

УДК 504.456

Б. Б. НАМСАРАЕВ*, **В. В. ХАХИНОВ****, **А. В. ТУРУНХАЕВ*****

* Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

** Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ

*** Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПЕРЕШЕЙКА ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС

Обсуждаются вопросы биоэкологических особенностей и биоразнообразия болотных систем перешейка п-ова Святой Нос (оз. Байкал). Показано, что подъем уровня озера в результате строительства каскада гидроэлектростанций на Ангаре привел к изменению естественного развития экосистем болот, водного баланса, гидрохимических характеристик, геоморфологии, функционирования микробных сообществ.

Ключевые слова: *болотные экосистемы, гидрохимические и гидрологические исследования, микроорганизмы.*

Some issues relating to the bioecological characteristics and biodiversity of the bog systems on the isthmus of Svyatoi Nos Peninsula of Lake Baikal are discussed. It is shown that the lake-level rise as a result of the construction of a cascade of hydroelectric stations on the Angara lead to a change in the natural development of bog ecosystems, water balance, hydrochemical characteristics, geomorphology, and in the functioning of microbial communities.

Keywords: *bog ecosystems, hydrochemical and hydrological investigations, microorganisms.*

Болота, занимая промежуточное положение между наземными и водными биогеоценозами, представляют собой сложные экосистемы, находящиеся в тесной зависимости от гидрологических и почвенных условий, и характеризуются своеобразной флорой и фауной. Контрастно выделяясь среди

© 2009 Намсараев Б. Б., Хахинов В. В. (khakhinov@mail.ru), Турунхаев А. В.

окружающих ландшафтов, они остаются одними из наименее преобразованных экосистем мира. Поэтому понимание механизмов их функционирования необходимо для решения проблем сохранения биологического разнообразия в условиях быстрого сокращения естественных ландшафтов [1–3].

На восточном побережье оз. Байкал широко развиты природные болотные комплексы, причем наиболее часто встречающиеся из них — евтрофные, мезотрофные и олиготрофные — имеют ограниченное распространение [4–6]. После строительства каскада гидроэлектростанций на Ангаре болотные образования прибрежной части стали развиваться в специфических условиях, определяемых подъемом уровня озера примерно на 2 м по сравнению с естественным.

В гидрологическом развитии Байкала можно выделить два периода: естественный, когда уровень воды колебался по природным причинам, и зарегулированный, когда уровень озера искусственно менялся в связи с необходимостью поддержания напорных условий плотины. Последний в конечном итоге привел к общему повышению уровня озера, увеличению амплитуды и изменению режима их колебаний. Именно перестройка уровневого режима стала основным фактором воздействия на экосистему Байкала. При этом в отсутствие ярко выраженного антропогенного фактора наблюдается ускорение (обновление) процессов функционирования экосистемы болот, например изменение водного баланса, гидрохимических характеристик, геоморфологии, функционирования микробных сообществ. Образуется особый вид болотных вод.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения роли ускоренного формирования болотообразования в естественных условиях в качестве модели выбрана территория перешейка п-ова Святой Нос, расположенного в зоне избыточного увлажнения (атмосферные осадки в среднем составляют 320 мм в год). Особенности зимне-весеннего сезона на этой территории в значительной степени определяются характером распределения и схода снежного покрова. Снегозапасы на болоте и в приболотном лесу практически одинаковы и превышают таковые на открытом озере в среднем на 70 %. После схода снега в формировании водного баланса принимают участие грунтово-болотные воды.

Реакция среды в болоте перешейка нейтральная — рН 6,7–7,1. В летнее время температура поверхностной воды практически не отличается от температуры воздуха. Вода обогащена органическим веществом, что подтверждается высокими значениями концентраций ХПК, гуминовых кислот. Болотные воды гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные со смешанным катионным составом. Минерализация не превышает 0,6 г/дм³, пределы концентрации Ca^{2+} — 2–20; SO_4^{2-} — 0,5–150; NH_4^+ — 0,45–0,85 мг/дм³. Летом минерализация увеличивается за счет испарительного концентрирования и капиллярного подтягивания влаги из глубоких горизонтов.

