

Южно-Байкальской вулканической области (данные К-Аг датирования) // Докл. РАН. – 2003. – Т. 390. – № 5. – С. 657–662.

Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Кудряшова Е.А., Лебедев В.И., Сугоракова А.М. Крупнейшие долинные излияния в кайнозое Азии: особенности строения, состава и условия формирования «лаговой реки» долины Малого Енисея // Вулканология и сейсмология. – 2004. – № 4. – С. 3–20.

УДК 551.50

DOI 10.24411/2658-4441-2020-10010

С.Г. ПРУДНИКОВ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ АК-СУГСКОГО МЕДНО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТУВА)

Представлена характеристика климатических особенностей Восточно-Саянского региона на основе данных метеопоста Ак-Суг за 2009–2017 гг. Наблюдается общее потепление климата за период наблюдений — в 2017 г средняя годовая температура воздуха составила $-2,2^{\circ}\text{C}$ против $-3,7^{\circ}\text{C}$ средней многолетней. Разность средних температур за 2009 и 2017 г. составила $3,2^{\circ}\text{C}$. Выполнен анализ фонового состояния атмосферного воздуха в районе Ак-Сугского месторождения до начала его освоения. Воздушная среда района Ак-Сугского рудного узла характеризуется природной чистотой. Если в целом Республика Тыва характеризуется резко континентальным климатом, то осваиваемый район ближе к континентальному — типично горному и влажному климату. Установленные в районе метеорологические факторы в целом способствуют самоочищению атмосферы.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, количество осадков, загрязнение атмосферного воздуха, месторождение Ак-Суг, Тува.

Рис. 18. Табл. 2. Библ. 5 назв. С. 13–26.

S.G. PRUDNIKOV

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

CLIMATIC FEATURES AND THE STATE OF THE ATMOSPHERE IN THE AREA OF THE AK-SUG COPPER-PORPHYRY DEPOSIT (TUVA)

The characteristics of climatic features of the East Sayan region, based on data from the Ak-Sug weather station for 2009–2017 are presented. During the observation period, there is a general warming of the climate — in 2017, the average annual air temperature was $-2,2^{\circ}\text{C}$ versus $-3,7^{\circ}\text{C}$ for the long-term average. The difference in average temperatures for 2009 and 2017 was $3,2^{\circ}\text{C}$. The analysis of the background state of atmospheric air in the area of the Ak-Sug field before its development was performed. The air environment of the Ak-Sug ore cluster area is characterized by natural cleanliness. If the Republic of Tuva as a whole is characterized by a sharply continental climate, then the developed area is closer to the continental — typically mountainous and humid climate. Meteorological factors established in the area generally promote self-cleaning of the atmosphere.

Keywords: climate, air temperature, rainfall amount, atmospheric air pollution, Ak-Sug deposit, Tuva.

Figures 18. Tables 2. References 5. P. 13–26.

ВВЕДЕНИЕ. Социально-экономическое развитие Республики Тыва в долгосрочной перспективе однозначно связано с эффективным освоением месторождений полезных ископаемых, одним из которых является Ак-Сугское медно-порфировое месторождение. Геологические запасы месторождения составляют около 384,5 млн т руды с содержанием более 3,26 млн т условной меди. В ближайшие годы планируется строительство горно-обогатительного комбината и отработка месторождения открытым способом с ежегодной добычей 24 млн т руды.

Месторождение административно относится к Тоджинскому району (кожууну) Республики Тыва и расположено в северо-восточной, наиболее удалённой и ненаселённой части Тувы в альпийотипной горной системе Восточного Саяна — в одном из самых экологически чистых районов Алтае-Саянского экорегиона (Изменение климата..., 2011) (рис. 1). Альпийские зоны весьма уязвимы от антропогенных воздействий, климатического режима ландшафта и его колебаний. В связи с этим, для эффективного освоения месторождения необходимо учитывать климатические особенности района, изменчивость и ожидаемые изменения климата для смягчения возможных его негативных последствий как на технологический процесс разработки месторождения так и на экологическую ситуацию в районе (Прудников, 2009 а).

