алловиальная перегнойно- минерально- глеевая	G	45.74	27.1	5.7	5.5	5.6	10.3	21	Легкий суглинок
	CG	54.12	18.0	6.8	4.8	5.6	10.6	21	Легкий суглинок
	C	55.54	16.7	9.2	2.8	3.8	11.9	18	Супесь
Серая со вторым гумусовым горизонтом	AY	49.26	12.7	14.2	3.8	3.4	16.7	23	Легкий суглинок
	AEL	54.80	6.4	14.9	3.6	3.7	16.6	24	Легкий суглинок
	BEL[hh]	52.06	15.7	9.6	2.7	4.6	15.4	23	Легкий суглинок
	BTC	50.64	11.0	12.0	4.4	1.1	10.0	16	Супесь
Темногумусовая с погребенным гумусовым горизонтом	AUd	48.98	12.9	17.2	4.8	5.8	10.4	21	Легкий суглинок
	AU	53.92	18.0	8.2	2.5	7.2	10.3	20	Супесь / легкий суглинок
	AUC	55.50	16.3	7.9	2.3	7.3	10.7	21	Легкий суглинок
	[RU <sup>++</sup> ]	61.76	9.6	8.1	2.3	7.8	10.4	21	Легкий суглинок
	C	54.50	17.5	9.8	2.4	9.9	6.0	18	Супесь

**Таблица 3.** Содержание химических элементов в почвах луговых и степных ландшафтов Приольхонья  
**Table 3.** Chemical elements content in wet meadow and steppe soils of Priol'khonye

Площадка, почва	Горизонт	Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Sr	Ba
		%			мг/кг		%	мг/кг		
3 Агро-урбокаштановая	AJ	1.82	1.04	0.34	4749	355	1.81	1499	103	255
	U/BMK	1.75	3.22	0.37	4831	408	1.74	2608	51	430
	BM	1.98	2.87	0.33	6470	252	1.87	2623	95	490
	U/P/BM	2.08	3.93	0.38	8048	1363	1.70	2564	40	394
5 Темногумусовая с погребенными гумусовыми горизонтами	AUd	1.99	0.86	0.28	5889	167	1.80	1508	45	285
	AU	1.93	0.57	0.27	4927	160	1.83	1172	33	212
	AUC	2.57	0.53	0.34	5087	222	2.11	1207	37	255
	[RU <sub>1</sub> ]	2.27	0.61	0.30	5527	195	1.97	1556	39	316
	[RU <sub>2</sub> ]	2.41	0.65	0.32	5826	217	2.08	1546	40	338
	C	2.69	0.60	0.34	5927	225	2.13	1310	40	312
	T	2.79	0.63	0.58	5139	231	2.32	936	4.4	579
61 Аллювиальная торфяно-минерально- глеевая	Tmr <sub>1</sub>	1.09	0.86	0.64	1047	208	4.56	204	49	41
	Tmr <sub>2</sub>	1.10	0.53	0.59	455	138	4.65	160	36	37
	Tmr.g	0.73	1.32	0.27	204	65	4.48	191	50	55
	CG	0.22	0.88	0.12	73	50	1.54	54	25	23
19 Аллювиальная перегнойно- минерально-глеевая	Tmr	0.39	8.27	1.23	559	265	3.09	824	135	91
	THmr	0.64	5.30	0.89	278	82	4.87	764	87	92
	Hmr <sub>1</sub>	0.77	0.99	0.52	208	36	4.13	164	26	35
	Hmr <sub>2</sub>	0.79	0.94	0.51	186	27	4.12	150	27	40

Продолжение таблицы 3 (table 3)

