

# Прикладные проблемы

УДК 502.175 (470.53)

doi: 10.15356/IS.2015.01.10

## О составе снега на территории Верхнекамского солевого месторождения

© 2015 г. С.М. Блинов<sup>1</sup>, Е.А. Меньшикова<sup>2</sup>, Е.Н. Батурин<sup>1</sup>, Е.С. Ушакова<sup>1</sup>, Л.Р. Золотарев<sup>2</sup><sup>1</sup>Пермский государственный университет; <sup>2</sup>Естественно-научный институт Пермского государственного университета  
ecogeo@psu.ru

## On a snow cover composition in the vicinity of the Verkhnekamsky Salt Deposit

S.M. Blinov<sup>1</sup>, E.A. Menshikova<sup>2</sup>, E.N. Baturin<sup>1</sup>, E.S. Ushakova<sup>1</sup>, L.R. Zolotarev<sup>2</sup><sup>1</sup>Perm State National Research University; <sup>2</sup>Institute of Natural Science of the Perm University

Статья принята к печати 31 июля 2014 г.

*Месторождение калийно-магниевых солей, Пермский край, снежный покров, химический состав.  
Chemical composition, deposit of potassium-magnesium salts, Perm Region, snow cover.*

Приведены результаты исследования химического состава снежного покрова на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей в зоне влияния атмосферных выбросов Березниковских калийных производственных рудоуправлений (Пермский край). С учётом специфики поллютантов, присутствующих в выбросах, исследования состава талой воды снежного покрова предусматривали определение концентрации основных макрокомпонентов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), содержания взвешенных веществ, общей минерализации и pH. Повышенные относительно фона концентрации отмечены для компонентов, непосредственно связанных с добычей и переработкой солей –  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . Установленные аномалии имеют локальный характер и, как правило, не выходят за пределы санитарно-защитных зон предприятий.

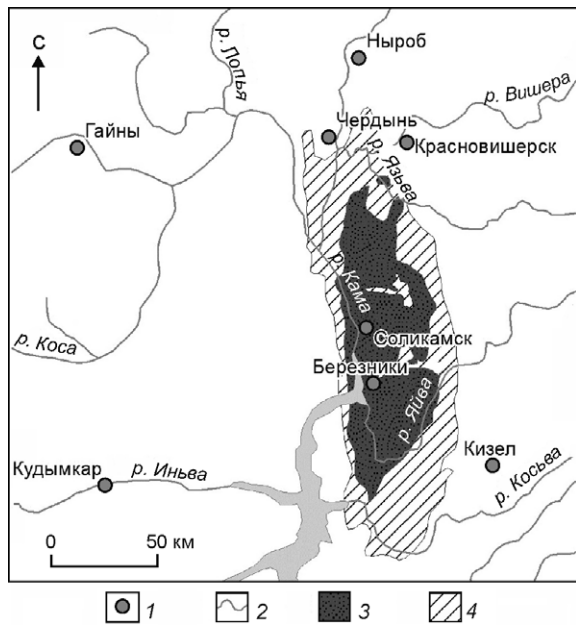
The paper presents data on the chemical composition of snow on the territory of the Verkhnekamsky salt deposit which contains salts of magnesium and potassium. Studies were carried out in the zone influenced by atmospheric emissions of the Berezniki potassium production in the Perm Region (West slope of North and Central Urals). With regard for specific character of pollutants in the emissions composition of melt water was analyzed for the purpose to determine concentrations of main chemical components ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) as well as of suspended substances, the total mineralization, and the pH velus.

Снежный покров характеризуется высокой сорбционной способностью, благодаря которой во время снегопада в нём концентрируется значительная часть продуктов техногенеза из атмосферного воздуха. Кроме того, он активно аккумулирует загрязняющие вещества, оседающие на его поверхности между снегопадами [10]. Химический состав снега определяется и взаимодействием снежного покрова с почвенно-растительным покровом [9]. Именно поэтому снежный покров относится к важному индикатору загрязнения не только атмосферных осадков и воздуха, но и почв, и природных вод. Эта особенность снежного покрова широко используется при экологических исследованиях на урбанизированных территориях, а также при инженерно-экологических изысканиях [15] для объектов капитального строительства с существенными объёмами выбросов в атмосферу [1, 2, 4]. Исследование химического состава снежного покрова выполнено нами в рамках инженерно-экологических изысканий в пределах санитарно-защитных зон и прилегающих к ним территорий на Березниковских калийных производственных рудоуправле-

ниях ОАО «Уралкалий» (БКПРУ), которые ведут разработку Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС). Предприятия расположены в г. Березники Пермского края.

