

УДК 579.6(571.53)

DOI [10.17150/1993-3541.2015.25\(5\).913-920](https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25(5).913-920)

О. А. БЕЛЫХ

*Байкальский государственный университет экономики и права,
г. Иркутск, Российская Федерация*

А. В. МОКРЫЙ

*Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского,
пос. Молодежный, Российская Федерация*

М. А. ГАЛЕМИНА

*Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского,
пос. Молодежный, Российская Федерация*

Л. В. КАНИЦКАЯ

*Байкальский государственный университет экономики и права,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Э. Т. СУЛТАНОВА

*Байкальский государственный университет экономики и права,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Е. В. ЧУПАРИНА

*Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН,
г. Иркутск, Российская Федерация*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ г. БАЙКАЛЬСКА

Аннотация. В настоящее время экологическая оценка наряду с традиционными факторами производства относится к ключевому экономическому ресурсу, необходимому для прогнозирования развития туристических дестинаций. Анализ современной научной литературы свидетельствует об отсутствии единого подхода к понятию экологической информации и методам ее оценки, необходимости разграничения понятий экологической информации и рекреационного ресурса. В статье рассматривается экологическая оценка состояния пригородных лесов и лесопарков для возможностей планирования и развития рекреации и туризма в г. Байкальске Иркутской области. Акцентируется важность оценки состояния основных лесобразующих пород: сосна сибирская, лиственница сибирская, сосна кедровая, пихта обыкновенная. Обсуждаются данные химического состава хвои основных лесобразующих пород г. Байкальска. Результаты исследований выявили, что все показатели содержания условно токсичных элементов в хвое лесобразующих пород не превышают предельно допустимых норм.

Ключевые слова. Растительные ресурсы; тяжелые металлы; сосна сибирская; лиственница сибирская; сосна кедровая; пихта сибирская.

Информация о статье. Дата поступления 21 июня 2015 г.; дата принятия к печати 6 июля 2015 г.; дата онлайн-размещения 30 октября 2015 г.

Финансирование. Государственное задание Министерства образования и науки РФ «Организация проведения научных исследований» № 2014/52.

O. A. BELYKH

*Baikal State University of Economics and Law,
Irkutsk, Russian Federation*

A. V. MOKRYYY

*Irkutsk State Agrarian University n.a. A. A. Ezhevsky,
Molodezhny Settlement, Russian Federation*

M. A. GALEMINA

*Irkutsk State Agrarian University n.a. A. A. Ezhevsky,
Molodezhny Settlement, Russian Federation*

L. V. KANITSKAYA

*Baikal State University of Economics and Law,
Irkutsk, Russian Federation*

E. T. SULTANOVA

*Baikal State University of Economics and Law,
Irkutsk, Russian Federation*

E. V. CHUPARINA

*Institute of Geochemistry n.a. Vinogradov of SB of RAS,
Irkutsk, Russian Federation*

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF BAIKALSK SUBURBAN FORESTS

Abstract. Environmental assessments as well as traditional factors of production are regarded today as the key economic resources required for tourist destinations development forecasting. The analysis of the mod-

ern scientific literature exemplifies the lack of a unified approach to the notion of environmental information and its evaluation methods; it also justifies the need to distinguish the concepts of environmental information and recreational resources. This article is intended to consider the environmental assessment of the state of forests and suburban parks in Baikalsk in order to define the opportunities for organization and development of recreation and tourism in this town located in Irkutsk Oblast. The importance of assessing the state of the main tree species, such as *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris* is emphasized. The chemical composition of the needles of main tree species of suburban forests and parks of Baikalsk is analyzed. Proceeding from the conducted research, it is concluded that all indexes indicating toxic elements concentrations in the needles do not exceed the maximum allowable limit.

Keywords. Plant resources; heavy metals; *Pinus sibirica*; *Picea obovata*; *Abies sibirica*; *Pinus sylvestris*.

Article info. Received June 21, 2015; accepted July 6, 2015; available online October 30, 2015.

Financing. The governmental assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation «Organization of academic research» No. 2014/52.