19 Аллювиальная перегнойно-минерально-глеевая	Hmr.g	0.63	1.08	0.44	191	41	3.47	131	31	37
	G	0.86	0.36	0.50	270	29	4.00	120	18	22
	[THmr]	0.70	1.13	0.44	225	47	3.35	196	32	32
	CG	0.87	0.32	0.46	294	30	3.26	118	17	16
	[Hmr]	0.81	0.71	0.44	338	51	3.15	180	25	25
	C	1.19	0.25	0.61	413	36	4.75	155	18	21
50 Серая со вторым гумусовым горизонтом	AY	1.28	2.72	1.12	866	207	4.61	385	95	77
	AEL	1.62	1.56	1.23	1012	99	5.41	405	65	67
	BEL	1.84	1.15	1.29	850	55	5.69	407	43	54
	BEL[hh]	1.61	2.84	1.23	726	59	5.24	318	56	56
	BTC	1.88	2.27	1.51	1175	56	6.15	459	54	61
52 Темногумусовая с погребенным гумусовым горизонтом	AUd	0.64	4.62	0.57	891	50	2.25	532	91	86
	AU	1.12	2.96	0.59	738	40	3.70	596	64	98
	AUC	1.07	0.62	0.46	615	35	3.44	189	32	72
	[RU <sup>~</sup> ]	1.01	0.29	0.49	579	25	2.66	161	20	65
	C	1.39	0.37	0.52	788	35	3.02	245	22	96
55 Темногумусовая	AU	1.10	2.51	0.51	730	43	3.40	310	180	338
	C	0.90	2.10	0.46	890	50	2.86	621	265	478
ОДК ( <a href="#">Ориентировочно.... 2006</a> )		-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПДК ( <a href="#">Предельно.... 2006</a> )		-	-	-	-	-	-	1500	265	-

**Таблица 3.** Содержание химических элементов в почвах луговых и степных ландшафтов Приольхонья  
**Table 3.** Chemical elements content in wet meadow and steppe soils of Priol'khonye

Площадка, почва	Горизонт	Zn	Cu	Ni	Pb	Co	Cr	V	Ti	Cd
		мг/кг								
3 Агро-урбокаштановая	AJ	88	220	286	7	6	38	45	784	<0.05
	U/BMK	109	284	270	10	5	33	42	743	<0.05
	BM	102	214	278	11	6	44	48	793	<0.05
	U/P/BM	106	187	209	3	7	31	41	641	<0.05
5 Темногумусовая с погребенными гумусовыми горизонтами	AUd	91	169	242	14	4	37	41	625	<0.05
	AU	68	148	240	14	5	37	42	627	<0.05
	AUC	59	162	299	13	6	46	58	822	<0.05
	[RU <sub>1</sub> ]	66	183	259	13	6	41	50	728	<0.05
	[RU <sub>2</sub> ]	67	194	277	13	6	42	53	780	<0.05
	C	62	200	311	14	6	46	61	799	<0.05
	T	58	174	351	13	6	53	67	964	<0.05
61 Аллювиальная торфяно-минерально- глеевая	Tmr <sub>1</sub>	53	17	22	15	9	31	29	6277	<0.05
	Tmr <sub>2</sub>	42	14	19	12	8	29	29	6692	<0.05
	Tmr.g	17	16	20	13	9	18	13	1829	<0.05
	CG	8.7	6.3	7	5	3	6.2	2	768	<0.05
19 Аллювиальная перегнойно- минерально-глеевая	Tmr	50	12	9	9	12	9.3	4	1497	<0.05
	THmr	46	12	16	11	9	16	10	2399	<0.05
	Hmr <sub>1</sub>	36	11	17	11	7	19	12	3263	<0.05
	Hmr <sub>2</sub>	39	17	18	11	15	18	14	2538	<0.05

Продолжение таблицы 3 (table 3)

19 Аллювиальная перегнойно-минерально-глеевая	Hmr.g	35	20	17	9	7	16	12	2020	<0.05
	G	37	11	17	12	13	21	14	3614	<0.05
	[THmr]	24	17	16	9	6	16	12	2550	<0.05
	CG	29	6.9	16	7	4	19	12	3024	<0.05
	[Hmr]	23	18	16	10	5	19	12	3178	<0.05
	C	40	9	22	15	14	28	18	3915	<0.05
50 Серая со вторым гумусовым горизонтом	AY	46	28	20	10	11	39	29	8464	<0.05
	AEL	51	31	27	13	13	54	40	11589	<0.05
	BEL	49	35	29	14	15	60	46	13707	<0.05
	BEL[hh]	46	34	28	13	12	55	42	11837	<0.05
	BTC	50	40	35	13	17	77	53	15723	<0.05
52 Темногумусовая с погребенным гумусовым горизонтом	AUd	27	19	9	11	4	15	10	2820	<0.05
	AU	26	19	16	16	8	27	21	4853	<0.05
	AUC	25	17	14	16	6	27	21	4426	<0.05
	[RU <sup>~</sup> ]	23	9	12	14	5	25	16	4570	<0.05
	C	28	15	16	18	7	34	18	6166	<0.05
55 Темногумусовая	AU	40	62	107	61	27	64	46	5248	<0.05
	C	46	79	128	25	59	137	78	7124	<0.05
ОДК ( <a href="#">Ориентировочно..., 2006</a> )		220–110	132–66	80–40	130–65	-	-	-	-	0.5–1.0
ПДК ( <a href="#">Предельно..., 2006</a> )		91	51	44	10	17	100	114	-	-