### Постановка проблемы

В Пермском крае калийная промышленность развивается уже более 85 лет. ВКМКС – единственная сырьевая база калийной промышленности России и вторая в мире по величине запасов (рис. 1). Месторождение расположено на левобережье р. Кама и имеет протяжённость примерно 200 км в меридиональном направлении и почти 50 км в широтном. Приурочено к центральной части Соликамской впадины Предуральского краевого прогиба. Добыча ведётся шахтным способом с глубины более 300 м. Предметы добычи – сильвинит, карналлитовая порода и рассолы [3, 8]. На территории рудоуправлений в непосредственной близости от шахтных стволов расположены обогатительные фабрики, а также объекты размещения отходов производства – солеотвалы и шламохранилища.



**Рис. 1.** Географическое положение Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей:

1 – города; 2 – реки; 3 – калийная залежь; 4 – соляная залежь

**Fig. 1.** Geographical location of the territory Verkhne-Kamenskoe Deposit of potassium-magnesium salts:

1 – cities; 2 – rivers; 3 – potash deposit; 4 – salt deposit

Основная часть отходов представлена твёрдыми галитовыми образованиями (хлориды натрия), специфическая особенность которых – значительное содержание в их составе водорастворимых минералов. Из выбрасываемых загрязняющих веществ преобладают хлориды калия и натрия, из основных загрязняющих веществ – диоксиды азота и серы, а также оксид углерода. Расположенные на промплощадках производства служат источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу и последующих атмосферных выпадений, а существенный состав снежного покрова – инструментом оценки возможного распространения загрязняющих веществ с территории рудоуправлений и дальнейшего распределения в системе атмосферный воздух → почвенно-растительный покров → поверхностные и подземные воды.

### Методы исследований

Исследование снежного покрова выполнены в конце марта 2011 г. перед началом снеготаяния. Пробы отбирались согласно методическим указаниям [5] и руководящим документам по контролю за загрязнением атмосферы [11]. Площадки

опробования выбирались в снежном массиве с ненарушенным первичным залеганием, при отсутствии следов искусственного навала или расчистки снега, включений бытовых и промышленных отходов, загрязнений, следов лыжни и т.п. Пробы снега, представляющие собой вертикальные столбики с ненарушенной структурой (керны), вырезались с помощью стандартного весового снегомера ВС-43, заглубляемого на всю толщину снежного покрова. Пробы отбирались по сетке, расположенной в пределах санитарно-защитной зоны каждого предприятия и прилегающей территории. Сетка содержала 5–11 профилей, ориентированных в меридиональном направлении. Каждый профиль имел пять точек опробования, которые были расположены на расстоянии 1000 м друг от друга. В каждой точке проводили отбор проб снега, а также измерение толщины и плотности снежного покрова, которые позволили оценить запасы содержащейся в снеге воды. Каждая проба состояла из нескольких (не менее пяти) кернов снега.

Пробы снега после растапливания при комнатной температуре для отделения твёрдой минеральной фазы от растворённой фильтровали через фильтр «синяя лента» (диаметр пор 1–2,5 мкм). Исследования химического состава талой воды предусматривали определение основных ионов и показателей, среди которых к наиболее важным, учитывая специфику техногенных выбросов, относятся:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , общая минерализация и содержание взвешенных веществ. Состав талой воды определялся согласно действующему руководящему документу по контролю за загрязнением атмосферы [11]. Общая ошибка определения анализируемых компонентов не превышала  $\pm 5\%$  для каждой пробы. Анализ выполнен в лаборатории кафедры динамической геологии и гидрогеологии Пермского государственного университета (аналитик Д.Ю. Наумов); результаты анализа приведены в табл. 1.

### Результаты исследований

Согласно результатам многолетних наблюдений [14, 16], устойчивый снежный покров в Пермском крае образуется в последней декаде октября, а разрушается в середине апреля. Максимальная толщина снежного покрова фиксируется в первой декаде марта – до 128 см; среднее многолетнее значение составляет 89 см. Средняя продолжитель-

Таблица 1. Состав снежного покрова на территории Березниковских калийных производственных рудоуправлений в 2011 г., мг/дм<sup>3</sup>

Исследуемая территория	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ОМ <sup>1</sup>	рН	ВВ <sup>2</sup>	Общее число точек
БКПРУ-2	2,04 <sup>3</sup>	1,18	4,41	1,98	1,03	0,31	1,69	1,8	0,44	14,99	5,25	1,20	28
	4,12	2,74	44,34	2,59	3,12	0,87	16,53	16,06	0,70	90,77	6,10	2,32	
БКПРУ-3	1,96	1,02	2,07	1,95	0,93	0,27	0,78	1,07	0,44	11,09	5,27	1,20	37
	5,34	2,16	17,79	2,76	1,84	0,50	6,06	6,58	0,87	40,54	6,25	7,64	
БКПРУ-4	3,72	1,29	6,86	1,78	0,76	0,12	2,51	2,63	0,53	20,43	5,43	1,33	61
	13,27	3,74	87,88	2,36	5,19	0,64	22,76	41,68	1,70	171,81	6,84	4,17	
Условный фон <sup>4</sup>	–	2,51	3,84	0,31	–	–	0,27	< 0,1	0,57	8,96	5,56	7,49	7
		3,00	4,48	0,40			0,41		0,71	10,70	5,90	14,62	

<sup>1</sup>ОМ – общая минерализация. <sup>2</sup>ВВ – взвешенные вещества. <sup>3</sup>В числителе дано среднее значение, в знаменателе – максимальное. <sup>4</sup>Условный фон – в районе населённого пункта Троицк, в 10 км северо-восточнее БКПРУ-2 (Второе Березниковское производственное рудоуправление).

