

И. Б. ВОРОБЬЁВА^{1,2}, Н. В. ВЛАСОВА¹, О. В. ГАГАРИНОВА¹, С. А. МАКАРОВ¹,
А. П. СОФРОНОВ¹, М. С. ЯНЧУК¹

¹ Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, vlasova@irigs.irk.ru, whydro@irigs.irk.ru, makarov@irigs.irk.ru, alesofronov@yandex.ru

² Иркутский научный центр СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, irene@irigs.irk.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА ЛИСТВЯНКА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Изложены результаты исследований, выполненных в 2016 г. в зимний и летний сезоны, по характеристике современного состояния поселка Листвянка и его окружения. Установлено, что в пределах рассматриваемой территории развиты геоморфологические процессы: оползни, сльив, крип, эрозия, сели редкой повторяемости, абразия. На днищах падей широко развито торфообразование и мерзлотное пучение грунтов. Изучение растительного покрова показало, что необратимой деградации лесов в окружении поселка нет и при отсутствии пожаров возможно восстановление коренных лиственнично-темнохвойных и сосновых лесов. Внутри поселка и по обочинам дорог обнаружено внедрение культурных садовых растений в местные растительные сообщества. Общие закономерности распределения современной растительности проявляются в том, что в лесной растительности преобладают вторичные сообщества. Исследования снежного покрова показали незначительные изменения в кислотно-щелочных условиях. Установлено, что в снежном покрове поселка и на акватории озера присутствуют ионы NH_4^+ , Cl^- и PO_4^{3-} . Наиболее высокие показатели твердого вещества отмечены на вершинах падей. Проведенные гидрологические исследования и данные химического анализа воды показали превышения содержания аммонийного азота в р. Крестовка и руч. Банный в среднем в 2 раза по отношению к нормам, принятым для оз. Байкал. Также в воде отмечено высокое содержание взвешенных веществ, превышающее допустимые величины. Повышенный вынос взвешенных веществ обусловлен высокой водностью периода (после дождей), нарушенностью подстилающей поверхности водосборов и трансформацией русел водотоков.

Ключевые слова: растительность, поверхностные воды, снежный покров.

I. B. VOROBYEVA^{1,2}, N. V. VLASOVA¹, O. V. GAGARINOVA¹, S. A. MAKAROV¹,
A. P. SOFRONOV¹, AND M. S. YANCHUK¹

¹ V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1, Russia, vlasova@irigs.irk.ru, whydro@irigs.irk.ru, makarov@irigs.irk.ru, alesofronov@yandex.ru

² Irkutsk Scientific Center SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia, irene@irigs.irk.ru

CURRENT STATE OF THE LISTVYANKA SETTLEMENT ENVIRONMENT ACCORDING TO THE STUDIES OF VEGETATION, SURFACE WATER AND SNOW COVER

The results of research carried out in 2016 in winter and summer seasons, considering the current conditions of Listvyanka settlement and its surroundings, are represented. It has been established that geomorphological processes (landslides, earth flows, creep, erosion, debris flows of rare repeatability, and abrasion) are developing within the study area. The processes of peat formation and permafrost heaving are observed on the bottoms of creek valleys. The study of the vegetation showed that there is no irreversible degradation of forests in the settlement's surroundings, and given that the area is not affected by wildfire the re-growth of indigenous larch and conifer and pine forests will be possible. In the settlement and on roadsides, we found cultural garden plants incorporated into the local wild plant communities. The identified general patterns of present-day vegetation distribution evidence the domination of secondary communities in the forest vegetation. Results of the snow cover analysis showed minor changes in the acid-alkaline conditions. It was found that the snow cover in the village and in the lake basin contains NH_4^+ , Cl^- , and PO_4^{3-} ions. The highest levels of particulates are observed in topmost parts of the valley. Hydrological studies and data of chemical water analysis showed the excess of ammonia nitrogen content (on 2-fold average versus the permissible limits adopted for Lake Baikal) in the water of the Krestovka River and Banny creek, where content of suspended solids exceeding the allowable values was also marked. Higher levels of particulates in surface waters are associated with seasonal high water stand (after rainfalls), with disturbed surfaces of watersheds, and due to transformations in watercourses channels.