По результатам химического анализа почв по профилю от Сарминского гольца на Приморском хребте до оз. Байкал ([Belozertseva et al., 2014](#)) выявлено, что содержание Ni (128 мг/кг), Co (59 мг/кг), Cr (137 мг/кг) в почвах около туристических баз на берегу оз. Байкал превышает предельно допустимые нормы в 2, 1.2, 1.4 раза соответственно. Повышенное содержание Pb (61 мг/кг) выявлено на месте туристических стоянок (с подъездом автотранспорта) около Ланинского ручья, превышающее ПДК в 2 раза (пл. 55).

Обнаружено высокое содержание ТМ в почвах на остепненной территории вблизи береговой зоны, а также на более удаленных остепненных участках рекреационной зоны в предгорьях, по сравнению с почвами среднегорных таежных лесов, которые редко посещаются туристами.

Однако следует иметь в виду, что почвы побережья на карбонатных породах иногда могут иметь высокое природное содержание макро и микроэлементов ([Гребенщикова и др., 2008](#)). Присклоновая поверхность и побережье сложены кристаллическими сланцами, гнейсами, аллювиальными отложениями, встречаются мраморы. В районе исследования могут встречаться почвы с повышенным содержанием Fe, а также сопутствующих металлов, так как в Приольхонье зафиксированы месторождения Fe и Cu ([Атлас..., 2004](#)).

По данным за 2016 г., содержание ТМ в почвах луговых и заболоченных ландшафтов на побережье оз. Байкал не превышает санитарно-гигиенические нормативы, т. к. эти территории являются менее доступными для автотранспорта.

Результаты снегогеохимической съемки акватории оз. Байкал и прилегающей территории ([Belozertseva et al., 2017](#)) показывают локальное высокое содержание ТМ в снеговой воде побережья вблизи населенных пунктов в Приольхонье, что может подтверждать антропогенное воздействие. Однако на побережье Байкала в Приольхонье наблюдается малая мощность снегового покрова или его отсутствие, а также сильные ветры, что способствует попаданию частиц почв и пород в снеговой покров.

В связи с загрязнением основных компонентов ландшафтов побережья в Приольхонье в дальнейшем не рекомендуется увели-

чивать рекреационную нагрузку в данном регионе. Неорганизованный и организованный туризм необходимо регламентировать. В будущем туристическую деятельность лучше развивать в экологически более чистых районах, например, в п. Большое Голоустное.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный этап освоения земель Приольхонья можно охарактеризовать как этап их среднего антропогенного нарушения. Наиболее интенсивное воздействие на почвы происходило в советское время в связи с развитием в районе сельского и лесного хозяйства, добычей полезных ископаемых. Основные антропогенные факторы трансформации ландшафтов восточного Приольхонья в настоящее время – это туризм и рекреация. Современное состояние почв региона можно оценить как удовлетворительное со средней степенью загрязнения локального характера.

Исследуемые почвы степных ландшафтов восточного Приольхонья имеют преимущественно маломощный сильно- и среднекаменистый профиль. Почвы, сформированные под степной и луговой растительностью, характеризуются высоким содержанием гумуса, преимущественно нейтральной и слабощелочной реакцией. Почвы луговых ландшафтов имеют низкое содержание азота по отношению к углероду, что создает благоприятные условия для консервации растительных остатков. Исследуемые почвы рекреационной зоны в основном характеризуются легким гранулометрическим составом.