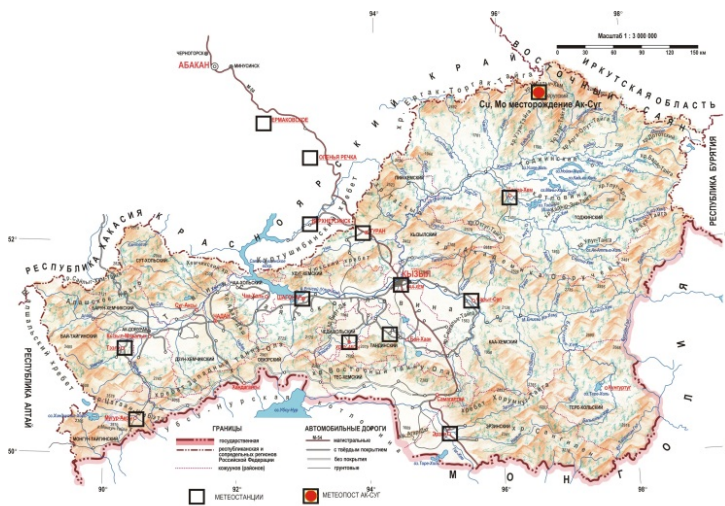


Рисунок 1. Географическое положение Ак-Сугского месторождения

Непосредственно месторождение расположено в днище троговой долины р. Ак-Суг на высоте 1400–1600 м, абсолютные отметки окружающих вершин колеблются в значительных пределах от 1800 до 2400 м, достигая 2783 м, что и предопределяет климатические особенности района (рис. 2).

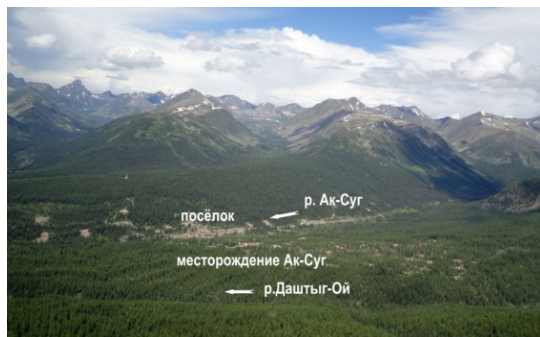


Рисунок 2. Месторождение Ак-Суг расположено в днище троговой долины в междуречье Ак-Суг–Даштыг-Ой

ЦЕЛЬ НАСТОЯЩЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ: изучение климатических особенностей и анализ фонового состояния атмосферного воздуха в районе Ак-Сугского медно-порфирирового месторождения до начала его разработки и антропогенного воздействия на экосистемы Восточного Саяна на основе данных метеопоста Ак-Суг за 2009–2017 гг.

Всего в Туве и прилегающих районах известно 12 метеостанций: Сосновка, Шагонар, Тоора-Хем, Туран, Оленья речка, Сарыг-Сеп, Хову-Аксы, Эрзин, Верхнеусинское, Ермаковское, Тээли, Мугур-Аксы. Из них лишь две метеостанции (Оленья речка, Верхнеусинское) расположены в альпийском поясе Западного Саяна (см. рис. 1). Данных по метеонаблюдениям в тувинском сегменте Восточного Саяна нет. Приведённая ниже климатическая характеристика района месторождения базируется на данных регулярных метеонаблюдений, проведённых в течение 2009–2017 гг. на метеопосту Ак-Суг (см. рис. 1, рис. 3) (оператор Н.Г. Стрелец) в соответствии с «Программой мониторинга состояния окружающей среды в пределах лицензионного участка Ак-Сугского медно-порфирирового месторождения», разработанной канд. геол.-мин. наук С.Г. Прудниковым (2009 б). Результаты метеонаблюдений обработаны канд. геол.-мин. наук С.Г. Прудниковым.

В период 1978–1980 гг. при предварительной разведке Ак-Сугского месторождения геологической службой геологоразведочной партии проводились ограниченные, нерегулярные метеонаблюдения (Забелин и др., 1985), результаты которых также легли в основу статьи.



Рисунок 3. Метеопост Ак-Суг

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА. Среднегодовая температура воздуха по данным наблюдений 2009–2017 гг. составила $-3,7^{\circ}\text{C}$. Амплитуда колебания суточных температур достигает 18° . Минимальная температура, зафиксированная в течение 2017 г. равна $-38,1^{\circ}\text{C}$, максимальная $+29^{\circ}\text{C}$. Графическое представление годового хода температуры воздуха позволило определить даты перехода через ноль, через 5°C , через 10°C , продолжительность морозного и безморозного периодов, суммы эффективных и активных температур (рис. 4–8; табл. 1, 2).

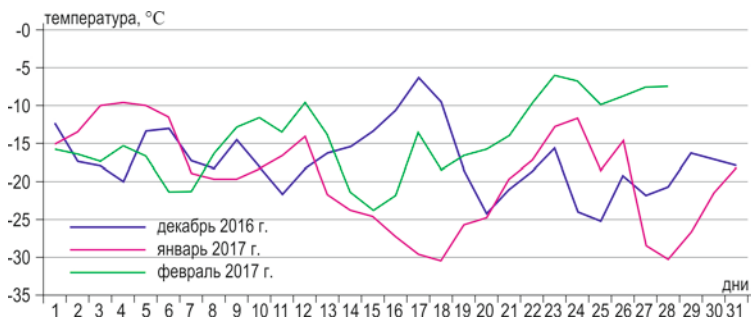


Рисунок 4. Распределение температуры воздуха в зимний период 2016–2017 гг.