Keywords: vegetation, surface water, snow cover.

© 2016 Воробьёва И. Б., Власова Н. В., Гагаринова О. В., Макаров С. А., Софронов А. П., Янчук М. С.

ВВЕДЕНИЕ

Поселок Листвянка является характерным примером населенного пункта, расположенного на берегу оз. Байкал, в котором интенсивно идет строительство частных домов, гостиниц и сетей специализированных кемпингов для туристов, бытовые стоки которых не утилизируются, не очищаются либо очищаются недостаточно и поступают в оз. Байкал.

Химический состав поверхностных и подземных вод в значительной степени зависит от атмосферных осадков в виде дождя и снега, а также от степени и характера общего антропогенного воздействия на природную среду.

Растительность — важный компонент окружающей среды. Изучение антропогенных нагрузок на окружающую среду осложняется отсутствием интегрального показателя, который бы содержал информацию об этом воздействии за определенный промежуток времени (год, сезон и т. д.). В качестве индикатора атмосферного загрязнения используются аномалии химических элементов в почвенном покрове, являющемся средой-депонентом загрязняющих веществ. Кроме того, в течение зимнего периода загрязнение атмосферы как бы проецируется на однородный по свойствам естественный субстрат — снежный покров, который сохраняет геохимическую информацию вплоть до начала снеготаяния.

Цель исследования — дать характеристику современного состояния территории поселка и его окружения по состоянию растительности, поверхностных вод и снежного покрова.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами детального исследования являются растительный покров, поверхностные воды, снежный покров в поселке и на акватории оз. Байкал, в зоне влияния населенного пункта. Геоботанические описания, гидрологические исследования, отбор проб снега и химико-аналитические работы проводились по стандартизованным и общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поселок узкой лентой протянулся по береговой террасе под очень крутыми сосновыми склонами, располагаясь одновременно у истока Ангары и на берегу Байкала. Крутые склоны Приморского хребта пересекают пади Сенная, Банная, Крестовая, Малая Черемшанка и Большая Черемшанка, которые в поперечном сечении представлены трапецеидальными долинами с узкими днищами и крутыми склонами (рис. 1). Пади отделяются друг от друга гребневидными водоразделами, они дренируются водотоками. Согласно физико-географическому районированию [1], поселок Листвянка и его окружение относятся к Приморскому эрозионно-денудационному среднегорному таежному топорайону Приморско-Онотского горно-таежного и подтаежного округа Прибайкальской гольцово-горно-таежной и котловинной провинции Байкало-Джугджурской горно-таежной области.

В геологическом строении района исследований принимают участие интрузивные породы архейско-нижнепротерозойского возраста, представленные габброидами, измененные до состояния кристаллосланцев, лейкократовыми биотитовыми гранитами, плагиогранитами и граносиенитами.

В пределах рассматриваемой территории развиты следующие геоморфологические процессы: оползни, сплывы, крип, эрозия, сели редкой повторяемости, абразия. На днищах падей широко развито торфообразование и мерзлотное пучение грунтов.

Поселок расположен в границах Западнобайкальского светлохвойного таежного округа Байкальской озерно-котловинной провинции Байкало-Джугджурской горной области [2]. Коренные растительные сообщества представлены светлохвойными сосновыми и лиственничными лесами с участием темнохвойных лесов и степей, влияние Байкала создает специфические мезоклиматические условия, способствующие развитию темнохвойных лесов из кедра и пихты. В современном растительном покрове пихтовые и кедровые сообщества играют подчиненную роль из-за слабой устойчивости данных видов к верховым и низовым пожарам.

Общая закономерность распределения современной растительности — в лесной растительности преобладают вторичные сообщества. Теневые склоны занимают осиново(*Populus tremula*)¹-березовые(*Betula pendula*) ольховниково(*Duschekia fruticosa*)-рододендровые(*Rhododendron dauricum*) бруснич-

¹ Латинские названия сосудистых растений приведены согласно «Конспекту флоры Иркутской области» [3].



Рис. 1. Поселок Листвянка, береговая линия, падь Крестовая.

Съемка выполнена с квадрокоптера PHANTOM 3, высота — 106 м, 25 августа 2016 г.