Почвы вблизи туристических стоянок, а также на месте древнего городища загрязнены ТМ, содержание которых превышает санитарно-гигиенические нормы более чем в 2 раза. Высокое содержание органического вещества, слабощелочная и щелочная реакция среды способствуют накоплению ТМ в почвах рекреационной зоны, т. е. являются депонирующей средой – “геохимическим барьером” для поступления загрязняющих веществ в оз. Байкал.

В результате проведенных работ в 2014–2016 гг. выявлено, что наиболее высокое содержание ТМ зафиксировано в почвах рекреационной зоны на берегу оз. Байкал и на территории бывше-

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

го городища. Установлено, что почвы степных ландшафтов береговой зоны характеризуются более высокой концентрацией ТМ, чем почвы луговых и заболоченных ландшафтов, которые являются менее удобными для неорганизованных туристических автомобильных стоянок.

В связи с нарастающим нерегулируемым туризмом в Приольхонье требуется постоянный мониторинг экологического состояния ландшафтов в целях дальнейшего нормирования рекреационной нагрузки.

### БЛАГОДАРНОСТЬ

Работы проведены за счет гранта РФФИ № 17-05-00400, проекта НИР № АААА-А17-117041910169-4 (0347-2016-0002).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Иркутской области /*Антипов А.Н.* Москва, Иркутск: Институт географии СО РАН, Роскартография, 2004.
2. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
3. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
4. *Воробьева Г.А.* Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: ИГУ, 2010. 205 с.
5. *Гребенищикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С.* Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон). Новосибирск: "Гео", 2008. 234 с.
6. ГОСТ 26107 – 84. Почвы. Методы определения общего азота. М.: Госком. СССР по стандартам, 1984. 12 с.
7. *Гутарева О.С.* Кайнозойский карст в Приольхонье (юго-западное побережье оз. Байкал) // Спелеология и карстология. 2009. № 2. С. 77–82.
8. *Добровольский Г.В., Урусевская И.С.* География почв. М.: МГУ, 2006. 460 с.
9. *Касьянова Л.Н., Азовский М.Г.* Степная растительность выровненных пространств острова Ольхон (озеро Байкал) // Успехи современного естествознания. 2016. № 3. С. 153–162.
10. Классификация и диагностика почв России /*Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. *Кузьмин В.А.* Почвенный покров. Почвенно-географическое районирование // Атлас Иркутской области. Иркутск: Институт географии СО РАН, Роскартография, 2004. С. 40–41.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

12. Кузьмин С.Б., Даныко Л.В. Палеоэкологические модели этноприродных взаимодействий. Новосибирск: “Гео”, 2011. 187 с.

13. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06, 2006. 4 с.

14. Почвенная карта Иркутской области /В.Т. Колесниченко, К.А. Уфимцева. М.: ГУГК, 1988.

15. ПНДФ 16.1:2.3:3.11-98. Количественный химический анализ почв. М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. URL: <http://lawru.info/dok/1998/06/25/n421537.htm>.

16. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06, 2006. 8 с.

17. Харинский А.В. Металлургические центры Приольхонья конца I тысячелетия до н.э., начала I тысячелетия н.э. // Забайкалье в геополитике России. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2003. С. 84–86.

18. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район / А.Н. Антупов. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2004. 147 с.

19. Belozertseva I.A., Dorygotov D., Sorokovoy A.A. Soils of pool of lake Baikal and soil-ecological zoning in territory of Russia and Mongolia // SYLWAN. 2015. Vol.159. No. 8. P. 319–332.

20. Belozertseva I.A., Kichigina N.V., Abalakov A.D., Drovkov V.V., Maryshkin D.I. Modern condition of landscapes in vicinities of the river Sarma at coast of lake of Baikal // European Journal of Natural History. 2014. No. 2. P. 4–7.

21. Belozertseva I.A., Vorobjeva I.B., Vlasova N.V., Lopatina D.N., Janchuk M.S. Snow pollution in Lake Baikal water area in nearby land areas // Water Resources. 2017. Vol. 44. No. 3. P. 471–484. DOI: [10.1134/S0097807817030046](https://doi.org/10.1134/S0097807817030046).

