

УДК 551.4 (571.5)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕГА НА АКВАТОРИИ СРЕДНЕЙ КОТЛОВИНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ**<sup>1,2</sup>Белозерцева И.А., <sup>1</sup>Воробьева И.Б., <sup>1</sup>Власова Н.В., <sup>1</sup>Янчук М.С., <sup>1</sup>Лопатина Д.Н.<sup>1</sup>ФАНО России ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск,  
e-mail: belozia@mail.ru;<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск

По результатам снегеохимической съемки Средней котловины озера Байкал проведена оценка загрязнения атмосферы. В результате проведенных исследований выявлено, что содержания  $\text{HCO}_3$ , Ca, K, Na, Mo, Mn, Pb, Fe, Zn и Sr в снеговой воде населенных пунктов, турбаз, Селенгинского промышленного узла превышают фоновые значения в 4, 7, 4, 4, 9, 3, 2, 3, 6 и 2 раза соответственно. Концентрации  $\text{NH}_4$ , Hg и нефтепродуктов в снеге превышают санитарно-гигиенические нормы. Повышенное содержание химических элементов в снеге Приольхонья связано не только с антропогенной нагрузкой вблизи населенных пунктов, а также с терригенной пылью пород и почв. Загрязнение имеет локальный характер. Промышленные предприятия и котельные Улан-Удэ, Гусиноозерска и других городов, расположенных в буферной зоне Байкальской природной территории, а также Иркутско-Черемховский промышленный узел существенного влияния на озеро Байкал не имеют, вследствие удаленности, особенностей метеорологических условий и орографических препятствий.

**Ключевые слова:** озеро Байкал, геоэкология, загрязнение снега**POLLUTION OF SNOW ON THE WATER AREA OF THE AVERAGE HOLLOW OF LAKE BAIKAL AND THE ADJACENT TERRITORY**<sup>1,2</sup>Belozertseva I.A., <sup>1</sup>Vorobeva I.B., <sup>1</sup>Vlasova N.V., <sup>1</sup>Yanchuk M.S., <sup>1</sup>Lopatina D.N.<sup>1</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: belozia@mail.ru;<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk

By results of snegoeokhimicheskoy shooting of the Average hollow of Lake Baikal the assessment of pollution of the atmosphere is carried out. As a result of the conducted researches it is revealed that contents of  $\text{HCO}_3$ , Ca, K, Na, Mo, Mn, Pb, Fe, Zn and Sr in snow water of settlements, camp sites, the Selenginsky industrial hub exceed background values in 4, 7, 4, 4, 9, 3, 2, 3, 6 and 2 times respectively. Concentration of  $\text{NH}_4$ , Hg and oil products in snow exceed sanitary and hygienic regulations. The increased content of chemical elements in snow of Priolkhonya is connected not only with anthropogenous loading near settlements and camp sites, and with terrigenous dust of breeds and soils. Pollution has local nature. Industrial enterprises and boiler rooms of the cities of Ulan-Ude, Gusinozersk and others, located in a buffer zone of the Baikal natural territory, and also have no Irkutsk and Cheremkhovskiy industrial hub of significant effect on Lake Baikal, owing to remoteness, features of weather conditions and orographical obstacles.

**Keywords:** Lake Baikal, geoeology, technogenesis, pollution of a snow

Уникальность объекта исследования определяется наличием на его территории самого глубокого и чистого озера планеты, объекта всемирного наследия – Байкала.

Объект исследования – снежный покров Северной котловины озера Байкал и прилегающей территории. Снежный покров, обладающий высокой сорбционной способностью, представляется наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы. Количество выпадающего со снегом твердого осадка характеризует запыленность территории, фильтрат талого снега отражает степень загрязнения воздушного бассейна наиболее растворимыми формами элементов, которые являются наиболее токсичными для растений и живых организмов.

В зимний – весенний периоды 2015 г. проводился отбор проб снега с целью

выявления загрязнения атмосферного воздуха. Наблюдения с отбором проб образцов осуществлялись по системе ключевых площадок и поперечных маршрутов с учетом источников атмосферного загрязнения и розы ветров с учетом требований ГОСТов [5, 6]. Всего отобрано 65 проб снега в Средней котловине оз. Байкал и на прилегающей территории. На момент отбора проб период снегонакопления составил 131–140 дней. Места отбора проб показаны на рисунке. В табл. 1 приведены сведения о координатах точек отбора проб.

Аналитические работы проводились в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в лабораторных условиях по стандартизованным методикам на современном аналитическом оборудовании. Величина pH определена в суспензии потенциометрическим

методом с использованием комбинированных электродов. Концентрации основных анионов и катионов в снеговой воде определены стандартными химическими методами [13]. Содержание подвижных форм металлов установлено количественным атомно-эмиссионным спектральным методом на приборе Optima 2000DV (Optical Emission

Spectrometer). Содержание фтора измерялось на иономере И-120 с применением фтор-селективного электрода. Нефтепродукты определены на флюорате. В работе учитывались ранее проведенные исследования [1–3, 9–12, 14], отчеты о состоянии окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии России [7, 8].