ность залегания устойчивого снежного покрова – 174 дня при разбросе от 124 до 203 дней. Толщина снежного покрова определяется ветровым режимом отдельных участков: на открытых участках она значительно меньше, чем в лесу и на защищённых от ветра местах. На территории действующих рудоуправлений, согласно исследованиям авторов, толщина снежного покрова составляла от 52 до 140 см при среднем значении 88 см, что соответствует среднемноголетним значениям; плотность снежного покрова составляет 0,07–0,27 г/см<sup>3</sup> при среднем значении 0,12 г/см<sup>3</sup> (табл. 2).

Предельно допустимые концентрации тех или иных элементов в снежном покрове пока не разработаны. Оценить химический состав снежного покрова можно с использованием фоновой подхода, широко применяемого в практике эколого-геохимических исследований, когда в качестве базы для сравнения принимается его содержание в исследуемом компоненте (в данном случае в снежном покрове) относительно однородного в ландшафтно-геохимическом отношении природного участка, не испытывающего техногенного воздействия [12]. Таким образом, состав снега на территориях, прилегающих к рудоуправлениям, сравнивался с составом снега на участках, где воздействие на компоненты природной среды было минимальным. В качестве фоновой территории выбран район населённого пункта Троицк, который расположен на значительном удалении от производственных объектов.

Для оценки результатов исследований использованы показатель удельного запаса исследованных макрокомпонентов  $Q$  (в мг/м<sup>2</sup>) согласно

Таблица 2. Характеристики снежного покрова на территории Березниковских калийных производственных рудоуправлений в 2011 г.

Исследуемая территория	Высота, м	Масса керны, г	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Водо-запас, мм	Общее число точек
БКПРУ-2	106*	1115,00	0,18	172,00	28
	70	458,33	0,07	75,67	
БКПРУ-3	110	1068,33	0,24	213,67	37
	67	373,33	0,08	74,00	
БКПРУ-4	140	2247,50	0,27	299,67	61
	52	380,00	0,11	76,00	
Условный фон	64	863,2	0,28	168	7
	55	573,00	0,19	114	

\*В числителе дано максимальное значение, в знаменателе – минимальное.

РД 52.04.186–89 [11], который учитывает концентрацию веществ в талой воде, и показатель водозапаса. При этом, принимая во внимание специфику загрязнения снежного покрова – поступление с атмосферными выбросами водорастворимых соединений, при расчёте удельного запаса (поверхностной плотности) загрязнений величина осадка на фильтре не учитывалась:

$$Q = \rho \times \bar{P},$$

где  $\rho$  – концентрация в воде, мг/дм<sup>3</sup>;  $\bar{P}$  – средний водозапас в снеге, дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> (мм).

Обобщённые величины удельного запаса приведены в табл. 3. Для наглядного представления результатов построены карты распределения величины удельного запаса по проанализированному перечню компонентов в составе талой воды. Выполнено сравнение величины удельного за-

Таблица 3. Удельный запас макрокомпонентов в снежном покрове территории Березниковских калийных производственных рудоуправлений в 2011 г., мг/дм<sup>3</sup>

Предприятия	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ОМ <sup>1</sup>	ВВ <sup>2</sup>	Общее число точек
БКПРУ-2	577,80 <sup>3</sup>	157,46	552,03	266,22	135,55	40,90	213,75	230,52	60,46	2244,10	154,88	28
	975,39	359,84	5823,17	408,98	409,75	114,26	2170,88	2109,16	102,55	12341,08	314,17	
БКПРУ-3	463,61	128,56	236,44	245,33	117,24	34,28	90,36	126,90	55,54	1504,71	148,14	37
	1108,98	217,98	1316,46	372,60	257,87	81,15	448,44	486,92	95,77	3234,74	771,64	
БКПРУ-4	672,34	184,82	1062,10	251,62	112,16	20,61	381,40	419,29	76,71	3188,19	184,53	61
	2738,13	755,48	17751,76	620,32	874,52	107,84	3941,02	8419,36	243,39	34705,62	474,00	

<sup>1</sup>ОМ – общая минерализация. <sup>2</sup>ВВ – взвешенные вещества. <sup>3</sup>В числителе дано среднее значение, в знаменателе – максимальное.