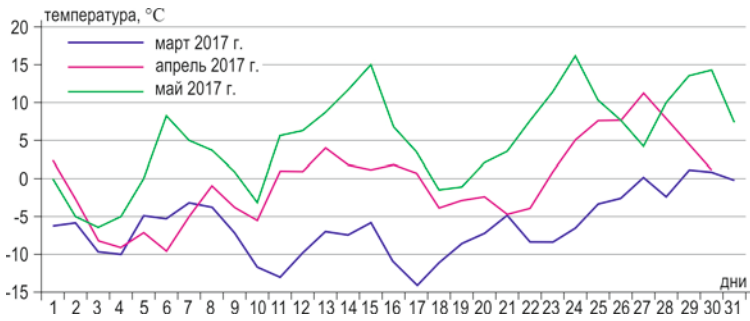


Рисунок 5. Распределение температуры воздуха в весенний период 2017 г.

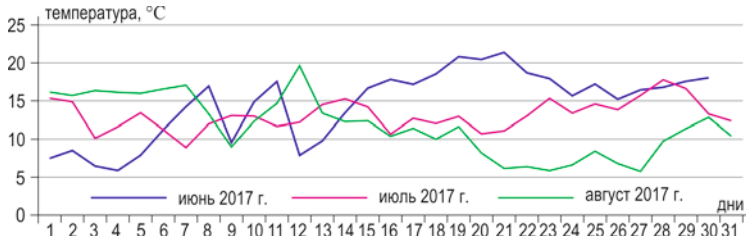


Рисунок 6. Распределение температуры воздуха в летний период 2017 г.

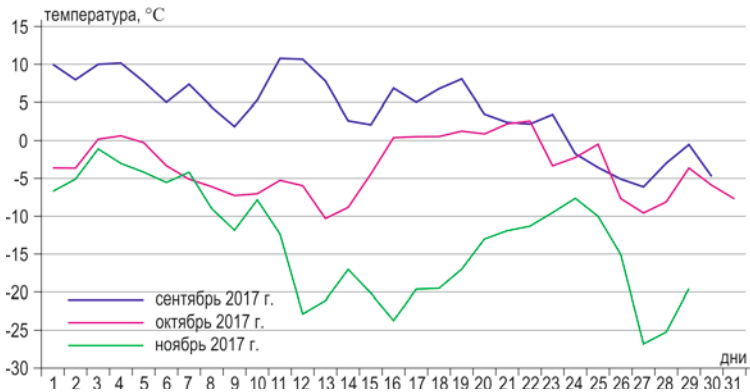


Рисунок 7. Распределение температуры воздуха в осенний период 2017 г.

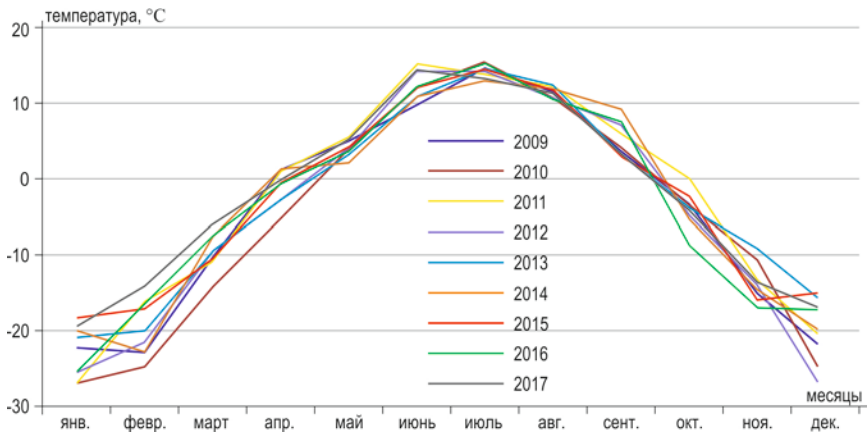


Рисунок 8. Среднемесячный ход температуры воздуха за период 2009–2017 гг.

Распределение средней многолетней температуры воздуха по данным метеопоста Ак-Суг представлено в *таблице 2* и на *рисунке 8*.