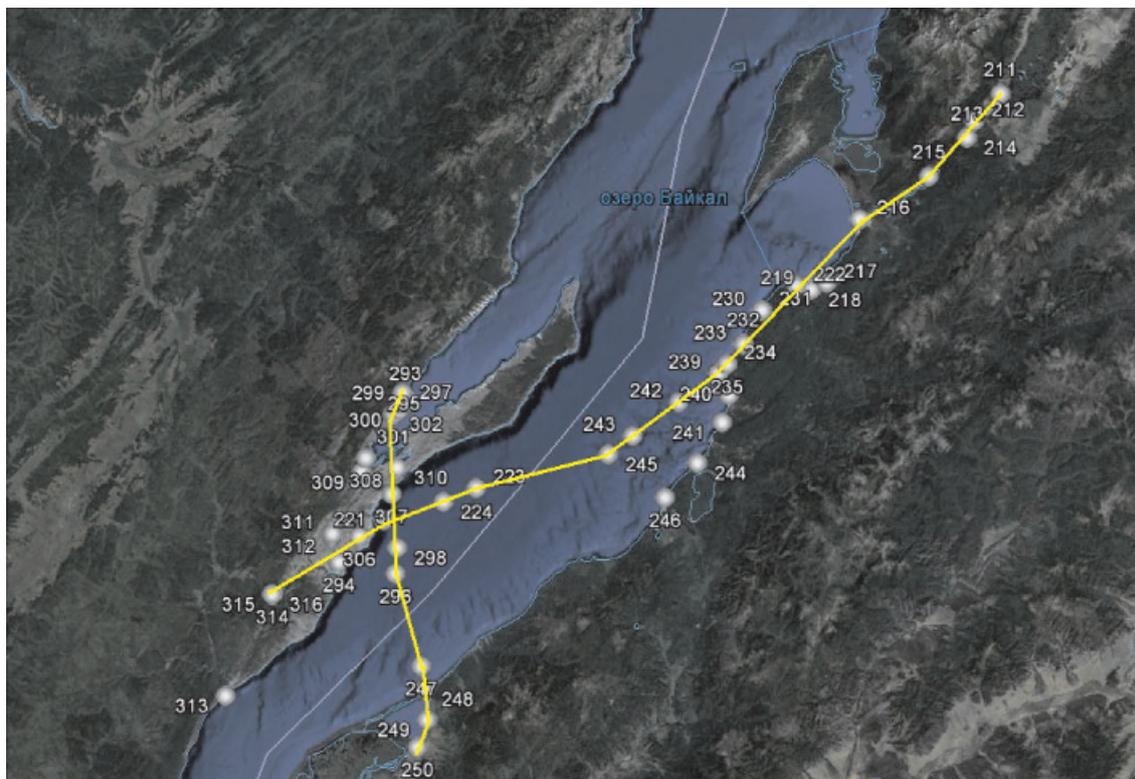


Схема ключевых участков и профилей в Средней котловине оз. Байкал (февраль – март 2015 г.):  
● – ключевой участок отбора проб снега; 211–316; — номер площадки; профиль.

Таблица 1

Координаты и местоположение площадок отбора проб снега

Номер площадки	Координаты	Местоположение
1	2	3
211	N53 39 27.3 E109 42 10.3	р. Нестериха (Баргузинская котловина)
212	N53 36 12.4 E109 34 09.3	р. Гремячая (Баргузинская котловина)
213	N53 34 00.0 E109 31 32.8	р. Баргузин (русло, Баргузинская котловина)
214	N53 34 02.1 E109 31 28.1	109 м от пл. № 213 (Баргузинская котловина)
215	N53 29 29.1 E109 20 00.6	м/у Зорино и Адамово (Баргузинская котловина)
216	N53 25 15.0 E109 00 36.4	Усть-Баргузин (дельта р. Баргузин)
217	N53 16 47.9 E108 49 17.0	Склон к долине р. Духовная
218	N53 16 13.9 E108 45 07.7	Источник на берегу Байкала
219	N53 16 19.6 E108 45 03.5	Окраина с. Максимиха, оз. Байкал
221	N53 17 16.2 E108 41 40.9	12 км на З от о. Ольхон, оз. Байкал
222	N53 17 14.5 E108 41 34.9	Мыс в 3 км от с. Максимиха, берег
223	N52 56 59.0 E107 12 58.2	За о. Ольхон, оз. Байкал