но (*Vaccinium vitis-idaea*)-разнотравные (*Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Rubus saxalilis*, *Aquilegia sibirica*, *Gallium boreale*, *Pyrola rotundifolia*, *Carex* sp. и др.), часто с баданом (*Bergenia crassifolia*) ценозы с участием кедра (*Pinus sibirica*) и пихты (*Abies sibirica*). На пологих южных склонах данные сообщества сменяются молодыми сосновыми (*Pinus sylvestris*) душекиево-рододендровыми бруснично-вейниково (*Calamagrostis* sp.)-разнотравными (*Lathyrus humilis*, *Chrysanthemum zawadskii* и др.) лесами. На привершинных склонах северной экспозиции сохранились небольшие участки пихтово-кедровых багульниково (*Ledum palustre*)-баданово (*Bergenia crassifolia*)-мелкотравно (*Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*, *Oxalis acetosella*)-зеленомошных (*Pleurozium schreberi*) лесов. На крутых южных каменистых склонах, обращенных к Байкалу, развиваются степные злаково (*Agropyron cristatum*, *Poa* sp., *Elymus sibiricus*)-разнотравные (*Linaria vulgaris*, *Thymus* sp., *Artemisia mongolica*, *Delphinium grandiflorum* и др.) сообщества с участием кустарников (*Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea salicifolia*, *S. media*). В самом же населенном пункте растительность открытых участков представлена сообществами из сорной растительности с участием кустарников и высокотравья. Доминирующая роль в растительном покрове днищ долин принадлежит кустарниковым (*Betula* sp., *Salix*, *Pentaphylloides fruticosa*, *Spiraea salicifolia* и др.) сообществам с крупнотравьем (*Filipendula palmata*, *Cacalia hastata*, *Aconitum baicalense*, *Urtica dioica*, *Calamagrostis* sp., *Matteuccia struthiopteris* и др.). Наиболее хорошо лугово-кустарниковые сообщества развиты в пади Крестовой. Это обусловлено геоморфологическими условиями долины — ее шириной и незначительным уклоном к Байкалу. Берег Байкала занимают разреженные галечниковые сообщества из видов полыней (*Artemisia*), крапивы (*Urtica cannabina*), пырея (*Elymus repens*), горцев (*Polygonum*) и др. У лесных ценозов в силу высокой степени нарушенности происходит активное взаимопроникновение видов, их слагающих. Вследствие этого наблюдается сглаживание границ между сообществами. Процессы восстановительных сукцессий в сообществах идут активно. В лесных сообществах пологих склонов и склонов теневых экспозиций наблюдается значительное количество разновозрастного подроста кедра, но из-за регулярного воздействия пожаров кедр не выходит в доминирующий ярус древостоя и не достигает возраста плодоношения.

Характер растительности и специфика рельефа побережья обуславливают неравномерность распределения снегового покрова и его химического состава по территории поселка и его окружения.

Установлено, что в снежном покрове щелочно-кислотные условия (рН) находятся в пределах 5,9–7,0, на льду значения рН 6,1–6,5, на высоте 713 м (т. 006) рН 7,0, т. е. среда меняется относительно слабо (табл. 1). Ионы аммония, нитраты, нитриты, хлориды и фосфаты обнаружены во всех пробах, тогда как сульфат-ион выявлен только в одной пробе снега (т. 21 — южный макросклон).