паса со средними показателями по территории г. Березники и условно фоновой территории. Результаты распределения величины удельного за- паса в снеге специфических макрокомпонентов приведены на рис. 2–4. Штриховкой показаны участки, где значения удельного запаса исследо-

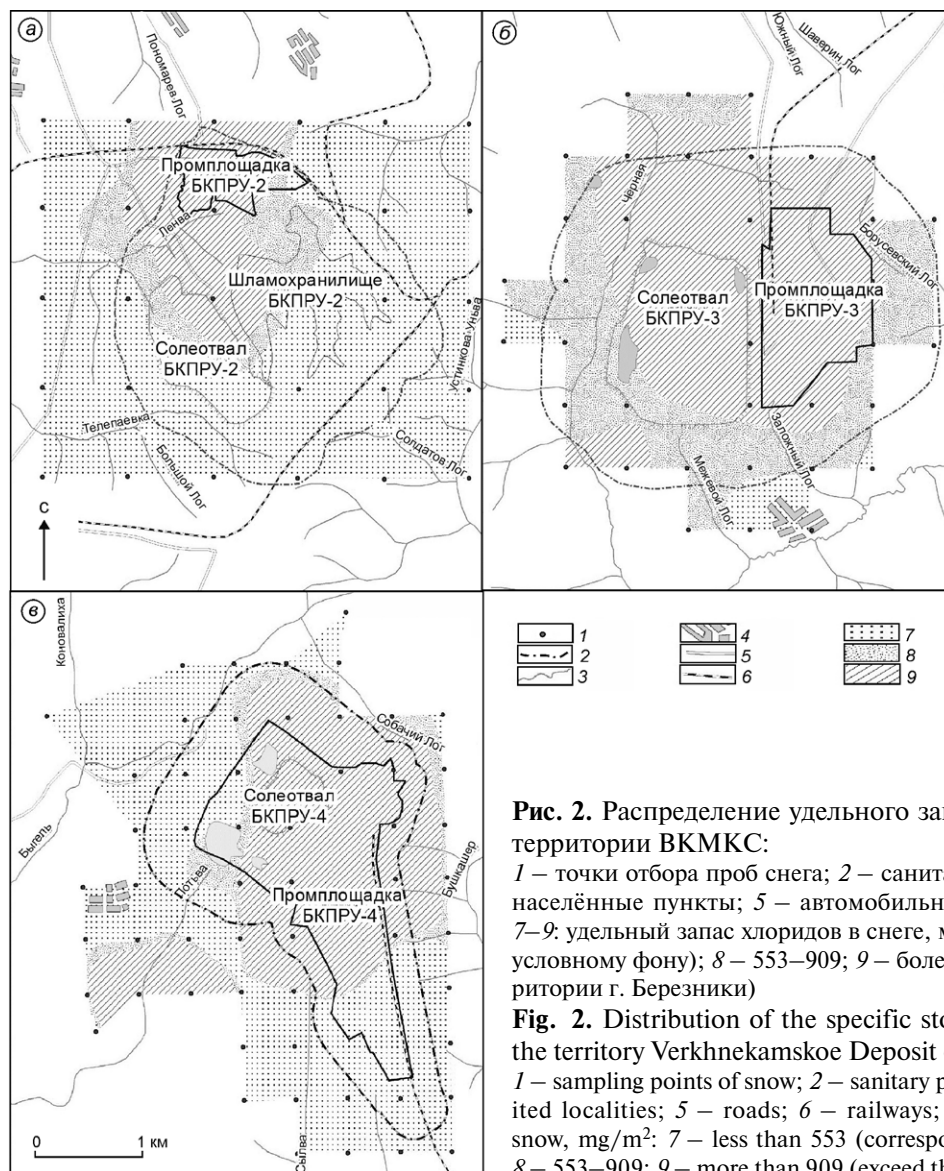
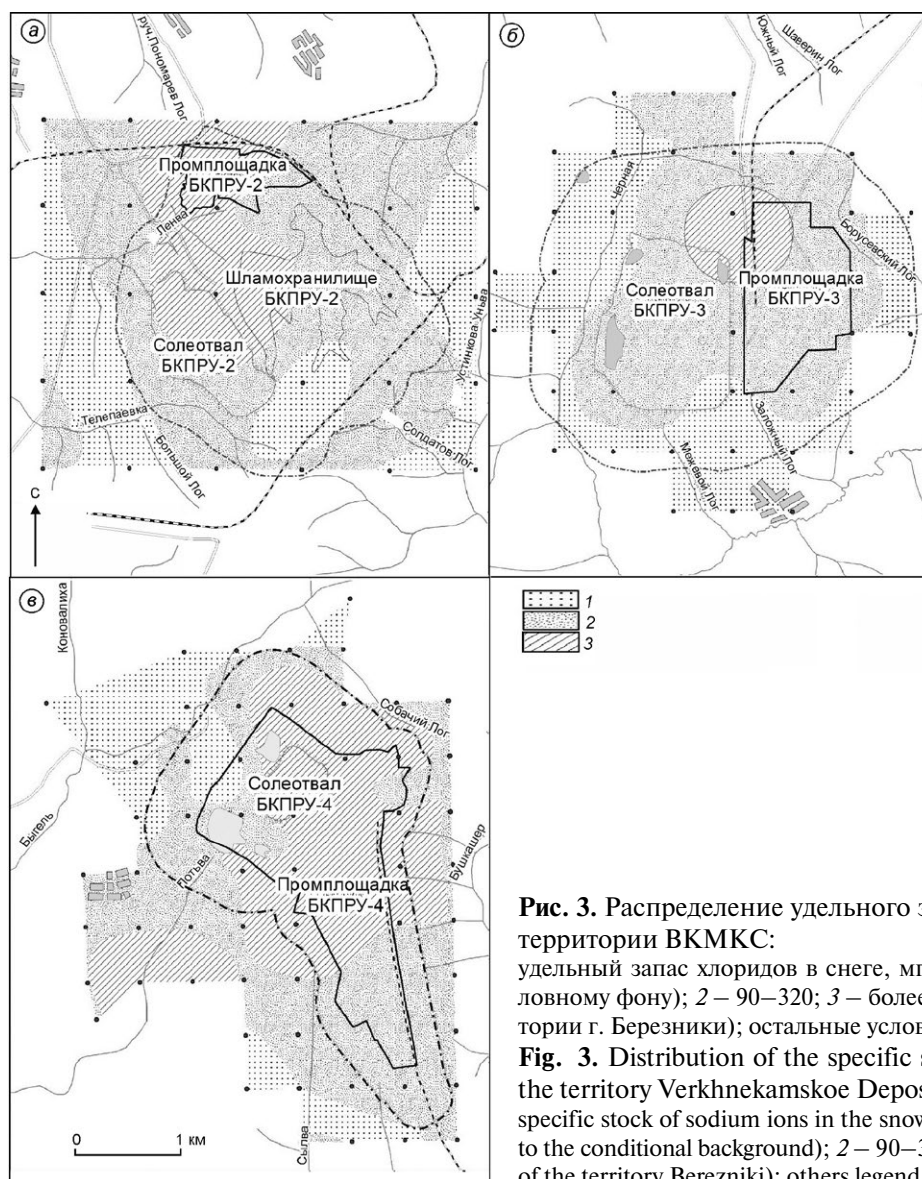