Окончание табл. 1

1	2	3
224	N52 54 55.5 E107 41 58.9	Ольхонские ворота, за о. Ольхон, оз. Байкал
230	N53 14 36.8 E108 31 54.2	Мыс Телегина, берег
231	N53 14 38.1 E108 31 54.5	Мыс Телегина, берег
232	N53 10 11.1 E108 25 35.8	с. Катково, оз. Байкал
233	N51 31 21.8 E105 12 10.9	Долина р. Переемная
234	N51 33 58.1 E105 94 75.8	Долина р. Переемная
235	N53 07 39.4 E108 20 39.6	7 км Ю-З от Катково, берег
236	N53 06 38.4 E108 17 53.8	Залив мыс Катково, оз. Байкал
237	N51 51 50.1 E104 57 33.7	Залив мыс Катково, берег
238	N51 51 52.0 E104 57 37.6	Залив мыс Катково, оз. Байкал
239	N53 06 31.9 E108 18 01.6	Залив мыс Катково, берег
240	N53 03 05.2 E108 19 45.1	р. Безымянка
241	N52 59 12.5 E108 16 47.2	Горячинск, оз. Байкал
242	N53 32 39.9 E108 65 60.2	с. Турка, оз. Байкал
243	N52 59 40.8 E107 54 08.8	Напротив с. Турки, оз. Байкал
244	N52 53 55.4 E108 08 45.5	7 км от Турки, берег
245	N52 57 37.4 E107 47 99.1	Напротив мыса Гремячинский, оз. Байкал
246	N52 49 41.5 E107 59 13.6	Мыс Гремячинский 3 км от с Гремячинск, берег
247	N52 31 97.2 E106 51 53.8	12 км от д. Дулан, оз. Байкал
248	N52 27 40.9 E106 51 44.5	10 км от д. Дулан, берег
249	N52 20 07.5 E106 50 01.9	д. Оймур напротив впадения р. Оймур, оз. Байкал
250	N52 19 12.0 E106 47 37.7	д. Оймур, оз. Байкал
251	N52 08 11.9 E106 17 21.1	с. Итомино, оз. Байкал
252	N51 45 19.8 E105 44 12.9	м/у Бабушкиным и Ключевкой, оз. Байкал
253	N52 02 10.9 E106 11 39.4	Перед с. Посольское, берег
254	N51 39 57.1 E105 55 41.7	За с. Бабашкин, оз. Байкал
255	N51 42 01.3 E105 49 07.1	м/у Бабушкиным и Ключевкой, оз. Байкал
256	N51 37 34.4 E105 35 71.2	Напротив устья р. Переемной, оз. Байкал
257	N51 34 10.3 E105 09 52.7	В 100 м от устья р. Переемной, оз. Байкал
293	N53 10 42.0 E106 58 47.6	Северная оконечность оз. Курма, оз. Байкал
294	N52 48 35.2 E106 35 45.8	20 км от пр. Ольхонские ворота
295	N53 10 21.6 E106 58 27.6	Курминский залив, оз. Байкал
296	N52 45 29.2 E106 49 19.9	За Малым морем, оз. Байкал
297	N53 10 24.4 E106 58 13.1	Курминский залив, берег
298	N52 49 16.3 E106 50 47.3	За Малым морем, оз. Байкал
299	N53 10 22.8 E106 57 55.0	Курминский залив, берег
300	N53 09 40.4 E106 56 59.5	м/м. Уюга и Хадарта, залив Хагдан-Далай, оз. Байкал
301	N53 09 11.3 E106 55 29.3	мыс Хадарта, оз. Байкал
302	N53 09 12.2 E106 55 11.2	Малое море, берег
303	N53 09 11.9 E106 55 10.5	Малое море, берег
304	N53 08 13.8 E106 53 05.7	Малое море, оз. Байкал
305	N53 07 51.5 E106 52 15.5	Малое море, берег
306	N52 51 51.9 E106 41 52.7	18 км от пр. Ольхонские ворота
307	N52 57 23.3 E106 51 41.0	За Малым морем, оз. Байкал
308	N53 03 21.6 E106 46 43.2	Шида
309	N53 01 20.9 E106 45 02.5	ур. Кулура (Байкал)
310	N53 01 09.8 E106 54 06.2	пролив Ольхонские ворота (Байкал)
311	N52 52 56.8 E106 35 20.3	оз. Холбо-Нур
312	N52 52 38.3 E106 35 09.9	оз. Шадар-Нур
313	N52 31 25.1 E106 02 18.1	Бугульдейка, оз. Байкал
314	N52 45 27.3 E106 18 05.8	Приморский хребет
315	N52 45 27.6 E106 18 05.8	Приморский хребет
316	N52 45 26.6 E106 18 05.6	Приморский хребет

### Загрязнение атмосферы и снега

Формирование на территории Бурятии высокого уровня загрязнения атмосферы обусловлено выбросами предприятий энергетики, целлюлозно-бумажной промышленности и т.д., а также наличием в холодный период года длительных периодов с неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями, которые создаются на территории Забайкалья, чаще в зимний период при действии антициклона, когда мощные инверсии температуры образуют задерживающий слой, распространяющийся на сотни км и препятствующие переносу примесей в верхние слои атмосферы.

Ареал Нижнеселенгинского промузла занимает западную часть Кабанского района Бурятии и вытянут вдоль левобережья р. Селенги. Здесь имеются два крупных промышленных центра – поселки Селенгинск и Кабанск.

Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в п. Селенгинск вносит ОАО «Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат», который составляет более 90%. Сероуглерод и формальдегид в выбросах ОАО «Селенгинский ЦКК» не содержался. Источниками загрязнения атмосферы пылегазовыми выбросами служат цехи самого комбината, локомотивы и автотранспорт. Выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения составляют 3,2 тыс. т в год, в том числе твердых взвешенных веществ 1,3 тыс. т; диоксида серы 0,8 тыс. т; окиси углерода 0,8 тыс. т; окислов азота – 0,2 тыс. т; углеводородов – 0,004 тыс. т. Основной вклад в загрязнения атмосферного воздуха вносит Селенгинский ЦКК (около 100%). Приоритетными загрязнителями явились сероуглерод (2,5 ПДК), формальдегид (2,9 ПДК), фенол (1,1 ПДК). От предприятий ЖКХ, транспорта, материально-технического снабжения загрязняющие вещества поступают в атмосферу без очистки.