В соответствии с Концепцией развития туризма в Иркутской области выделены районы, приоритетные для развития туристско-рекреационной деятельности. Наиболее привлекательными с точки зрения развития туризма являются районы Южного Прибайкалья, поскольку они имеют выход к оз. Байкал, уникальные исторические и природные объекты, относительно развитую инфраструктуру [8]. В связи с этим для социально-экономического развития г. Байкальска чрезвычайно актуальна проблема оценки состояния окружающей среды [4]. Природными условиями для развития рекреации и туризма являются не только разнообразие, но и состояние природных ландшафтов, почвы, воды и дикорастущих растений. Одними из наиболее значимых индикаторов экологической обстановки при антропогенном воздействии на лесные экосистемы выступают параметры древостоя, так как именно древостой принимает на себя основную нагрузку, определяя последующую циркуляцию химических элементов. При этом роль регуляторного звена принадлежит ассимилирующим органам [2; 6]. В последнее время большое внимание уделяется исследованию влияния различных поллютантов на хвойные деревья в условиях Прибайкалья. Так, сотрудниками Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН Т. И. Михайловой с соавторами подробно изучено воздействие токсичных элементов на ассимиляционный аппарат сосны [1; 6; 10], А. С. Плешановым и Т. И. Морозовой проведено исследование состояния пихтовых лесов [7], В. И. Ворониным составлены карты лесопатологического состояния лесов Хамар-Дабана [2]; сотрудниками Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН Г. В. Кузнецовой и другими исследователями проведено изучение кедров сибирского [3].

Цель нашего исследования состояла в проведении анализа накопления микроэлементов в хвое лесообразующих пород пригородных

лесов г. Байкальска Иркутской области и оценки их ассимиляционного потенциала для целей туризма и рекреации.

Материалы и методы. Леса оз. Байкал являются важнейшим звеном его экологической системы. Горные темнохвойные леса северного макросклона хребта Хамар-Дабан в настоящее время не испытывают больших лесозаготовительных нагрузок. Объектом исследований послужила хвоя лесообразующих пород в Байкальской Сибири:

– пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) — несмотря на высокую морозостойкость, теплолюбива, требовательна к богатству почвы и влажностному режиму местообитаний, что соответствует условиям северного макросклона предгорий Хамар-Дабана;

– сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* Du Tour) — ареал ее распространения довольно обширный; тип растительности — интразональный, так как произрастает в самых разнообразных природно-климатических условиях, что предопределяет ее сильно выраженную географическую изменчивость. В то же время сосна обыкновенная отличается высокой чувствительностью к загрязнениям окружающей среды, что сказывается на продуктивности древостоя;

– сосна кедровая (*Pinus sibirica* (Du Tour) E. Murray) в Иркутской области занимает 4-е место по распространенности, верхняя граница распространения лежит на высоте 1 900–2 000 м над уровнем моря;

– ель обыкновенная (*Picea obovata* Ledeb.) входит в состав основных лесообразующих пород Южного Прибайкалья и принимают участие в формировании естественных ландшафтов окрестностей г. Байкальска [7].

Растительность предгорий Хамар-Дабана горно-таежная с четко выраженной высотной поясностью. В лесном поясе на высотах до 1 500–1 550 м преобладают елово-кедровые,

пихтово-кедровые леса с примесью сосны, лиственничников и березняков. Верхнюю границу леса образует кедр.

Территориально г. Байкальск относится к Слюдянскому лесхозу, расположенному в северной части Байкальского лесничества Иркутской области в районе южного побережья оз. Байкал. Главным градообразующим предприятием и основным источником эмиссий загрязняющих веществ в атмосферу (до остановки производства в сентябре 2013 г.) являлся ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат» (БЦБК). Пылегазовые выбросы БЦБК распространялись вдоль побережья оз. Байкала до 160 км к северо-востоку, попадая на территорию Байкальского заповедника до 40–50 км и более к западу, достигая г. Слюдянки и пос. Култука. Поднимаясь до 1 500–1 800 м вверх, эти выбросы распространялись по склонам хребта Хамар-Дабан и в долинах рек Солзан, Харлахта, Красный, Бабха, Утулик (рис. 1), достигая верхней границы леса, а также по акватории Байкала, охватывая площадь более 2 000 км² [12].

Динамика промышленных выбросов БЦБК за последние 5 лет его функционирования выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом в 2009–2013 гг., т

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013
Продолжительность работы, мес.	–	7	12	12	8,5
Суммарный выброс	1 364	2 234	2 997	5 486	3 321
В том числе: взвешенные вещества	570	686	1 091	1 406	1 019
газообразные вещества	794	1 548	1 906	4 079	2 302

Источник: О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2013 году : гос. докл. Иркутск : Сиб. фил. ФГУНПП «Росгеолфонд». 2014. 462 с.

Наземное обследование состояния лесов в этом районе проводилось в 1986 г. Московским специализированным лесоустроительным предприятием. Из обследованных 240 тыс. га в неудовлетворительном состоянии выявлено 1 097 га, из них сильно ослабленных — 212 га. На площади около 600 км², подверженной влиянию пылегазовых выбросов БЦБК, отмечается сухость вершинность деревьев, а на площади 160 км² — усыхание леса [5].