22. Znamenskaya T.I., Vanteeva J.V., Solodyankina S.V. Factors of the development of water erosion in the zone of recreation activity in the Ol’khon region // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No. 2. P. 221–228. DOI: [10.1134/S1064229318020151](https://doi.org/10.1134/S1064229318020151).

## SOILS OF THE EASTERN PRIOL’KHONYE ON THE COAST OF THE LAKE BAIKAL: CURRENT STATE AND USE

I. A. Belozertseva<sup>1,2\*</sup>, D. N. Lopatina<sup>1\*\*</sup>, N. A. Zvereva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS,  
Russia, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1,

In summer periods of 2015–2017 within the framework of complex expeditions in the eastern Priol'khonye soil geochemical researches were performed. More than 120 soil samples were collected for subsequent physical and chemical analyses. Ecological, chemical and physical properties of meadow and steppe soils of Ol'khon district were studied and the results are presented in the article. The research was conducted on the east coast of the Lake Baikal in its central basin, which is most visited by tourists. Several soil types can be found along the coast line and on gently sloped surface nearby, they are: castanozems, umbrisols, cambisols, gray soils, histic fluvisols gleyic, humic fluvisols gleyic, chernozems, umbric fluvisols, cambic fluvisols and other. Owing to a specific environmental conditions some original soil types (for example “chestnut soils”, “castanozems”) can be found nowhere else in the Irkutsk region but only here. The explored soil profiles are mainly thick and stony to various extent (from high to medium), these soils are sandy or sandy loams, rich in humus, predominantly with neutral and weakly alkaline reaction (pH), low content of nitrogen in relation to carbon content (C : N), that creates favorable conditions for preservation of the vegetable remains in meadow landscapes. The conducted research results revealed that soils near touristic tracks and also on the territory of the ancient settlement are polluted by heavy metals, and their content exceeds sanitary and hygienic standards. The ecological condition of soils at the present stage can be characterized as average degree of disturbance resulting from recreational activity. Geochemical barriers are represented by organic and alkaline ones. However, due to the sandy and sandy-loamy soil texture waters of the lake coastal zone can be polluted by heavy metals as well. Soils of meadow-boggy landscapes of the coastal area are not polluted by heavy metals as far as it is a hard-to-reach region for tourists using automobile transport.

*Keywords:* castanozems, umbrisols, fluvisols, recreation, pollution, western coast of the Lake Baikal.

## REFERENCES

1. Antipov A.N., *Atlas Irkutskoi oblasti* (Atlas of the Irkutsk region), Moscow, Irkutsk: Institut geografii SO RAN, Roskartografiya, 2004.
2. Arinushkina E.V., *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* (Guide to the chemical analysis of soils), Moscow: MGU, 1970. 487 p.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