В поселке Каменск в 2014 г. выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников составили – 3,9 тыс. т (2012 г. – 3,8 тыс. т) в том

числе: твердых веществ – 1,8 тыс. т; диоксида серы – 0,5 тыс. т; окиси углерода – 1,2 тыс. т; окислов азота – 0,3 тыс. т.

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников вносят предприятия производства прочих неметаллических минеральных ресурсов (74,8%) и ОАО ТГК-14 «Генерация Бурятии» Тимлюйская ТЭЦ (17,8%). Общая степень улавливания вредных веществ составляет 94,3%, в том числе на предприятиях производства, передаче и распределения электроэнергии, газа, пара и горячей воды – 84,7%, на предприятиях производства прочих неметаллических минеральных продуктов – 95,3%.

Максимальные коэффициенты концентрации химических элементов в снежном покрове Средней котловины оз. Байкал по отношению к фону имеют следующие значения: F – 2,1; SO<sub>4</sub> – 4,4; NO<sub>3</sub> – 9; PO<sub>4</sub> – 20; K – 7; Na – 3,8; NH<sub>4</sub> – 35; Mo – 4,6; Mn – 6,8; Ba – 2,3; Al – 3,5; Pb – 10; Ni – 3; V – 2,3; Cr – 13; Fe – 2,3; Si – 10; Zn – 4,8; Sr – 4,6; Ti – 5; Hg – 3,5; нефтепродукты – 3,5 (табл. 2, 3). Содержания NH<sub>4</sub>, Hg и нефтепродуктов в снеге превышают ПДК в 7, 3 и 3 раза.

Промышленные предприятия и котельные Улан-Удэ, Гусиноозерска, Петровска-Забайкальска, Кяхты и других городов, расположенных в буферной зоне Байкальской природной территории, существенного влияния на озеро Байкал не имеют, вследствие удаленности, особенностей метеорологических условий и орографических препятствий. Но они имеют влияние на экосистему всего Байкальского региона. Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат имеет существенное влияние на озеро Байкал не воздушным путем, а непосредственно по речным стокам.

По многочисленным исследованиям [2, 9–12, 14] в последние годы выявлено, что значительно меньшую часть общего объема загрязнения атмосферы над Байкалом представляют продукты воздушного переноса от Иркутско-Черемховской агломерации, из-за удаленности, большого количества штилей и туманов.

Таблица 2

Величина pH, содержание нефтепродуктов и основных ионов в снеговой воде Средней котловины оз. Байкал и прилегающей территории, март 2015 г.