Рис. 2. Распределение удельного запаса Cl<sup>-</sup> в снежном покрове на территории ВКМКС:

1 – точки отбора проб снега; 2 – санитарно-защитная зона; 3 – реки; 4 – населённые пункты; 5 – автомобильные дороги; 6 – железные дороги; 7–9: удельный запас хлоридов в снеге, мг/м<sup>2</sup>: 7 – менее 553 (соответствует условному фону); 8 – 553–909; 9 – более 909 (превышает значения по территории г. Березники)

Fig. 2. Distribution of the specific storage of Cl<sup>-</sup> in the snow cover at the territory Verkhnekamskoe Deposit of potassium-magnesium salts  
1 – sampling points of snow; 2 – sanitary protection zone; 3 – rivers; 4 – inhabited localities; 5 – roads; 6 – railways; 7–9: specific stock of chlorides in snow, mg/m<sup>2</sup>: 7 – less than 553 (corresponds to the conditional background); 8 – 553–909; 9 – more than 909 (exceed the value of the territory Berezniki)



**Рис. 3.** Распределение удельного запаса  $Na^+$  в снежном покрове на территории ВКМКС:

удельный запас хлоридов в снеге,  $mg/m^2$ : 1 – менее 90 (соответствует условному фону); 2 – 90–320; 3 – более 320 (превышает значения по территории г. Березники); остальные условные обозначения см. на рис. 2