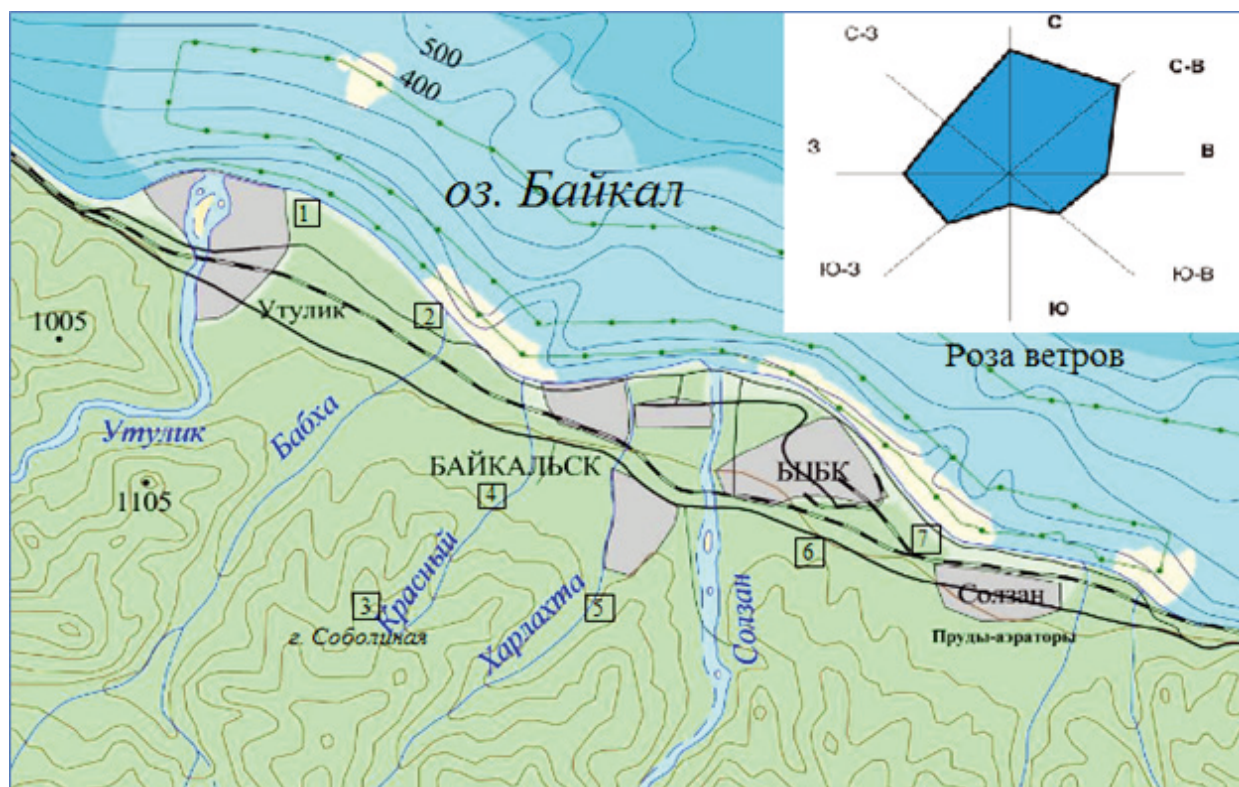


Рис. 1. Карта местоположения пробных площадок по удалению от Байкальского целлюлозно-бумажного комбината

Результаты и обсуждение. В период полевых работ 2014 г. в рамках государственного задания на семи пробных площадках (табл. 2) в г. Байкальске и окрестностях были отобраны образцы хвои основных лесообразующих пород: сосна кедровая (*Pinus sibirica*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель обыкновенная (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*). Аналитические исследования проб проведены в аккредитованной¹ лаборатории Института геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН согласно утвержденным нормативным документам.

Определение элементного состава хвои выполняли методом рентгенофлуоресцентного анализа на волновом спектрофотометре S4 Pioneer (Bruker, AXS) [11]. В результате были получены минимальные и максимальные значения содержания элементов в хвое *Pinus sibirica* и средние значения для *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris* (табл. 3).

Распределение макроэлементов в хвое лесообразующих пород (%) можно представить убывающим рядом:

– *Pinus sibirica*: K (0,671) > Ca (0,405) > P (0,200) > S (0,150) > Mg (0,101) > Na (0,007) > Cl (0,006);

– *Picea obovata*: Ca (1,087) > K (0,616) > P (0,157) > S (0,123) > Mg (0,072) > Na (0,012) > Cl (0,004);

– *Abies sibirica*: Ca (1,562) > K (0,815) > P (0,208) > S (0,138) > Mg (0,091) > Cl (0,016) > Na (0,006);

– *Pinus sylvestris*: K (0,494) > Ca (0,327) > P (0,184) > S (0,140) > Mg (0,093) > Cl (0,016) > Na (0,011).