На участках с неглубоким залеганием подземных вод развиваются процессы засоления земель. Химизм засоления разнообразный — от хлоридно-гидрокарбонатного до содово-хлоридного. Повышенное содержание гидрокарбонат-иона, вероятно, связано с тем, что минеральное ложе болот состоит из карбонатных суглинков, это и приводит к обогащению болот минеральными веществами. Источником биогенных элементов служат минеральные породы, подвергающиеся заболачиванию. Основными продуцентами органических веществ в болотах являются наземные и водные растения, кислородные и аноксигенные фототрофные бактерии.

Гидрохимический анализ воды выполнен по общепринятым методикам [7]. В свежеприготовленных пробах определялась концентрация CO_2 , O_2 и биогенных веществ. Пробы воды и донных отложений отбирались с помощью батометра Молчанова и стратометра.

Численность и активность микроорганизмов определены в лабораторных условиях: целлюлолитиков и протеолитиков — методом предельных разведений в жидкой среде Пфеннига с субстратами (фильтровальной бумагой и, соответственно, пептоном), алилолитиков и сульфатредуцирующих бактерий — на плотной среде Пфеннига с субстратом (крахмалом) и на среде Видделя [8]. Протеолитическая и целлюлолитическая активность установлена аппликационным методом *in situ*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Гидрогеологические условия территории исследования характеризуются наличием двух водных горизонтов — болотных, находящихся главным образом в торфах, и грунтовых, приуроченных к аллювиальным песчано-гравийно-галечным отложениям. Малая мощность зоны аэрации и относительно высокая водопроницаемость торфов благоприятствуют тесному водообмену между болотными водами, зоной аэрации и атмосферой. Водоносные горизонты изолированы друг от друга прослоем суглинков, который может быть принят за водоупор. Уровень грунтово-болотных вод на 0,4–0,6 м превышает уровень второго горизонта.

В естественных условиях инфильтрация талых вод сквозь сезонно-мерзлый слой торфа значительно пополняет запасы болотных вод и вызывает резкий подъем их уровня на 0,2–0,4 м от поверхности земли. Иссущение верхних слоев торфа в летний период вызывает уменьшение влагозапасов в нижележащих слоях зоны аэрации и снижение уровня болотных вод. Однако из-за неглубокого залегания последних интенсивное испарение сопровождается капиллярным подтягиванием влаги с поверхности грунтовых вод, которое перекрывает дефицит влаги в зоне аэрации.

Переувлажнение торфов происходит при совокупном влиянии инфильтрационного питания и усиленного притока болотных вод, резкое пополнение запасов которых осуществляется в основном за счет талых вод. С дождями начинается подъем уровня болотных вод, прерываемый сухими периодами. Отметим, что заметное влияние атмосферных осадков сказывается лишь при величине их декадной суммы, превышающей 20 мм.

Во влажные годы в период дождей формируются поверхностные болотные воды, и большая часть болот превращается в топи. При промерзании торфа и одновременном снижении уровня болотных вод влага из средней части зоны аэрации мигрирует вверх — к фронту промерзания, и вниз — вслед за грунтовыми водами, в результате чего происходит спад уровня болотных вод до зимне-ранневесеннего минимума (1,3–1,6 м). В мерзлых слоях торфа влажность практически стабильна и изменяется лишь в граничных зонах: в кровле — при оттаивании сезонно-мерзлого слоя, и в подошве — при подъеме уровня грунтовых вод.

Окислительно-восстановительные процессы особенно активно протекают в деятельном слое, мощность которого зависит от колебаний уровня болотных вод. Механизм окислительно-восстановительных процессов в торфяных залежах болот определяется химическим составом органических веществ торфов, наличием зольных элементов, деятельностью микроорганизмов, а также химическим составом атмосферных осадков и грунтовых вод. В торфяной залежи заболоченного леса с мощностью торфа не более 0,7 м в слое 0,3 м поддерживаются резко окислительные условия (500–900 мВ). Ниже по профилю отмечается снижение Eh до –140 мВ. Торфяная залежь в открытой топи характеризуется окислительными условиями до глубины 0,2 м, ниже по профилю Eh приобретает отрицательные значения от –140 до –180 мВ. Несмотря на восстановительные условия, протекающие здесь биохимические процессы оказывают влияние на формирование геохимических условий деятельного горизонта, что проявляется в выделении болотных газов.