№ п/п	pH	Анионы							Катионы							Взвешенное вещество, г/дм <sup>3</sup>	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>
		F <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
211	6,42	0,131	3,05	3,50	5,50	0,032	0,001	0,001	0,80	0,19	0,273	0,831	0,001	0,221	14,31	0,018		
212	6,08	0,070	3,05	4,03	23,65	0,032	0,001	0,001	2,54	0,25	0,220	0,331	0,001	0,085	34,18	0,046		
213	6,38	0,055	9,76	3,68	0,11	0,005	0,001	0,003	1,65	0,33	0,124	0,517	0,001	0,203	16,24	0,022		
214	6,09	0,052	1,83	3,15	0,11	0,006	0,001	0,001	2,21	0,33	0,672	0,609	0,001	0,339	8,97	0,014		
215	6,18	0,058	3,05	3,04	0,11	0,004	0,001	0,001	0,90	0,25	0,145	0,280	0,001	0,337	7,84	0,044		
216	6,20	0,061	1,98	4,20	0,11	0,009	0,001	0,005	0,91	0,26	0,245	0,279	0,001	0,301	8,06	0,026		
217	6,46	0,099	1,22	3,25	0,22	0,022	0,001	0,001	0,91	0,27	0,346	0,330	0,001	0,221	6,67	0,035		
218	6,30	0,120	1,56	3,50	0,11	0,024	0,001	0,001	2,05	0,12	0,276	0,438	0,001	0,210	8,20	0,013		
219	6,42	0,135	3,05	3,28	0,33	0,009	0,001	0,004	1,73	0,33	0,301	0,922	0,25	0,051	10,34	0,059		
221	6,50	0,076	4,27	3,85	0,11	0,015	0,001	0,005	1,75	0,35	0,233	0,414	0,40	0,086	11,47	0,060		
222	6,00	0,079	1,83	4,20	0,11	0,006	0,001	0,001	1,25	0,21	0,546	0,578	0,001	0,690	8,81	0,065		
223	6,57	0,050	4,27	4,20	12,10	0,005	0,001	0,006	0,39	0,26	0,267	0,189	0,001	0,410	21,74	0,023		
224	6,68	0,060	3,66	4,38	0,11	0,008	0,001	0,001	1,11	0,25	0,181	0,282	0,001	0,108	10,04	0,009		
230	6,05	0,075	3,66	3,76	0,22	0,008	0,350	0,001	1,01	0,19	0,370	0,428	0,001	0,092	10,07	0,126		
231	6,10	0,072	1,85	3,85	26,40	0,009	0,010	0,003	4,22	0,68	0,273	0,657	0,009	0,091	38,03	0,034		
232	6,36	0,070	1,83	3,68	12,10	0,006	0,001	0,002	1,23	0,35	0,211	0,416	0,001	0,093	19,90	0,042		
233	6,48	0,083	2,44	4,30	0,11	0,007	0,001	0,001	1,02	0,26	0,200	0,220	0,001	0,089	8,64	0,035		
234	6,62	0,080	1,37	4,38	0,11	0,047	0,001	0,080	2,30	0,37	2,111	1,849	0,001	0,058	12,70	0,071		
235	6,31	0,060	3,66	4,03	12,10	0,040	0,35	0,001	0,89	0,19	0,319	0,431	0,001	0,083	22,07	0,068		
236	6,42	0,048	1,83	3,98	9,35	0,010	0,001	0,002	0,57	0,15	0,077	0,137	0,001	0,069	16,16	0,032		
237	6,30	0,050	1,87	3,84	9,79	0,008	0,010	0,001	1,08	0,22	0,254	0,576	0,005	0,065	17,71	0,025		
238	6,25	0,045	1,98	4,38	12,10	0,009	0,010	0,002	0,64	0,14	0,060	1,052	0,009	0,065	20,43	0,030		
239	6,14	0,074	2,44	3,94	0,99	0,030	0,010	0,001	0,39	0,11	0,225	0,317	0,01	0,060	8,54	0,034		
240	6,20	0,061	1,89	4,03	0,11	0,020	0,001	0,001	2,22	0,48	0,260	0,557	0,001	0,050	9,63	0,010		
241	6,44	0,093	1,83	3,50	3,30	0,004	0,001	0,002	1,26	0,23	0,273	0,904	0,001	0,104	11,40	0,042		
242	6,34	0,098	6,10	3,33	0,11	0,020	0,010	0,001	3,90	1,00	0,365	1,503	0,01	0,063	16,45	0,091		
243	6,27	0,060	1,22	3,85	0,99	0,001	0,001	0,001	4,22	0,68	0,273	0,657	0,001	0,150	11,95	0,061		

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
244	7,39	0,067	1,22	2,98	0,11	0,013	0,001	0,003	1,47	0,16	0,055	0,195	0,001	0,134	6,28	0,104
245	6,17	0,082	1,83	3,50	0,11	0,025	0,001	0,001	1,61	0,36	0,141	0,321	0,001	0,071	7,98	0,032
246	6,15	0,073	1,83	3,68	0,11	0,015	0,001	0,001	1,03	0,27	0,117	0,179	0,001	0,090	7,31	0,037
247	6,34	0,121	5,49	5,25	0,11	0,020	0,001	0,002	2,72	0,36	0,412	0,949	0,001	0,057	15,44	0,033
248	6,52	0,080	1,83	3,15	0,11	0,001	0,350	0,005	2,52	0,56	0,048	0,312	0,001	0,164	8,97	0,023
249	6,74	0,122	14,64	3,85	0,11	0,047	0,450	0,001	3,46	0,81	1,048	1,955	0,50	0,094	27,00	0,030
250	7,20	0,054	12,81	4,03	0,11	0,053	0,001	0,010	8,30	1,00	0,460	1,449	0,001	0,110	28,28	0,036
251	6,67	0,104	8,54	3,85	9,90	0,001	0,001	0,001	3,05	0,55	0,308	0,950	0,001	0,178	27,26	0,048
252	6,45	0,102	2,44	3,85	13,20	0,030	0,010	0,001	0,75	0,14	0,188	0,389	0,01	0,037	21,11	0,024
253	6,33	0,133	6,10	5,43	5,50	0,033	0,010	0,002	2,28	0,50	0,998	0,810	2,80	0,102	24,60	0,140
254	6,86	0,155	7,93	3,33	0,11	0,025	0,200	0,004	5,17	1,06	0,521	0,762	0,001	0,136	19,27	0,026
255	6,37	0,092	4,27	3,50	6,60	0,041	0,200	0,001	3,07	0,68	0,244	0,770	0,001	0,060	19,47	0,037
256	6,46	0,130	2,44	3,78	0,11	0,029	0,010	0,005	0,62	0,18	0,214	0,824	0,01	0,109	8,35	0,033
257	6,68	0,116	3,66	2,10	11,00	0,040	0,001	0,001	1,20	0,26	0,390	1,456	0,001	0,124	20,23	0,051
293	6,56	0,059	3,66	3,50	0,11	0,040	0,012	0,012	4,64	0,25	0,175	0,213	0,020	0,057	12,69	0,007
294	6,70	0,100	3,05	3,50	0,11	0,030	0,009	0,001	0,61	0,13	0,161	0,129	0,010	0,063	7,84	0,032
295	6,17	0,090	2,44	3,33	0,11	0,040	0,005	0,001	0,84	0,18	0,200	0,191	0,009	0,005	7,44	0,026
296	6,16	0,100	2,44	2,98	0,11	0,030	0,250	0,005	0,34	0,09	0,112	0,131	0,001	0,149	6,59	0,029
297	6,12	0,078	1,83	3,15	0,11	0,050	0,205	0,001	1,30	0,30	0,750	0,352	0,001	0,131	8,13	0,033
298	6,67	0,088	4,88	3,50	0,11	0,050	0,350	0,001	0,42	0,10	0,141	0,314	0,20	0,256	10,15	0,043
299	6,71	0,084	6,10	3,68	0,11	0,044	0,250	0,001	0,07	0,11	0,140	0,196	0,15	0,141	10,94	0,069
300	6,34	0,080	1,22	2,80	0,11	0,028	0,010	0,001	0,68	0,15	0,123	0,359	0,009	0,044	5,57	0,021
301	6,35	0,085	3,05	3,15	0,11	0,040	0,015	0,001	0,61	0,13	0,161	0,229	0,05	0,067	7,63	0,020
302	6,50	0,103	4,27	1,75	23,1	0,050	0,206	0,001	0,84	0,17	0,200	0,191	0,08	0,204	30,96	0,034
303	6,54	0,022	6,71	1,58	20,90	0,049	0,010	0,012	4,64	0,27	0,175	0,213	0,01	0,106	34,59	0,028
304	6,82	0,097	3,05	3,15	2,75	0,051	0,015	0,001	0,61	0,13	0,161	0,229	0,50	0,003	10,74	0,045
305	6,39	0,029	3,66	2,28	13,20	0,030	0,010	0,001	0,84	0,17	0,200	0,191	0,01	0,181	20,62	0,034
306	6,37	0,029	7,32	1,93	13,20	0,051	0,050	0,001	0,97	0,21	0,137	0,196	0,01	0,233	24,10	0,037
307	6,22	0,064	3,05	2,63	2,75	0,051	0,010	0,001	0,42	0,10	0,149	0,314	0,01	0,005	9,55	0,039
308	6,31	0,015	6,71	3,33	2,75	0,039	0,012	0,001	2,30	0,40	0,850	0,452	0,10	0,458	16,96	0,039
309	6,45	0,016	1,83	2,28	17,60	0,020	0,010	0,001	0,69	0,15	0,223	0,359	0,01	0,401	23,19	0,020
310	6,03	0,045	3,66	2,28	17,60	0,034	0,010	0,015	0,34	0,09	0,112	0,131	0,01	0,035	24,33	0,032