Таблица 1

Химический состав снега (мг/дм³), содержание нефтепродуктов

Номер точки	Наименование	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Сумма ионов	Взвешенное вещество, г/дм ³	Выпадение, г/м ²	Запасы, мм	Нефтепродукты, мг/дм ³
1В	Снег	6,2	1,22	2,67	0,027	2,50	0,040	0,27	6,727	0,018	5,38	87	0,053
2с	Снег	6,3	1,83	2,67	0,022	5,05	0,030	0,40	10,002	0,108	19,02	51	0,023
2Бс	Снег на льду	6,3	1,83	3,03	0,014	2,65	0,020	0,12	7,664	0,005	0,10	11	0,009
5Бс	Снег на льду	6,3	1,83	2,67	0,030	2,95	0,010	0,18	7,670	0,006	0,10	10	0,013
6	Снег	6,5	1,83	3,03	0,030	4,10	0,025	0,23	9,245	0,005	1,26	25	0,021
6-16	Снег	6,4	1,83	2,85	0,027	3,15	0,060	0,39	8,307	0,018	3,36	55	0,021
50	Снег	6,5	2,44	3,03	0,052	2,55	0,020	2,20	10,292	0,059	20,80	22	0,081
8	Снег	6,4	1,22	3,21	0,014	1,90	0,020	0,36	6,724	0,023	3,70	37	0,026
52	Снег	6,4	1,83	2,67	0,022	2,90	0,180	0,37	7,972	0,009	1,64	46	0,022
10Бс	Снег на льду	6,1	4,88	3,21	0,028	3,20	0,030	0,29	11,638	0,008	0,24	13	0,015
11-3	Снег	6,2	1,83	2,32	0,022	1,90	0,025	0,40	6,497	0,039	8,74	55	0,066
11	Снег	5,9	2,44	2,67	0,040	2,95	0,060	0,80	8,960	0,018	3,44	45	0,008
41Бс	Снег на льду	6,5	2,44	3,03	0,018	1,90	0,010	0,25	7,648	0,076	1,87	21	0,033
17	Снег	6,3	1,83	2,85	0,030	2,20	0,035	0,40	7,345	0,022	4,90	67	0,041
006	Снег	7,0	5,49	2,50	0,040	4,60	0,045	0,29	12,965	0,048	6,04	84	0,119
005	Снег	6,4	3,66	2,67	0,066	4,90	0,110	1,60	13,006	0,051	8,58	71	0,119
20	Снег	6,3	2,44	2,67	0,038	3,15	0,050	1,00	9,348	0,003	0,62	36	0,045
21	Снег	6,8	2,44	2,67	0,076	3,10	0,800	1,50	34,386	0,039	8,28	44	0,079
22	Снег	6,1	3,05	2,67	0,036	3,65	0,120	0,80	10,326	0,025	4,32	54	0,038
23	Снег	6,3	1,83	3,39	0,031	2,50	0,045	0,34	8,136	0,023	5,36	42	0,036
63	Снег	6,4	1,22	3,21	0,031	2,55	0,040	0,36	7,411	0,018	3,46	27	0,052
2г	Снег	6,1	3,05	3,03	0,032	2,85	0,030	1,60	10,592	0,025	6,04	Не опр.	0,076
3г	Снег	6,3	1,22	2,67	0,032	2,85	0,030	0,25	7,052	0,023	8,58	Не опр.	0,048
4г	Снег	6,2	2,44	2,50	0,032	3,55	0,060	0,80	9,382	0,025	0,62	Не опр.	0,051
5г	Снег	5,8	2,44	2,67	0,033	4,65	0,195	1,60	11,588	0,034	8,28	Не опр.	0,146
6г	Снег	6,1	2,44	3,21	0,047	2,35	0,035	0,35	8,432	0,023	4,32	Не опр.	0,075
7г	Снег	6,3	1,83	2,50	0,027	2,55	0,035	0,31	7,252	0,019	5,36	Не опр.	0,029

Содержание твердого вещества зависит от местоположения и варьирует от 0,1 г/м² (на льду Байкала) до 20,8 г/м² (внутри поселка), что согласуется с ранее полученными данными [4, 5]. На снежный покров попадают продукты сжигания топлива, поскольку в поселке используют печное отопление, что и подтверждают результаты исследований.

Таблица 2

Химический состав вод р. Крестовка и руч. Банный в 2016 г.

Номер точки	Место отбора	Расход, м ³ /с	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Н/п, мг/дм ³	В/в, г/дм ³
				мг/дм ³								
1	Р. Крестовка	2,030	7,54	3,2	0	0,02	0,70	0,008	0,05	18,30	0,011	0,025
2	Руч. Банный (верховье)	0,013	7,92	4,3	0	0,00	0,47	0,004	0,13	51,85	0,011	0,039
3	Руч. Банный (сред. течение)	0,018	8,00	3,9	0	0,01	0,08	0,004	0,50	70,15	0,006	0,035
4	Руч. Банный (устье)	0,015	8,05	3,9	0	0,03	0,54	0,004	0,20	79,30	0,008	0,009
	ПДС	—	—	28	30	1,0	0,3	0,05	2,5	—	0,022	0,025

Примечание. Н/п — содержание нефтепродуктов; В/в — взвешенное вещество. ПДС — допустимое содержание веществ в сточных водах при сбросе в оз. Байкал из Приложения 1 к Приказу Минприроды России от 5 марта 2010 г. № 63 [6].