В результате повышения уровня озера произошли изменения в направленности развития экосистемы перешейка в целом. Эти изменения прежде всего связаны с гидрологическими, гидрохимическими, микробиологическими, биологическими и другими характеристиками.

Формирующиеся в пределах болота малые водотоки имеют повышенную концентрацию Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_2^- , органических веществ, что подтверждается высокими значениями ХПК. При подъеме уровня Байкала изменились условия стока поверхностных вод. Например, небольшая река Буртуй, дренирующая кристаллический массив кислых гранитоидов южной оконечности п-ова Святой Нос в пределах перешейка, изменила направление своего движения. В настоящее время разгрузка происходит не в Баргузинский залив Байкала, а в оз. Арангатуй. Прежде всего это связано с поднятием уровня своеобразного «базиса эрозии», вследствие чего эрозионная деятельность малого водотока в значительной степени ослабла. Русло р. Буртуй теряется в заболоченной прибрежной части оз. Арангатуй, где образовались труднопроходимые топи. Из-за замедления стока изменился химический состав речной воды, возросли минерализация, содержание органических веществ, сульфата, хлора (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав воды болотных экосистем (компоненты в мг/дм³)

pH	Eh	Электропроводность, мС/м	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	Fe^{2+}	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	Si
<i>Река Буртуй в пределах кристаллического массива п-ова Святой Нос</i>													
7,20	280	86	34	14	1,8	2,5	0,4	< 0,1	< 0,01	0,25	0,18	0,73	8,7
<i>Болото в районе впадения р. Буртуй в оз. Арангатуй</i>													
7,23	260	1190	244	32	9,7	29,5	138	0,8	0,02	0,06	0,20	1,80	44,2
<i>Район выхода термального источника «Кулиное болото» (65 °С)</i>													
9,50	240	950	122	2	0,8	32,2	117	0,7	< 0,01	0,28	0,22	0,28	68,4

**Содержание микроэлементов
в болотной воде и малом водотоке (мкг/дм³)**

Место отбора	Pb	Cu	Zn	V	Cr	Ni	Sr
Топь	0,9	0,9	10	0,9	2,5	2,0	30
Приподнятый блок	1,0	7,0	8	2,0	2,5	1,4	35
Заболоченный лес	0,6	4,0	9	1,3	1,5	1,2	32
Протока р. Буртуй	0,5	0,5	2	0,5	1,0	0,7	30

Наибольшая концентрация микрокомпонентов наблюдается на окраине болот в приподнятой части и в заболоченном лесу (табл. 2), что можно объяснить составом отложений верхней части разрезов на этих участках. В топи и протоках микроэлементы сорбируются на тонкодисперсных частицах оксидов железа, марганца, гуминовых кислот, которые содержатся здесь в больших концентрациях; в меньшей степени микроэлементы выводятся из раствора и концентрируются в верхних частях болот на торфах [9]. Совершенно очевидно очистительное воздействие болот, но стадийность протекания процессов, динамика очистительного воздействия, изменение его по сезонам года и зависимость от водообильности года еще не ясны.

В юго-восточной части п-ова Святой Нос находится минеральный источник «Кулиное болото», который в настоящее время находится под водой в результате подъема уровня грунтовых вод. Выходы воды на поверхность, приуроченные к разлому субмеридионального направления, фиксируются на значительной площади (около 0,5 км²) и проявляются в образовании воронок диаметром до 10 м с нарушенным торфяным покровом, на дне которых наблюдаются илистые отложения сероватого цвета. В грифонах источника повсеместно распространены бактериальные маты. Температура воды в обследованных нами источниках изменяется от 20 до 65 °С. Периодически со дна воронок поднимаются пузырьки газа — основным компонентом газового состава является азот, присутствует метан. На периферии термального поля, на участках развития мощного торфяного покрова, ощущается запах сероводорода. Состав вод в районе источника аналогичен составу болотных вод перешейка, но характеризуется повышенной щелочностью и содержанием биогенного элемента кремния (см. табл. 1).