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
311	6,13	0,080	3,56	2,78	25,30	0,025	0,006	0,009	0,40	0,30	0,228	0,225	0,04	0,030	32,95	0,009
312	6,55	0,082	4,06	1,56	12,10	0,028	0,007	0,008	0,43	0,25	0,245	0,254	0,03	0,025	19,05	0,008
313	6,61	0,020	6,42	1,45	12,65	0,030	0,010	0,001	0,69	0,28	0,193	0,500	0,04	0,024	22,28	0,018
314	6,34	0,027	2,44	2,10	17,60	0,050	0,070	0,009	0,54	0,19	0,187	0,395	0,01	0,055	23,62	0,046
315	6,22	0,022	5,49	2,63	19,25	0,035	0,010	0,007	0,48	0,19	0,126	0,153	0,01	0,029	28,40	0,066
316	7,33	0,019	4,88	2,10	17,60	0,050	0,011	0,001	0,37	0,17	0,261	0,286	0,01	0,124	25,76	0,044
Среднее	6,42	0,075	3,81	3,37	6,05	0,03	0,05	0,004	1,61	0,31	0,300	0,510	0,08	0,130	10,9	0,040
max	7,39	0,155	14,64	5,43	26,4	0,053	0,45	0,080	8,30	1,06	2,111	1,955	2,80	0,690	28,3	0,140
min	6,00	0,015	1,22	1,45	0,01	0,001	0,001	0,001	0,07	0,09	0,048	0,129	0,001	0,003	5,47	0,007
ПДК, ОДК	0,7–1,5	–	–	350	500	–	130	0,001	180	50	40–50	120–200	0,40	–	–	0,050

Примечание. ПДК, ОДК вод для питьевых и рыбохозяйственных нужд ГОСТ 2874-82, ГН 2.1.5.1315-03; прочерк – ПДК и ОДК не установлены.

Таблица 3  
Содержание макро- и микроэлементов в снеговой воде Средней котловины оз. Байкал и прилегающей территории, март 2015 г.