¹ Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001. 513593 (действителен до 28 окт. 2016 г.).

Из представленных данных следует, что как порядок распределения концентраций макроэлементов, так и сами концентрации в хвое различных видов деревьев неодинаковы. Для хвои пихты свойственны наибольшие концентрации Ca и K, наименьшие же наблюдались в хвое сосны. Накопление P и S для всех видов примерно одинаково.

При оценке качества окружающей среды особое внимание принято уделять содержанию токсичных элементов, представляющих наибольшую опасность для биоты. По данным специальной литературы, большой ряд токсичности тяжелых металлов для растений можно представить следующим образом: Cd > Cu > Co = Ni > As = Cr > Pb > Zn > Mn = Fe [9; 12]. Соответственно, для полученных нами результатов можно построить следующие последовательности накопления токсичных элементов в хвое (мкг/г):

– *Pinus sibirica*: Mn (900) > Fe (630) > Zn (81,6) > Cu (11,2) > Cr (4,4) > Ni (4,0) > Pb (1,5);

– *Picea obovata*: Fe (1530) > Mn (580) > Zn (85,8) > Cu (7,9) > Cr (5,2) > Ni (4,0) > Pb (1,6);

– *Abies sibirica*: Mn (1150) > Fe (150) > Zn (77,3) > Cu (8,0) > Ni (4,7) > Cr (2,1) > Pb (< 1,5);

– *Pinus sylvestris*: Fe (1940) > Mn (360) > Zn (83,7) > Cu (10,0) > Cr (6,0) > Ni (4,3) > Pb (3,1).

Наибольшая концентрация Fe наблюдалась в хвое сосны, наименьшая в хвое пихты, для Mn же наоборот — наибольшая концентрация в хвое пихты, наименьшая в хвое сосны. Для всех видов примерно одинакова ассимиляция таких элементов, как Zn и Ni, и незначительна разница в концентрации Cu. Касательно накопления Pb ситуация иная: если в хвое кедра, ели и пихты концентрация Pb близка к пределу обнаружения

Таблица 2

Эколого-фитоценотическая характеристика обследованных участков

Участок	Район расположения	Рельеф	Растительное сообщество	Состав древостоя	Вид природопользования
№ 1	Утуликская дача	Ровный	Травянисто-кустарниковая с древесным подростом	4К4П + Е2ОС	Лесосеменной питомник
№ 2	Слюдянский лесхоз	Ровный	Травянисто-кустарниковая, с березовым подростом	3К3С3Б	Лесничество
№ 3	Вершина горы Соболиной	Вершина	Кедрово-елово-пихтовое редколесье	4К3Б3Е + П	Горнолыжная трасса
№ 4	Подножие горы Соболиной	Склон 45° северной экспозиции	Кедрово-еловый парковый разнотравный	2К2Е + С6Б	Эродированный склон лыжной трассы
№ 5	Терраса р. Харлахта	Слабо-западинный	Парковый лес папоротниково-разнотравный	8Б2П1К + Е	М-р Южный
№ 6	Промышленный р-н Байкальска	Слабо-западинный	Техногенное редколесье	5Б3ОС2С + К	Шлакоотстойник
№ 7	Промышленный р-н Байкальска	Ровный	Техногенное редколесье	9Б1К + П	Территория Байкальского целлюлозно-бумажного комбината

Таблица 3

Содержание химических элементов в хвое лесобразующих пород в г. Байкальск

Показатель	Элемент	Кедр (<i>Pinus sibirica</i>), N = 30			Ель (<i>Picea obovata</i>), N = 4	Пихта (<i>Abies sibirica</i>), N = 4	Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>), N = 6
		min	max	среднее	среднее	среднее	среднее
Элементный состав, %	Na	0,004	0,012	0,007	0,012	0,006	0,011
	Mg	0,070	0,130	0,101	0,072	0,091	0,093
	Al	0,023	0,068	0,051	0,032	0,043	0,076
	Si	0,030	0,119	0,060	0,288	0,037	0,090
	P	0,156	0,279	0,200	0,157	0,208	0,184
	S	0,120	0,206	0,150	0,123	0,138	0,140
	Cl	< 0,002	0,027	0,006	0,004	0,016	0,016
	K	0,487	1,025	0,671	0,616	0,815	0,494
	Ca	0,282	0,601	0,405	1,087	1,562	0,327
	Mn	0,014	0,220	0,090	0,058	0,115	0,036
Условно-токсичные элементы, мкг/г	Fe	0,015	0,356	0,063	0,153	0,015	0,194
	Ti	8,3	48,4	22,5	29,8	9,4	28,6
	Cr	2,0	9,5	4,4	5,2	2,1	6,0
	Ni	3,2	6,2	4,0	4,0	4,7	4,3
	Cu	8,1	32,2	11,2	7,9	8,0	10,0
	Zn	39,3	150,1	81,6	85,8	77,3	83,7
	Br	< 2,0	2,3	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Rb	3,5	57,2	14,4	9,5	16,0	7,9
	Sr	< 2,0	12,7	6,1	36,8	32,7	13,3
	Zr	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ba	< 3,0	21,0	12,0	89,6	68,4	16,5	
Pb	< 1,5	5,0	1,5	1,6	< 1,5	3,1	

Составлено по данным за 2014 г.