Кустарниково-болотная растительность обширной территории перешейка играет важную экологическую защитную роль [9, 10]. Большая часть болотных группировок перешейка принадлежит травяно-гидрофильно-моховым типам. Растительность березово-осоково-моховая с вахтой формировалась в условиях избыточного и застойного увлажнения. Растения обитают в среде эвтрофной трясины, иногда тяготеют к краю болота, формируя мезотрофные участки. Эдификатором растительности является *Aulacomnium palustris*, ему сопутствуют мхи *Paludella squarrosa*, *Tomenthypnum nitens*, *Abietinella abietina*, *Sphagnum* sp., *Mnium* sp. Травяной ярус формируют болотные осоки (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. gracillia*), а также *Poa palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum palustre*, *Comarum palustre*, *Smilacina trifolia*, *Rumex maritimus*. Среди указанных видов в травостое выделяется вахта трехлистная. Наряду с мезотрофами развиваются синузии олиготрофа *Oxycoccus palustris* и кустарничков *Betula rotundifolia*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Chamaedaphne calyculata*.

В пределах распространения березово-осоково-моховых болот с вахтой наблюдаются обширные участки камышовых болот, развивающихся в условиях замещения моховой растительности при избыточном увлажнении. Поверхность березово-осоково-мохового с клюквой мезотрофного болота мелкобугристая с невысокими (15–20 и 30–50 см в диаметре) кочками. В растительном покрове доминируют мезоэвтрофы *Paludella squarrosa*, *Aulacomnium palustre*, *Tomenthypnum nitens* и сфагнум. Травянистая растительность болота (покрытие 40 %) создается в основном за счет обильного расселения *Carex limosa*, а также *Equisetum palustre*, *Drosera rotundifolia* и *Triglochin palustre*. Меньшее фитоценоотическое значение в создании травяного покрова имеют *Saxifraga hirculus* и *Epilobium palustre*. В исследуемом болотном массиве по всей его площади встречаются различной величины куртины из кустарников — *Betula rotundifolia*, *Ledum palustre* и *Andromeda polifolia*. Типичной для этого варианта болотной растительности является *Oxycoccus palustris*, которая селится на осоковых кочках, обрамляя их по периферии.

Ерничково-сфагновые болота занимают небольшие площади. Единично встречаются угнетенные деревья — кедр, ель, береза. Из кустарников доминирует березка круглолистная, которой сопутствуют низкорослые ивы, присутствуют кустарнички голубики, багульника болотного, из травянистых — глицерия. Покрытие высшей водной растительности не превышает 20–25 % литорали. В составе перифитона на высшей водной растительности выявлены нитчатые зеленые водоросли, цианобактерии и диатомеи.

Во всех водных и наземных болотных экосистемах перешейка обнаружены различные группы аэробных и анаэробных, автотрофных и гетеротрофных, хемотрофных и фототрофных микроорганизмов. Определение численности микроорганизмов показало широкое распространение сапрофитов, их

численность в различных местах варьирует от 10 до 100 тыс. кл/мл. Эти микроорганизмы наиболее распространены на участке болота, расположенного на западном берегу оз. Кулиного, где из растительности преобладают осока, хвощ, зеленые виды мха, кустарники, из древесных видов — береза.

Пробы отбирались из открытого участка болота, покрытого водой. Наименьшая численность сапрофитов выявлена в небольшом дистрофном озерке Арангатуйского болота — 10 тыс. кл/мл. В литоральной части оз. Кулиного, заросшего растительностью, их численность составляла 100 тыс. кл/мл. Сапрофитные бактерии представлены подвижными палочками, кокками. В культурах присутствуют бациллярные формы бактерий. Аэробные целлюлолитики представлены подвижными палочками разной величины. Среди анаэробов широко распространены кластридиальные формы бактерий.