№ пл.	мг/дм <sup>3</sup>																			мкг/дм <sup>3</sup>
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	0,004	0,007	0,002	0,032	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,023	0,001	0,003	0,004	0,003	0,001	0,001	0,001	0,50	
211	0,001	0,018	0,003	0,024	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,013	0,007	0,001	0,001	0,001	0,001	0,55	
212	0,006	0,002	0,002	0,014	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001	0,021	0,001	0,002	0,002	0,002	0,50	
213	0,001	0,054	0,005	0,077	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,052	0,014	0,010	0,009	0,006	0,001	0,001	0,001	0,55	
214	0,001	0,010	0,002	0,030	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,024	0,046	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,30	
215	0,001	0,015	0,004	0,031	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,028	0,041	0,003	0,005	0,003	0,001	0,001	0,001	0,38	
216	0,001	0,017	0,003	0,033	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,031	0,023	0,003	0,005	0,004	0,001	0,001	0,001	0,30	
217	0,001	0,005	0,002	0,008	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,31	
218	0,007	0,008	0,004	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,012	0,251	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	0,15	
219	0,005	0,007	0,003	0,016	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,009	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	0,11	
221	0,001	0,010	0,004	0,017	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,007	0,061	0,008	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,15	
222	0,001	0,010	0,002	0,025	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,019	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,08	
223	0,001	0,010	0,002	0,025	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,019	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,08	

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
224	0,001	0,001	0,002	0,008	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,006	0,001	0,002	0,002	0,15
230	0,001	0,015	0,003	0,022	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,013	0,001	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001	0,20
231	0,013	0,003	0,004	0,013	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,025	0,001	0,001	0,001	0,18
232	0,001	0,003	0,002	0,006	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,005	0,001	0,010	0,009	0,001	0,001	0,001	0,20
233	0,001	0,008	0,003	0,013	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,013	0,001	0,011	0,006	0,001	0,001	0,001	0,25
234	0,001	0,007	0,003	0,016	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,086	0,016	0,009	0,001	0,001	0,001	0,15
235	0,001	0,010	0,002	0,017	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,006	0,056	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001	0,14
236	0,001	0,001	0,001	0,007	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,007	0,003	0,001	0,001	0,001	0,20
237	0,001	0,003	0,002	0,010	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,006	0,01	0,001	0,001	0,15
238	0,001	0,006	0,003	0,019	0,01	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,008	0,085	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001	0,18
239	0,005	0,003	0,002	0,011	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,187	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,10
240	0,011	0,003	0,003	0,015	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,010	0,001	0,001	0,001	0,16
241	0,004	0,007	0,002	0,016	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008	0,002	0,004	0,006	0,001	0,001	0,001	0,20
242	0,013	0,011	0,004	0,013	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,008	0,017	0,010	0,024	0,001	0,001	0,001	0,10
243	0,013	0,003	0,004	0,013	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,025	0,001	0,001	0,001	0,11
244	0,005	0,002	0,002	0,009	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,12
245	0,004	0,008	0,003	0,020	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,013	0,009	0,001	0,001	0,001	0,10
246	0,001	0,010	0,003	0,029	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,020	0,001	0,013	0,006	0,002	0,001	0,001	0,12
247	0,011	0,011	0,003	0,019	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,009	0,001	0,014	0,010	0,001	0,001	0,001	0,13
248	0,001	0,012	0,005	0,014	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,020	0,013	0,010	0,001	0,001	0,001	0,14
249	0,011	0,024	0,007	0,028	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,015	0,409	0,023	0,022	0,002	0,001	0,001	0,15
250	0,012	0,017	0,007	0,050	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,022	0,048	0,011	0,027	0,002	0,001	0,001	0,16
251	0,001	0,009	0,004	0,013	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,004	0,156	0,001	0,015	0,001	0,001	0,001	0,18
252	0,009	0,007	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,006	0,004	0,001	0,002	0,002	0,15
253	0,007	0,026	0,006	0,035	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,021	0,001	0,024	0,012	0,003	0,002	0,002	0,20
254	0,007	0,008	0,003	0,016	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002	0,008	0,001	0,007	0,026	0,001	0,002	0,002	0,18
255	0,008	0,007	0,005	0,028	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,026	0,017	0,052	0,002	0,019	0,001	0,001	0,001	0,20
256	0,002	0,006	0,002	0,018	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,020	0,147	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,15
257	0,009	0,007	0,004	0,020	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,028	0,465	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,20