прибора (1,5 мкг/г), то для сосны она составила 3,1 мкг/г. Возможно, такое относительно высокое значение регистрировалось ввиду того, что большинство образцов сосны было взято в селитебной зоне г. Байкальска, подвергающейся воздействию автомобильных выхлопов. Содержание токсичных элементов в хвое также было сравнено с нормами СанПиН на растительное сырье¹, поскольку нормативы предельно допустимой концентрации для растительности не установлены. Выявлено, что содержание тяжелых металлов во всех образцах не превышало предельно допустимых норм.

Для того чтобы дать правильную оценку и прогноз существования древостоев в зоне антропогенного влияния г. Байкальска, необходимо знать механизмы воздействия поллютантов на ассимиляционный аппарат древостоя, хвоя которого, как известно, отличается высокой чувствительностью к загрязнениям окружающей среды. Исследованию влияния различных поллютантов

на ассимиляционные органы деревьев в условиях техногенного загрязнения в течение многих лет уделялось достаточное, на наш взгляд, внимание [9; 13; 17], однако сведений, касающихся комплексного воздействия на растительность и ее рекреационный потенциал, на сегодняшний день недостаточно. Способность организма к восстановлению называется его ассимиляционным потенциалом, который является ключевым вопросом экономики природопользования. Ассимиляционный потенциал рассматривает способность окружающей среды к процессам биосинтеза. В данное понятие заложена идея о том, что биота должна выдерживать негативные воздействия внешних факторов: техногенного, антропогенного и естественной жизнедеятельности. Определение ассимиляционного потенциала основывается на выявлении косвенных показателей антропогенной нагрузки, в частности, уровня накопления тяжелых металлов древостоем, характеризующим экологическую ситуацию в пригородных лесах. При этом роль регуляторного звена принадлежит ассимилирующим органам — хвое, определяющей рост и развитие других органов растения. В связи с

¹ Содержание тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах : СанПиН 42-123-4089-86 : утв. Минсельхозом РФ 10 марта 1992 г. М., 2005. 494 с.

ECOLOGY AND WILDLIFE MANAGEMENT

этим было проведено исследование параметра длины хвои в зависимости удаления от источника загрязнения (табл. 4).

Анализ распределения длины хвои различных пород выявил его однонаправленный характер с минимальными значениями у сильно ослабленных особей, произрастающих в техногенных районах БЦБК (участок № 7) и последовательным увеличением этих показателей с возрастающим расстоянием от источника промышленных выбросов (участки № 1, 4) (рис. 2). Вариации изменения длины хвои по мере удаления характеризуются линией тренда, и их отклонения зависят от микроусловий местообитаний (участок № 3) и реакции физиологической адаптации к экологическому стрессу (участок № 6). В целом, изменения длины хвои определяются степенью накопления в ней поллютантов, выбрасываемых в условиях городского техногенного загрязнения, воздействие которых на хвою проявляется в подавлении ее ростовых процессов. Под влиянием средового стресса сокращается длина хвои, что соответственно приводит к снижению продуктивности фотосинтеза.

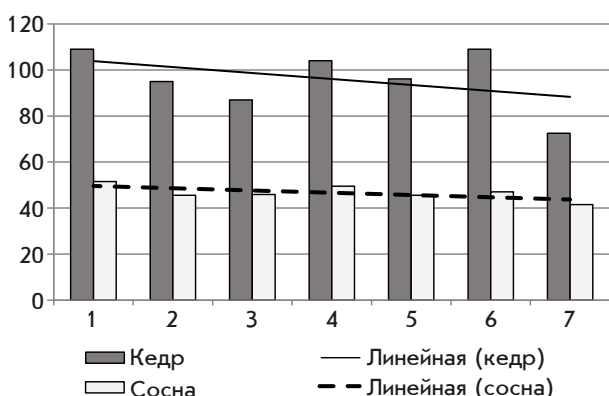


Рис. 2. Динамика изменения длины хвои сосны кедровой и сосны обыкновенной в зависимости удаления от источника загрязнения, мм

Полученные нами данные подтверждаются результатами аналогичных исследований, проведенных зарубежными учеными [14–17], которые показали, что по мере приближения к источнику загрязнения состояние хвои ухудшается. Таким образом, можно предполагать, что исследованный показатель «длина хвои» может служить критерием воздействия техногенного фактора и аккумуляции тяжелых элементов. Состояние древостоя на исследуемых участках по классификации Крафта соответствует I–III кл. жизнеспособности в зависимости от местообитания. Результаты анализа позволяют предположить, что древостой характеризуется достаточно высокой емкостью биологического поглощения тяжелых металлов.