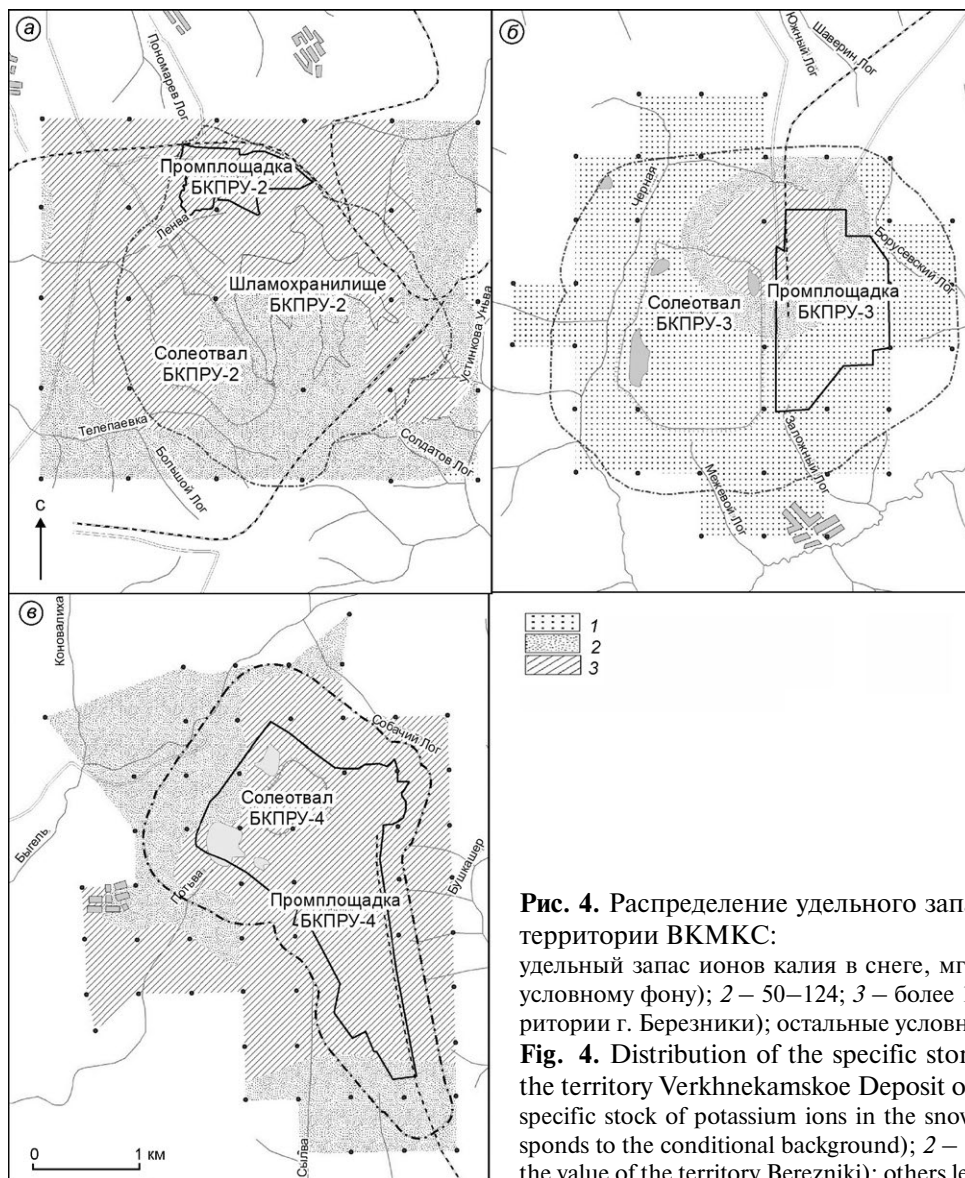
**Fig. 3.** Distribution of the specific storage of  $Na^+$  in the snow cover at the territory Verkhnekamskoe Deposit of potassium-magnesium salts: specific stock of sodium ions in the snow,  $mg/m^2$ : 1 – less than 90 (corresponds to the conditional background); 2 – 90–320; 3 – more than 320 (exceed the value of the territory Berezniki); others legend see Fig. 2

ванных компонентов в снеге превышают средние показатели по снежному покрову г. Березники, крапом обозначены зоны, где значения данного показателя находятся в интервале значений показателей условно-фоновой участка в районе населённого пункта Троицк и г. Березники, отсутствие крапа отражает значения удельного запаса ниже уровня принятого условного фона.

### Обсуждение результатов

Анализ построенных схем показал, что по характеру распределения удельного запаса на территории исследований среди основных определяемых макрокомпонентов можно выделить две

группы. К первой группе относятся компоненты, непосредственно связанные с производственной деятельностью Березниковских рудоуправлений, –  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ . Для этой группы компонентов характерны повышенные значения удельного запаса для территорий, находящихся в непосредственной близости от промплощадок, солеотвалов и шламохранилищ (см. рис. 2, 3). С указанной группой макрокомпонентов закономерно связано и распределение удельного запаса водорастворимых веществ в снеге. Наибольший ареал распространения – у ионов калия (см. рис. 4). Удельный запас ионов  $Mg^+$  и  $SO_4^{2-}$  не превышает средних значений для территории г. Березники, а чаще всего – и условно-фоновых значений. При этом удельный запас



**Рис. 4.** Распределение удельного запаса  $K^+$  в снежном покрове на территории ВКМКС:

удельный запас ионов калия в снеге,  $mg/m^2$ : 1 – менее 50 (соответствует условному фону); 2 – 50–124; 3 – более 124 (превышает значения по территории г. Березники); остальные условные обозначения см. на рис. 2