Рис. 2. Вынос взвешенного вещества р. Крестовкой в оз. Байкал.

Съемка выполнена с квадрокоптера PHANTOM 3, высота — 106 м, 25 августа 2016 г. Белая штриховая линия — граница выноса взвешенного вещества.

Гидрологические исследования в 2016 г. проводились на р. Крестовка и руч. Банный. Данные химического анализа воды показали превышения содержания аммонийного азота в воде обоих водотоков в среднем в 2 раза по отношению к нормам, принятым для оз. Байкал (табл. 2) [6]. Полученные результаты свидетельствуют о поступлении в водные объекты хозяйственно-бытовых стоков с прилегающей территории. Кроме того, в воде отмечается высокое содержание взвешенных веществ, также превышающее допустимые величины. Повышенный вынос взвешенных веществ обусловлен высокой водностью периода (после дождей), нарушенностью подстилающей поверхности водосборов и трансформацией русел водотоков.

Результаты исследований свидетельствуют, что показатели концентраций химических элементов в прибрежных водах Листвянки в определенной степени зависят от впадающих водотоков. Смешение речных и озерных вод происходит медленно, речные воды длительное время сохраняют свои характеристики в малоизмененном виде (рис. 2). На состав прибрежных вод прямое воздействие оказывает сток дождевых и снеговых вод, химический состав которых формируется в процессе растворения компонентов подстилающей поверхности (снег, почвы, горные породы).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования на территории поселка и его окружения показали:

— следов необратимой деградации лесов за пределами населенного пункта не выявлено; при отсутствии пирогенного фактора возможно восстановление коренных лиственнично-темнохвойных и сосновых лесов; по обочинам дорог и на территории поселка наблюдается внедрение культурных садовых растений в местные растительные сообщества, что требует отдельного флористического исследования и анализа видов-адвантов;

— установлено наличие ионов NH_4^+ , Cl^- и PO_4^{3-} в снеге в поселке и на акватории озера. Наиболее высокое содержание твердого вещества отмечается на вершинах падей и за пределами поселка. Этому способствуют ветровые потоки, переносящие продукты техногенеза в глубь падей, и строение самих падей (крутые склоны и узкие днища);

— высокое содержание взвешенных веществ в воде, которое превышает допустимые величины, в значительной степени связано с трансформацией водосборов, пойменно-долинных комплексов и русел водотоков.

Работа выполнена в рамках Интеграционной программы ИИЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Михеев В. С.** Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. — Новосибирск: Наука, 1987. — 208 с.
2. **Белов А. В., Лямкин В. Ф., Соколова Л. П.** Картографическое изучение биоты. — Иркутск: Облмашинформ, 2002. — 160 с.
3. **Чепинога В. В., Степанцова Н. В., Гребенюк А. В., Верхозина А. В., Виньковская О. П., Гнутиков А. А., Дулепова Н. А., Енущенко И. В., Зарубин А. М., Казановский С. Г., Коновалов А. С., Коробков А. А., Луферов А. Н., Росбах С. А.** Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения). — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2008. — 328 с.
4. **Воробьёва И. Б., Напрасникова Е. В., Власова Н. В.** Эколого-геохимические особенности снега, льда и подледной воды южной части озера Байкал // Геоэкология. Инж. геология. Геокриология. — 2009. — № 1. — С. 54–60.
5. **Воробьёва И. Б., Напрасникова Е. В., Власова Н. В.** Исследование гидрокриогенных компонентов Юго-Западного побережья Байкала (эколого-геохимический аспект) // Лед и снег. — 2010. — № 2 (110). — С. 56–60.
6. **Приказ** Минприроды России от 5 марта 2010 г. № 63 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» [Электронный ресурс]. — <http://base.garant.ru/12176656/> (дата обращения 12.10.2016).

Поступила в редакцию 9 ноября 2016 г.