Таким образом, обеспечение устойчивого экономического развития г. Байкальска с учетом туристических дестинаций требует комплексной экологической оценки растительных ресурсов. Проведенное исследование содержания химических элементов в хвое древостоя пригородных лесов и лесопарков г. Байкальска после закрытия основного загрязняющего предприятия — БЦБК, показало, что содержание условно токсичных веществ в хвое основных лесообразующих пород *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris* не превышает предельно допустимых концентраций. Угрозы экологической безопасности на данной территории нет, что, несомненно, может способствовать развитию туристического, рекреационного и других видов бизнеса, связанных с природопользованием в этой зоне, а также сохранению объектов животного и растительного мира и воспроизводству лесных ресурсов.

Материалы исследования позволяют создать научный задел для сопровождения документов по развитию территорий Байкальской Сибири, имеющих уникальные рекреационные ресурсы.

Таблица 4

Изменчивость морфологических показателей длины хвои по удалению от Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, мм

Участок	Кедр (<i>Pinus sibirica</i>)		Ель (<i>Picea obovata</i>)		Пихта (<i>Abies sibirica</i>)		Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	
	Lim	M ± σ	Lim	M ± σ	Lim	M ± σ	Lim	M ± σ
№ 1	89–130	109,5±7,9	11–17	14,0±2,1	11–36	23,5±2,0	35–68	51,5±2,4
№ 2	60–131	95,5±7,0	–	–	–	–	33–58	45,5±1,7
№ 3	67–142	104,4±5,2	12–17	14,5±2,0	–	–	33–66	49,5±1,6
№ 4	54–120	87,0±4,9	11–17	14,0±2,1	12–39	25,5±2,2	–	–
№ 5	54–138	96,1±4,7	9–11	10,0±1,8	10–35	22,5±2,1	–	–
№ 6	88–144	116,2±5,3	–	–	10–34	22,0±2,1	–	–
№ 7	35–110	72,5±3,5	–	–	–	–	30–53	41,5±1,3

Список использованной литературы

1. Афанасьева Л. В. Состояние сосновых древостоев в условиях техногенного загрязнения в республике Бурятия / Л. В. Афанасьева, Т. А. Михайлова, В. А. Кашин // Растительные ресурсы. — 2010. — Т. 46, вып. 2. — С. 51–61.
2. Воронин В. И. Комплексная оценка состояния лесов в условиях техногенного загрязнения / В. И. Воронин, Т. И. Морозова // Экологические проблемы урбанизированных территорий. — Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН. — 1998. — С. 81–100.
3. Географическая изменчивость хвойных Сибири / Л. И. Милютин, Г. В. Кузнецова, Н. А. Кузьмина [и др.] // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. — Красноярск : Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. — 2004. — С. 64–66.
4. Киреенко А. П. Ущерб здоровью населения от загрязнения окружающей среды Байкальской природной территории: опыт сравнительного статистического анализа / А. П. Киреенко, Г. Д. Русецкая, О. И. Горбунова // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2012. — № 6 (86). — С. 165–172.
5. Крылов Г. В. Пихта / Г. В. Крылов, И. И. Мардулин, И. И. Михеев. — М. : Агропромиздат, 1986. — 236 с.
6. Михайлова Т. А. Элементный состав хвои и морфофизиологические параметры сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения / Т. А. Михайлова, Н. С. Бережная, О. В. Игнатьева. — Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2006. — 135 с.
7. Плешанов А. С. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов / А. С. Плешанов, Т. И. Морозова. — Новосибирск : Гео, 2009. — 115 с.
8. Ржепка Э. А. Туризм в Прибайкалье: географический, экономический и образовательный аспекты / Э. А. Ржепка, О. Ю. Палкин, Т. Р. Новичкова // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2015. — Т. 25, № 2. — С. 343–351. — DOI : 10.17150/1993-3541.2015.25(2).343-351.
9. Сибиркина А. С. Особенности содержания цинка, стронция и марганца в органах и тканях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) соснового бора Семипалатинского Прииртышья (Республика Казахстан) / А. С. Сибиркина // Вестник Ишимского государственного педагогического института им. П. П. Ершова. — 2014. — № 4 (16). — С. 97–100.
10. Тренды содержания химических элементов в хвое (*Pinus sylvestris* L.) в разных условиях произрастания при техногенной нагрузке / Т. А. Михайлова, О. В. Калугина, Л. В. Афанасьева, О. И. Нестеренко // Сибирский экологический журнал. — 2010. — № 10. — С. 239–247.
11. Чупарина Е. В. Применение неструктурного РФА для определения элементного состава лекарственных растений / Е. В. Чупарина, А. М. Мартынов // Журнал аналитической химии. — 2011. — Т. 66, № 4. — С. 399–405.
12. Экологические проблемы Байкала и Республики Бурятия : материалы к заседанию Круглого стола «Байкал — памятник мирового природного наследия» в рамках Дней Бурятии в Москве / под ред. В. Гулгонова, Н. Г. Рыбальского. — М. : Рос. экол. федер. информ. агентство, 1996. — 220 с.
13. Antonovics I. Heavy metal tolerance in plants / I. Antonovics, A. D. Bradshaw, R. G. Turner // Advance in Ecological Research. — London ; New York : Academic Press. — 1971. — Vol. 7. — P. 2–86.
14. Brown G. E. Mineral surface and bioavailability of heavy metals: A molecular scale perspective / G. E. Brown, A. L. Foster, J. D. Ostergren // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS. — 1999. — Vol. 96. — P. 3388–3395.
15. Linehan D. J. Micronutrient cation sorption by roots and uptake by plants / D. J. Linehan // Journal of Experimental Botany. — 1984. — Vol. 35, № 160. — P. 1571–1574.
16. Marschner H. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of ions / H. Marschner, V. Roemheld, M. Kissel // Journal of Plant Nutrition. — 1986. — № 9. — P. 695–713.
17. Marschner H. Strategies of plants for acquisition of iron / H. Marschner, V. Roemheld // Plant and Soil. — 1994. — Vol. 165. — P. 261–274.