**Fig. 4.** Distribution of the specific storage of  $K^+$  in the snow cover at the territory Verkhnekamskoe Deposit of potassium-magnesium salts: specific stock of potassium ions in the snow,  $mg/m^2$ : 1 – less than 50 (corresponds to the conditional background); 2 – 50–124; 3 – more than 124 (exceed the value of the territory Berezniki); others legend see Fig. 2

специфических компонентов на южных участках территорий рудоуправлений соответствует значениям условно-фоновому участку. Вторая группа компонентов представлена  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$  и  $NO_3^-$ . Эти компоненты достаточно равномерно распределены по территории исследования и не зависят от пространственного расположения производственных объектов. Удельный запас  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$  и  $NO_3^-$  в снежном покрове не превышает средний показатель территории г. Березники, а в большинстве точек и условно-фоновых значений. Удельный запас взвешенных веществ характеризуется значениями, соответствующими условному фону.

Известно, что метеорологические условия существенно влияют на концентрацию техногенных

примесей в атмосферном воздухе и дальнейшее их распределение в приземном слое при выпадении осадков. По данным Главного управления Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГУ «Пермский ЦГМС»), в районе исследования зимой преобладает юго-восточный ветер, а летом – северо-западный. Опробование снежного покрова и анализ пространственного распределения концентраций макрокомпонентов показали, что большинство проб с повышенными концентрациями специфических компонентов отобраны в непосредственной близости от источников воздействия в границах нормативной санитарно-защитной зоны предприятий. Исключение составляют данные по тер-

Таблица 4. Состав снежного покрова по опубликованным данным

Исследуемая территория	Площадка наблюдений	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ОМ	pH
Байкальский биосферный заповедник [13]	—	Менее 1,0	0,40	0,06	4,7	4,76
Ижевск [18]	Фон	4,92	2,23	0,20	18,75	6,88
	Городская территория, 5 м от автодороги	5,13	40,12	0,80	831,23	7,25
Ижевск [17]	Городская территория, 5 м от автодороги	40–80	786–1656	—	—	7,0–7,2
	Городская территория, 50 м от автодороги	10	27	—	—	6,5
Минск [6]	—	1,18–7,00	1,28–10,89	0,20–1,31	—	—
Территория прибрежной зоны западного сектора Арктики [7]	—	0,62–4,89	6,68–17,0	—	—	—

ритории БКПРУ-2, где в северном направлении от территории промплощадки чётко прослеживается шлейф разноса хлоридов натрия, а для прилегающих с запада и севера территорий — ареал повышенных концентраций калия (см. рис. 4). Тем не менее, в целом ширина санитарно-защитной зоны рассматриваемых рудоуправлений, рассчитываемая с использованием стандартных методик по рассеиванию выбросов в атмосферном воздухе, подтверждена исследованиями вещественного состава снежного покрова.

Определённый интерес вызывает сравнительный анализ состава снежного покрова рассматриваемых территорий Верхнекамского месторождения с опубликованными данными по территориям городов в зоне влияния автотранспортных магистралей [6, 17, 18], заповедников [13], прибрежной зоны арктических морей [7] (табл. 4). Так, содержания Cl<sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в снежном покрове фонового участка территории Верхнекамского месторождения соотносятся с указанными показателями по фоновой территории г. Ижевск, приведённой в работе [18]. При этом содержание хлорид-ионов в снежном покрове вблизи автомагистралей [17] не менее чем на порядок превышает содержание данного компонента в снежном покрове вблизи действующих рудоуправлений Верхнекамского месторождения, что обусловлено активным использованием антигололёдных средств, накапливаемых в придорожном снеге. Средние показатели содержания хлорид-ионов на территории исследований Верхнекамского месторождения количественно соотносимы с содержанием хлорид-ионов в снежном покрове прибрежной зоны западного сектора арктических морей, где наблюдается влияние морских аэрозолей, поступающих с воздушными массами с незамерзающих частей морских акваторий [7].

## Заключение

Повышенный относительно фона удельный запас отмечен для компонентов, непосредственно связанных с добычей и переработкой солей, — Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>. Наибольшие величины этих показателей приурочены к территории промплощадок рудоуправлений. Аномалии имеют локальный характер — не более 3 км. На остальной территории исследований, включая точки, расположенные в непосредственной близости от границ санитарно-защитных зон, значения удельного запаса веществ в снеге не превышают средних значений для территории г. Березники, а чаще и условного фона. Высокая водорастворимость хлоридов калия и натрия в условиях гумидного климата, характеризующегося превышением суммы атмосферных осадков над испарением, обеспечивает высокую миграционную способность указанных соединений, что обеспечивает быстрое удаление возможного избытка солей из почвенного покрова, поэтому даже локальные очаги засоления не требуют специальных мероприятий по реабилитации.