Большой интерес среди микроорганизмов-гидролитиков представляют целлюлозоразлагающие бактерии, поскольку им принадлежит главенствующая роль в круговороте углерода [11]. Самый многочисленный пул целлюлолитиков (1 тыс. кл/мл) выявлен на западном берегу оз. Кулиного. На участке, расположенном на западной границе Арангатуйского болота, в 500–600 м от побережья Баргузинского залива, содержится их наименьшее количество — 10 кл/мл. В термальных источниках, где условия для жизнедеятельности микроорганизмов наиболее благоприятны, наблюдается повышенное содержание выявляемых физиологических групп бактерий по сравнению с болотами. Численность сапрофитов в источниках достигает 100–1000 тыс. кл/мл; целлюлозоразлагающие бактерии составляют 1–10 тыс. кл/мл.

Прямое микроскопирование проб показало значительное морфологическое разнообразие микроорганизмов. Обнаружено большое количество фототрофных организмов, среди которых морфологически различимы: цианобактерии, образующие толстые нити; зеленые и пурпурные бактерии; диатомовые водоросли. Из бактерий преобладают палочковидные и кокковидные формы, также встречаются спириллы и вибрионы.

Несмотря на то, что для поверхности болот значения окислительно-восстановительного потенциала исчисляются в плюсовых значениях, в их нижележащих горизонтах идут анаэробные процессы, о чем свидетельствует интенсивное выделение газов. Газы по составу азото-метановые. Большая их часть представлена азотом (до 80 %), что, по-видимому, связано с деятельностью денитрофицирующих бактерий, которые используют NO_2^- и NO_3^- . Относительно высокое содержание метана (до 30 %) свидетельствует об интенсивном процессе метанобразования. Содержание углекислого газа в пробах достигает 10 %.

Уникальные экологические условия болот прибрежной части оз. Байкал, длительный и сложный процесс их развития в голоцене повлияли на современный состав и структуру фауны. Особенности болотных экосистем во многом определяют состав и население обитающих здесь наземных позвоночных. В свою очередь, позвоночные, участвуя в круговороте веществ, создании и трансформации биологической продукции, передаче энергии по звеньям трофической цепи и других биотических процессах, в определенной мере влияют на облик биоценоза болот. Таким образом, наземные позвоночные являются биоиндикаторами состояния экосистемы, использование которых в качестве объекта комплексного мониторинга позволит познать реакции болотных биоценозов на естественные и антропогенные воздействия.

На Арангатуйских болотах отмечено около 140 видов наземных позвоночных, относящихся к 4 классам, 20 отрядам и 43 семействам [12–13]. Отмечено 24 вида млекопитающих из шести отрядов: насекомоядные — 5 видов, рукокрылые — 3, зайцеобразные — 1, грызуны — 6, хищные — 7, парнокопытные — 2 вида. Земноводные представлены тремя видами из двух отрядов, двух семейств, пресмыкающиеся — тремя видами из одного отряда (чешуйчатые) и трех семейств.

Состав болотной авифауны разнообразен и отражает конкретные экологические условия этих ландшафтов [14–16]. Высока доля гидрофильных (~43 %) и лугово-полевых (~47 %) птиц, значительно меньше дендрофильных и синантропных. По местам гнездования наземногнездящиеся виды (~73 %) значительно превосходят другие экологические группы — гнездящиеся на деревьях и кустарниках (~22 %) и в дуплах (~5 %), что связано с преобладанием открытых и слабо облесенных пространств болот. Распределение птиц по территории болот весьма неоднородно. При переходе от суходольных местообитаний (островки леса, край болота) к типично олиготрофным участкам количество видов и плотность их населения снижаются. Наиболее заселены периферийные участки. Увеличение численности видов происходит здесь в основном за счет дендрофильных птиц.

В переходной зоне между лесом и болотом наблюдаются существенная перестройка структуры орнитоценоза и изменение характера его функционирования. Ядро авифауны составляют гнездящиеся виды (50–60 %), при этом значительную долю среди них занимают перелетные виды. Встречаются эвритопные виды, таежные, проникающие на болота из приграничных лесных массивов, птицы из населенных пунктов, околородные, залетающие с Байкала, ближних горных речек и озер прибрежной

зоны. Количество не характерных для болот видов особенно увеличивается в позднелетний период, когда большинство птиц начинают кочевать. Среди транзитных мигрантов преобладают водоплавающие и околоводные.