3. Vadyunina A.F., Korzhagina Z.A., *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* (Methods for studying the physical properties of soil), Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.
4. Vorob'yeva G.A., *Pochva kak letopis' prirodnykh sobytii Pribaykal'ya: problemy evolyutsii i klassifikatsii pochv* (Soil as a chronicle of natural events in the Baikal region: problems of soil evolution and classification.), Irkutsk: IGU, 2010. 205 p.
5. Grebenshchikova V.I., Lustenberg E.E., Kitayev N.A., Lomonosov I.S., *Geokhimiya okruzhayushchey sredy Pribaykal'ya (Baykal'skiy geoeologicheskii poligon)* (Environmental Geochemistry of the Baikal Region (Baikal Geocological test site)), Novosibirsk: "Geo", 2008, 234 p.
6. *GOST 26107 – 84* (USSR standard), Moscow: Gos. kom. SSSR po standartam, 1984, 12 p.
7. Gutareva O.S., *Kaynozoiyskiy karst v Priol'khon'ye (yugo-zapadnoye poberezh'ye oz. Baykal)* (Cenozoic karst in the Olkhon region (south-western coast of Lake Baikal)), *Speleologiya i karstologiya*, 2009, No. 2, pp. 77–82.
8. Dobrovolskii G.V., Urusevskaya I.S., *Geografiya pochv* (Soil geography), Moscow: MGU, 2006, 460 p.
9. Kas'yanova L.N., Azovskii M.G., *Stepnaya rastitel'nost' vyrovnennykh prostranstv ostrova Ol'khon (ozero Baikal)* (Steppe vegetation of the leveled spaces of the Olkhon Island (the Lake Baikal)), *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2016, No. 3, pp. 153–162.
10. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I., *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* (Classification and diagnosis of soils of Russia), Smolensk: Oykumena, 2004, 342 p.
11. Kuz'min V.A., *Pochvennyy pokrov. Pochvenno-geograficheskoye rayonirovaniye* (Soil cover. Soil-geographical zoning), In: *Atlas Irkutskoy oblasti* (Atlas of the Irkutsk region), Irkutsk: IG SO RAN, Roskartografiya, 2004, pp. 40–41.
12. Kuz'min S.B., Dan'ko L.V., *Paleoekologicheskiye modeli etnoprirodnykh vzaimodeystviy* (Paleoecological models of ethnic interactions), Novosibirsk: "Geo", 2011, pp. 39–66.
13. *GN 2.1.7.2042-06* (Hygienic standards of the Russian Federation), 2006, 4 p.
14. *PNDF 16.1:2.3:3.11-98* (State committee of the Russian Federation on environmental protection), Moscow, 1998, URL: <http://lawru.info/dok/1998/06/25/n421537.htm>.
15. Kolesnichenko V.T., Ufimtseva K.A., *Pochvennaya karta Irkutskoy oblasti* (Soil map of the Irkutsk region), Moscow: GUGK, 1988.
16. *GN 2.1.7.2041-06* (Hygienic standards of the Russian Federation), 2006, 8 p.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.  
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

17. Kharinskii A.V., Metallurgicheskie tsentry Priol'khon'ya kontsa I tysyacheletiya do n.e., nachala I tysyacheletiya n.e. (Metallurgical centers of the Olkhon region at the end of the 1<sup>st</sup> millennium BC, the beginning of the 1<sup>st</sup> millennium AD), *Zabaykal'ye v geopolitike Rossii*, Ulan-Ude: BNTS SO RAN, 2003, pp. 84–86.

18. Antipov A.N., *Ekologicheskii oriyentirovannoye planirovaniye zemlepol'zovaniya v Baykal'skom regione. Ol'khonskiy rayon* (Ecologically focused planning of land use in the Baikal region. Olkhon district), Irkutsk: Institut geografii SO RAN, 2004, 147 p.

19. Belozertseva I.A., Dorygotov D., Sorokovoy A.A., Soils of pool of lake Baikal and soil-ecological zoning in territory of Russia and Mongolia, *SYLWAN*, 2015, Vol. 159, No. 8, pp. 319–332.

20. Belozertseva I.A., Kichigina N.V., Abalakov A.D., Drovov V.V., Maryshkin D.I., Modern condition of landscapes in vicinities of the river Sarma at coast of lake of Baikal, *European Journal of Natural History*, 2014, No. 2, pp. 4–7.

21. Belozertseva I.A., Vorobjeva I.B., Vlasova N.V., Lopatina D.N., Janchuk M.S., Snow Pollution in Lake Baikal Water Area in Nearby Land Areas, *Water Resources*, 2017, Vol. 44, No. 3, pp. 471–484,

DOI: [10.1134/S0097807817030046](https://doi.org/10.1134/S0097807817030046).

22. Znamenskaya T.I., Vanteeva J.V., Solodyankina S.V., Factors of the development of water erosion in the zone of recreation activity in the Ol'khon region, *Eurasian soil science*, 2018, Vol. 51, No. 2, pp. 221–228,

DOI: [10.1134/S1064229318020151](https://doi.org/10.1134/S1064229318020151).

### **Ссылки для цитирования:**

Белозерцева И.А., Лопатина Д.Н., Зверева Н.А. Почвы восточного Приольхонья на побережье озера Байкал: современное состояние и использование // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97. С. 21-51. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-21-51

### **For citation:**

Belozertseva I.A., Lopatina D.N., Zvereva N.A., Soils of the eastern Priol'khonye on the coast of the Lake Baikal: current state and use, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2019, V. 97, pp. 21-51. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-21-51