## Литература

1. Батулин Е.Н., Губин С.А., Блинов С.М. Характеристика снежного покрова в районе размещения солеотвала БКПРУ-2 // Электронный журнал «Университетские исследования» 2010 г. — Режим доступа: [http://uresearch.psu.ru/files/articles/417\\_2800.doc](http://uresearch.psu.ru/files/articles/417_2800.doc).
2. Батулин Е.Н., Губин С.А., Блинов С.М. Распределение удельного запаса химических веществ в снежном покрове шахтного поля СКРУ-3 // Университетские исследования. 2011. URL : [http://uresearch.psu.ru/files/articles/415\\_46913.doc](http://uresearch.psu.ru/files/articles/415_46913.doc).
3. Белкин В.В. Мониторинг геологической среды в процессе разработки калийных месторождений //

- Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2008. № 1. С. 49–59.
4. *Блинов С.М., Батулин Е.А., Вострецов С.П.* Оценка влияния солеотвала БКПРУ-2 ОАО «Уралкалий» на химический состав снежного покрова // Рудник будущего. 2011. № 1 (5). С. 39–47.
  5. Временные методические указания для производства отбора и обработки проб снежного покрова в городах и окрестностях на комплекс загрязняющих веществ. М.: изд. Госкомгидромета, 1985. 13 с.
  6. *Какарека С.В., Белькович О.Е., Чундук В.Н.* Изучение химического состава атмосферных осадков и снежного покрова на урбанизированных территориях (на примере г. Минска) // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2010. № 1. С. 90–92.
  7. *Котова Е.К.* Оценка влияния местных источников загрязнения и дальнего переноса на формирование ионного состава атмосферных осадков и снежного покрова прибрежной зоны западного сектора Арктики: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. Ростов-на Дону: Южный федеральный университет, 2013. 23 с.
  8. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края: Энциклопедия / Под ред. А.И. Кудряшова. Пермь: Изд-во «Книжная площадь», 2006. 464 с.
  9. *Осокин И.М.* Химический состав снежного покрова на территории СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1963. № 3. С. 26–34.
  10. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М: Астрей, 2000. 768 с.
  11. РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989. 615 с.
  12. *Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П., Смирнова Р.С., Башаревич И.Л., Онищенко Т.Л., Павлова Л.Н., Трефилова Н.Я., Ачкасов Л.И., Саркисян С.Ш.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
  13. *Санина Н.Б., Склярова О.А., Костин С.Б.* Геохимические исследования снегового покрова Байкальского биосферного заповедника (в связи с проблемами деградации пихтовых лесов северного склона хр. Хамар-Дабан) // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2003. № 2. С. 120–129.
  14. Состояние и охрана окружающей среды. Березники: изд. Администрации г. Березники, 2010. С. 9–10.
  15. СП 11-102–97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: изд. Госстроя России, 1997. 42 с.
  16. *Шкляев В.А., Шкляева Л.С.* Статистические характеристики устойчивого снежного покров в Пермском крае // Географический вестник. 2010. № 4 (15). С. 68–74.
  17. *Шумилова М.А., Жиделева Т.Г.* Особенности загрязнения снежного покрова вблизи крупных автомагистралей г. Ижевска // Вестн. Удмуртского ун-та. Физика. Химия. 2010. Вып. 2. С. 90–97.
  18. *Шумилова М.А., Садиуллина О.В.* Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды на примере Ижевска // Вестн. Удмуртского ун-та. Физика. Химия. 2011. Вып. 2. С. 91–96.

### Summary

The snow cover chemical composition was investigated on the territory of the Verkhnekamskiy potash-magnesium salt deposit in the zone of influence of atmospheric emissions of Berezniki Potash Mining Complex (Perm Region). The object of researches was the snow in this area. Features of specific pollutants contained in the emissions of these mine groups and their relationship with the air intake and following atmospheric deposition were examined. With regard for specific character of pollutants in the emissions, studies of melt water included determination of the following chemical components –  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , of the pH value as well as suspended solid substances, and total mineralization. An analysis of snow composition was performed on two sites from which one was the surrounding background territory, while another area was the urban territory of city Berezniki, i.e. area of operating mine group. To assess the results the indicator of specific stock macro component was used. Increased specific stock relative to the background snowpack is clearly indicative of components directly related to the extraction and processing of salts  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . The revealed anomalies have a local character and, as a rule, do not extend beyond boundaries of sanitary protection zones of the enterprises. Maps of distribution of values of the specific reserves for the analyzed list of components in the melt water were constructed. Our results obtained for the Verkhnekamskiy Deposit area were compared with similar published data on the territories of cities in the zone influenced by motor roads, reserves, and coastal zones of the Russian Arctic seas.