В настоящее время все отчетливее проявляется роль крупных труднодоступных болотных массивов как исключительно важных естественных убежищ не только для целого ряда редких и исчезающих видов птиц, но и для других представителей флоры и фауны. Таким образом, водно-болотные угодья перешейка п-ова Святой Нос, как и в целом Прибайкалья, выполняют ключевые функции по сохранению биологического разнообразия Байкальского региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подъем уровня оз. Байкал сказался не только на подъеме грунтовых вод, но и на характере текущих поверхностных. Признаками таких процессов являются изменения водного баланса, гидрохимических характеристик, геоморфологии.

Смена гидрологического режима отразилась на развитии болотных биогеоценозов: появились растительные ассоциации, характерные для избыточного увлажнения; изменился видовой состав наземных животных. Микробиологические исследования также свидетельствуют об обновлении процессов болотообразования. Проведенные исследования выявили своеобразие фауны болотных экосистем, которая отличается смешанным составом и занимает пограничное (экотонное) положение, особенно на границе леса и болота.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы», Ведомственной аналитической научной программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2.2.1.1.7334 НОЦ «Байкал»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кац Н. Я. Болота земного шара. — М.: Наука, 1971. — 295 с.
2. Вомперский С. Э., Иванов А. И., Цыганова О. П. и др. Заболоченные почвы и болота России и запасы углерода в их торфах // Почвоведение. — 1994. — № 12. — С. 17–26.
3. Вомперский С. Э. Биосферное значение болот в углеродном цикле // Природа. — 1994. — № 7. — С. 44–50.
4. Петрович П. И. Низинные торфяные почвы Бурятии. — Улан-Удэ, 1974. — 140 с.
5. Ляхова И. Г. О выделении юго-восточного побережья Байкала в особый торфяно-болотный район // Проблемы экологии Прибайкалья. — Иркутск, 1982. — С. 55–61.
6. Ляхова И. Г., Косович И. Г. Болота Прибайкалья и их природоохранное значение // Уникальные объекты живой природы бассейна Байкала. — Новосибирск: Наука, 1990. — 224 с.
7. Фомин Г. С. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: Энциклопедический справочник. — М.: Протектор, 2000. — 848 с.
8. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных вод. — Л.: Наука, 1974. — 193 с.
9. Лисс О. Л. Экологическая роль болотных систем // Экология и почвы. — Пушкино, 1998. — Т. 1. — С. 190–200.
10. Намзалов Б. Б., Богданова К. М., Быков И. П. и др. Бурятия: растительный мир. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 1997. — Вып. 2. — 250 с.
11. Заварзин Г. А. Бактерии и состав атмосферы. — М.: Наука, 1984. — 194 с.
12. Моложников В. Н. Распространение земноводных и пресмыкающихся на полуострове Святой Нос и островах Чивыркуйского залива // Труды Баргузин. заповедника. — Улан-Удэ, 1970. — Вып. 6. — С. 85–87.
13. Lipa M., Reiter A. Mammals of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. — Praga: Ninox Press, 1992. — P. 105–117.
14. Heyrovsky D., Mlikovsky J., Styblo P., Koutny T. Birds of the Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. — Praga: Ninox Press, 1992. — P. 33–75.
15. Samek R., Samkova L. Amphibians of the Svjatoj Nos wetlands, Lake Baikal // Ecology of The Svjatoj Nos Wetlands, Lake Baikal. Results of the Svjatoj Nos 1991 expedition. — Praga: Ninox Press, 1992. — P. 127–135.
16. Reiter A., Andreas M., Benda P. et al. Mammals fauna of the Svjatoj Nos peninsula and isthmus, Lake Baikal // Siberian Naturalist. — Praha: Ninox Press, 1995. — Vol. 1. — P. 41–71.

Поступила в редакцию 4 мая 2008 г.