References

1. Afanas'eva L. V., Mikhailova T. A., Kashin V. A. The state of pine stands under the technogenic pollution in the Republic of Buryatia. *Rastitel'nye resursy = Plant Resources*, 2010, vol. 46, iss. 2, pp. 51–61. (In Russian).
2. Voronin V. I., Morozova T. I. A comprehensive assessment of the state of forests in the conditions of technogenic pollution. *Ekologicheskie problemy urbanizirovannykh territorii* [Environmental problems of urban areas]. Irkutsk, V. B. Sochava Institute of Geography Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 1998, pp. 81–100. (In Russian).
3. Milyutin L. I., Kuznetsova G. V., Kuz'mina N. A. et al. Geographic variations of Siberian pines. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika lesov* [Structural and functional organization and dynamics of forests]. Krasnoyarsk, V. N. Sukachev Institute of Forest Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2004, pp. 64–66. (In Russian).
4. Kireenko A. P., Rusetskaya G. D., Gorbunova O. I. Damage to population health from environmental pollution of baikal natural area: experience of comparative statistical analysis. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2012, no. 6 (86), pp. 165–172. (In Russian).
5. Krylov G. V., Mardulin I. I., Mikheev I. I. *Pikhta* [*Abies sibirica*]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 236 p.
6. Mikhailova T. A., Berezhnaya N. S., Ignat'eva O. V. *Elementnyi sostav khvoi i morfofiziologicheskie parametry sosny obyknovennoi v usloviyakh tekhnogennoy zagryazneniya* [The elemental composition of needles and morpho-physiological parameters of the Scots pine in the conditions of technogenic pollution]. Irkutsk, V. B. Sochava Institute of Geography Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2006. 135 p.
7. Pleshonov A. S., Morozova T. I. *Mikromitsety pikhty sibirskoi i atmosfernoye zagryaznenie lesov* [Mikromitsety of the Siberian fir and air pollution of forests]. Novosibirsk, Geo Publ., 2009. 115 p.
8. Rzhepka E. A., Palkin O. Y., Novichkova T. R. Tourism in the Baikal region: geographical, economic and educational aspects. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2015, vol. 25, no. 2, pp. 343–351. DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(2).343-351. (In Russian).

ECOLOGY AND WILDLIFE MANAGEMENT

9. Sibirskina A. S. Peculiarities of the content of zinc, strontium and manganese in organs and tissues of the pine (*Pinus sylvestris* L.) in pine forest of the Irtysh river in Semipalatinsk (The Republic of Kazakhstan). *Vestnik Ishimskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta im. P.P. Ershova = Bulletin of Ishim Ershov State Teachers Training Institute*, 2014, no. 4 (16), pp. 97–100. (In Russian).

10. Mikhailova T. A., Kalugina O. V., Afanas'eva L. V., Nesterenko O. I. Trends of Chemical Elements Content in the Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) under Different Natural Conditions and Emission Load. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Siberian Journal of Ecology*, 2010, no. 10, pp. 239–247. (In Russian).