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
293	0,001	0,001	0,003	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,014	0,138	0,001	0,007	0,002	0,002	0,001	0,26
294	0,003	0,002	0,004	0,008	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,10
295	0,001	0,009	0,002	0,038	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,034	0,061	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,12
296	0,004	0,003	0,001	0,008	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,004	0,005	0,365	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,11
297	0,001	0,008	0,006	0,071	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,069	0,113	0,002	0,010	0,006	0,001	0,001	0,10
298	0,004	0,003	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005	0,002	0,047	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,12
299	0,002	0,006	0,002	0,072	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,070	0,146	0,001	0,004	0,008	0,002	0,002	0,14
300	0,001	0,005	0,001	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,001	0,11
301	0,005	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,08
302	0,023	0,006	0,002	0,072	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,070	0,246	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,10
303	0,001	0,001	0,003	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,014	0,138	0,001	0,007	0,002	0,002	0,001	0,15
304	0,005	0,002	0,004	0,008	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,21
305	0,001	0,009	0,002	0,038	0,001	0,002	0,001	0,001	0,004	0,001	0,034	0,061	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,18
306	0,001	0,009	0,002	0,038	0,001	0,001	0,001	0,002	0,004	0,001	0,034	0,061	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001	0,14
307	0,004	0,003	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,005	0,002	0,047	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,14
308	0,001	0,028	0,006	0,071	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,069	0,113	0,002	0,010	0,006	0,002	0,002	0,15
309	0,001	0,004	0,001	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,001	0,18
310	0,004	0,003	0,001	0,008	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,005	0,765	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,10
311	0,002	0,004	0,006	0,010	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,010	0,005	0,010	0,002	0,002	0,002	0,15
312	0,010	0,003	0,005	0,009	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,005	0,012	0,004	0,015	0,002	0,002	0,001	0,66
313	0,002	0,003	0,007	0,011	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,004	0,004	0,001	0,005	0,041	0,001	0,001	0,001	0,14
314	0,012	0,004	0,001	0,024	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,015	0,463	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,19
315	0,016	0,001	0,001	0,015	0,001	0,001	0,001	0,001	0,007	0,001	0,011	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,20
316	0,006	0,004	0,002	0,028	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,022	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,20
Среднее	0,005	0,008	0,003	0,022	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,020	0,077	0,005	0,009	0,002	0,001	0,001	0,19
max	0,023	0,054	0,007	0,077	0,010	0,003	0,004	0,002	0,007	0,026	0,070	0,765	0,024	0,041	0,010	0,002	0,002	0,66
min	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,08
ПДК, ОДК	0,25	0,1	0,7	0,5	0,001	0,02	1,0	0,002	–	0,05	0,3	10	5,0–1,0	7	–	0,1	0,001–0,005	0,3–0,5

Примечание. ПДК, ОДК вод ГОСТ 2874-82, ГН 2.1.5.1315-03; прочерк – ПДК и ОДК не установлены.

### Выводы

Результаты проведенных работ в Средней котловине оз. Байкал выявили три района аномальных концентраций химических веществ в снежном покрове. Первый имеет локальное распространение в прибрежной зоне Приольхонья, где наблюдается повышенное содержание химических элементов в снеге, что, по нашему мнению, связано не только с антропогенной нагрузкой вблизи населенных пунктов и турбаз, а также с терригенной пылью пород и почв. Снег легко выдувается на остепненных участках. Прибреговые оголенные бесснежные остепненные участки Приольхонья имеют относительно большую площадь, с которых сильными ветрами переносятся макро- и микрочастицы почв и пород, характерных для данного региона, на акваторию озера. Данное загрязнение имеет локальный и природный характер. Второй район регионального загрязнения снежного покрова приурочен к долине р. Селенга, по которой переносятся техногенные выбросы Селенгинского промышленного узла. Третий – имеет локальное распространение в районе п. Баргузина и Усть-Баргузина. Реакция снеговых вод (рН) вблизи населенных пунктов и Селенгинского промышленного узла варьирует от 6,3 до 7,2; содержания  $\text{HCO}_3^-$ , Са, К, Na, Мо, Мп, Pb, Fe, Zn и Sr превышают фоновые значения в 4, 7, 4, 4, 9, 3, 2, 3, 6 и 2 раза соответственно. Содержания  $\text{NH}_4^+$ , Hg и нефтепродуктов в снеге превышают санитарно-гигиенические нормы.

### Список литературы

1. Белоголовов В.Ф. Геохимический атлас г. Улан-Удэ. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1989. – 52 с.
2. Белозерцева И.А., Матушкина О.А. Загрязнение атмосферы // Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. – С. 31–37.
3. Воробьева И.Б., Напрасникова Е.В., Власова Н.В. Эколого-геохимическая оценка системы: снег на льду –

лед – подледная вода оз. Байкал // Ледовые и термические процессы на водных объектах России. – Архангельск: Институт водных проблем РАН, 2007. – С. 87–90.

4. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – 2003. – [http://www.infosait.ru/norma\\_doc/41/41363/index.htm](http://www.infosait.ru/norma_doc/41/41363/index.htm).

5. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – 1983. – <http://docs.cntd.ru/document/1200012472>.

6. ГОСТ 17.1.5.05.85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков (дождь, роса, снег, град, изморозь). – М.: Государственный комитет России по гидрометеорологии и контролю природной среды. – 1985. – <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9215/index.htm>.

7. Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2006 г. МПР РФ, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – М.-Иркутск: Сибирский филиал ФРУНПП «Росгеофонд», 2007. – 420 с.

8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011–2013 году». Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2012–2014. – <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>

9. Грачев М.А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2002. – 156 с.

10. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон) / науч. ред. акад. М.И. Кузьмин; Рос. акад. наук, сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А.П. Виноградова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – 234 с.

11. Михеева А.С. Загрязнение атмосферы // Антропогенная трансформация природных систем и социально-экономические последствия в бассейне реки Селенги. Министерство образования и науки Российской Федерации, Бурятский государственный университет, Байкальский институт природопользования СО РАН. – Улан-Удэ, 2012. – С. 124–133.

12. Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Дубынина С.С., Давыдова Н.Д., Власова Н.В. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов. – Новосибирск: НАУКА, 2010. – 315 с.

13. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 486 с.

14. Ходжер Т.В., Сороковикова Л.М. Оценка поступления растворимых веществ из атмосферы и с речным стоком в озеро Байкал // География и природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 185–191.