11. Chuparina E. V., Martynov A. M. Application of non-destructive X-ray diffraction to determine the elemental composition of medicinal plants. *Zhurnal analiticheskoi khimii = Journal of Analytical Chemistry*, 2011, vol. 66, no. 4, pp. 399–405. (In Russian).

12. Gulgonov V., Rybal'skii N. G. (eds). *Ekologicheskie problemy Baikala i Respubliki Buryatiya. Materialy k zasedaniyu Kruglogo stola «Baikal — pamyatnik mirovogo prirodnogo naslediya» v ramkakh Dnei Buryatii v Moskve* [Environmental problems of Baikal and the Republic of Buryatia / Materials for the meeting of the Round Table «Baikal is an object of the world natural heritage» in the framework of Days of Buryatia in Moscow]. Moscow, The Russian Federal Environmental Information Agency Publ., 1996. 220 p.

13. Antonovics I., Bradshaw A. D., Turner R. G. Heavy metal tolerance in plants. *Advance in Ecological Research*. London, New York, Academic Press, 1971, vol. 7, pp. 2–86.

14. Brown G. E., Foster A. L., Ostergren J. D. Mineral surface and bioavailability of heavy metals: A molecular scale perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS*, 1999, vol. 96, pp. 3388–3395.

15. Linehan D. J. Micronutrient cation sorption by roots and uptake by plants. *Journal of Experimental Botany*, 1984, vol. 35, no. 160, pp. 1571–1574.

16. Marschner H., Roemheld V., Kissel M. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of ions. *Journal of Plant Nutrition*, 1986, no. 9, pp. 695–713.

17. Marschner H., Roemheld V. Strategies of plants for acquisition of iron. *Plant and Soil*, 1994, vol. 165, pp. 261–274.

Информация об авторах

Белых Ольга Александровна — доктор биологических наук, профессор, кафедра налогов и таможенного дела, Байкальский государственный университет экономики и права, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: Belykhoa@isea.ru.

Мокрый Андрей Викторович — кандидат биологических наук, доцент, кафедра общей биологии и экологии, Институт управления природными ресурсами, Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 664038, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: mokry@list.ru.

Галемина Марина Анатольевна — аспирант, кафедра общей биологии и экологии, Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 664038, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: goldennerpa@mail.ru.

Каницкая Людмила Васильевна — доктор химических наук, профессор, кафедра экономики и управления бизнесом, Байкальский государственный университет экономики и права, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: kanlv@mail.ru.

Султанова Элада Тофиковна — студент, кафедра экономики и управления бизнесом, Байкальский государственный университет экономики и права, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: etsultanova@mail.ru.

Чупарина Елена Владимировна — старший научный сотрудник, Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1 а, e-mail: Chuparinaev@masil.ru.

Библиографическое описание статьи

Белых О.А. Экологическая оценка состояния пригородных лесов г. Байкальска / О. А. Белых, А. В. Мокрый, М. А. Галемина, Л. В. Каницкая, Э. Т. Султанова, Е. В. Чупарина // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2015. — Т. 25, № 5. — С. 913–920. — DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(5).913-920.

Authors

Olga A. Belykh — Doctor habil. (Biology), Professor, Department of Taxes and Customs Affairs, Baikal State University of Economics and Law, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: Belykhoa@mail.ru.

Andrei V. Mokry — PhD in Biology, Associate Professor, Department of General Biology and Ecology, Natural Resources Management Institute, Irkutsk State Agrarian University n.a. A.A. Ezhevsky, 664038, Molodezhny settlement, Irkutsk region, Russian Federation, e-mail: mokry@list.ru.

Marina A. Galemina — PhD student, Department of General Biology and Ecology, Irkutsk State Agrarian University n.a. A.A. Ezhevsky, 664038, Molodezhny settlement, Irkutsk region, Russian Federation, e-mail: goldennerpa@mail.ru.

Ludmila V. Kanitskaya — Doctor habil. (Chemistry), Professor, Department of Economics and Business Administration, Baikal State University of Economics and Law, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: kanlv@mail.ru.

Elada T. Sultanova — student, Department of Economics and Business Administration, Baikal State University of Economics and Law, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: etsultanova@mail.ru.

Elena V. Chuparina — Senior Research Fellow, Institute of Geochemistry n.a. Vinogradov of the SB of RAS, 1a Favorskogo St., 664033, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: Chuparinaev@masil.ru.

Reference to article

Belykh O. A., Mokry A. V., Galemina M. A., Kanitskaya L. V., Sultanova E. T., Chuparina E. V. Ecological assessment of Baikalsk suburban forests. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2015, vol. 25, no. 5, pp. 913–920. DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(5).913-920. (In Russian).