Наблюдается общее потепление климата за сравнительно короткий период наблюдений с 2009 по 2017 гг. Это хорошо видно на сравнительной характеристике средней температуры воздуха за период 2017 г. и средней многолетней (*рис. 9, см. табл. 2*). За 2017 г средняя годовая температура воздуха составила $-2,2^{\circ}\text{C}$ против $-3,7^{\circ}\text{C}$ средней многолетней. В январе: за период 2017 г. средняя годовая температура воздуха составила $-19,5^{\circ}\text{C}$ против $-23,5^{\circ}\text{C}$ средней многолетней; в феврале — $-14,4^{\circ}\text{C}$ против $-19,7^{\circ}\text{C}$; в марте — $-6,3^{\circ}\text{C}$ против $-9,9^{\circ}\text{C}$ соответственно. Температура воздуха повышается по июнь включительно, затем в период июль–октябрь наблюдается стабилизация средней температуры и в ноябре–декабре опять повышение средней температуры. Разность средних температур за 2009 и 2017 гг. составила $3,2^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1. Годовое распределение температуры воздуха за декабрь 2016 и январь–ноябрь 2017 гг.

Дни	2016	2017										
	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	-12,3	-15,2	-15,7	-6,2	2,3	0,1	7,4	15,4	16,2	9,8	-3,6	-6,7
2	-17,4	-13,6	-16,4	-5,8	-2,5	-3,9	8,5	14,9	15,8	7,8	-3,6	-5,3
3	-18,0	-9,9	-17,5	-9,5	-7,5	-5,7	6,3	10,1	16,4	9,8	0,1	-1,3
4	-20,1	-9,7	-15,2	-9,6	-8,7	-4,6	5,8	11,7	16,2	10,0	0,6	-3,1
5	-13,4	-10,0	-16,7	-5,1	-7,1	0,3	7,8	13,5	16,0	7,5	-0,4	-4,2
6	-13,1	-11,6	-21,4	-5,2	-9,2	8,4	11,3	11,1	16,6	5,1	-3,4	-5,6
7	-17,3	-18,9	-21,3	-3,4	-5,3	5,7	14,2	8,7	17,1	7,0	-5,3	-4,1
8	-18,3	-19,8	-16,3	-3,7	-1,0	4,0	17,1	12,0	13,3	4,5	-6,1	-8,9
9	-14,4	-19,8	-12,8	-7,1	-3,2	1,4	9,2	13,1	8,9	1,7	-7,3	-11,8
10	-18,2	-18,4	-11,6	-11,7	-5,1	-2,5	14,9	13,0	12,4	5,0	-7,0	-7,9
11	-21,7	-16,6	-13,6	-12,9	1,0	5,9	17,7	11,7	14,7	10,7	-5,2	-12,4
12	-18,1	-13,9	-9,4	-9,8	1,0	6,8	7,7	12,2	19,8	10,4	-6,1	-22,9
13	-16,2	-21,7	-14,0	-7,1	3,7	8,7	9,7	14,6	13,4	7,7	-10,3	-21,1
14	-15,4	-23,8	-21,5	-7,4	2,0	11,6	13,3	15,3	12,3	2,6	-8,9	-17,0
15	-13,4	-24,6	-23,9	-5,4	1,1	14,9	16,7	14,4	12,5	1,9	-4,1	-20,1
16	-10,6	-27,3	-21,8	-11,0	1,7	6,7	17,9	10,6	10,3	6,7	0,3	-23,9
17	-6,3	-29,7	-13,3	-13,0	0,7	3,8	17,2	12,7	11,4	4,9	0,4	-19,7
18	-9,7	-30,4	-18,5	-11,1	-3,6	-0,6	18,5	12,0	10,0	6,6	0,3	-19,5
19	-18,7	-25,6	-16,6	-8,4	-2,6	-1,1	20,9	13,0	11,6	7,9	1,1	-16,9
20	-24,3	-24,8	-15,8	-7,2	-2,2	2,2	20,5	10,7	8,2	3,5	0,7	-12,9
21	-20,9	-19,6	-14,0	-4,9	-4,5	3,5	21,5	11,0	6,1	2,5	2,1	-12,0
22	-18,6	-17,2	-9,6	-8,3	-4,0	7,6	18,9	12,9	6,3	2,2	2,3	-11,3
23	-15,4	-12,6	-5,9	-8,5	1,1	11,1	18,1	15,4	5,8	3,2	-3,6	-9,6
24	-24,1	-11,7	-6,9	-6,6	5,3	15,9	15,7	13,4	6,4	-1,8	-2,5	-7,8
25	-25,2	-18,6	-9,9	-3,5	7,7	11,1	17,3	14,6	8,4	-3,7	-0,7	-9,9
26	-19,0	-14,6	-8,8	-3,1	7,2	7,4	15,2	13,8	6,8	-4,9	-7,7	-15,0
27	-21,9	-28,8	-7,6	0,1	11,4	4,1	16,5	15,6	5,6	-6,1	-9,7	-26,7
28	-20,7	-30,2	-7,5	-2,4		9,9	16,8	17,9	9,5	-3,0	-8,1	-25,0
29	-16,2	-26,5		1,0		13,7	17,6	16,9	11,2	-0,7	-3,7	-19,4
30	-17,0	-21,4		1,0	1,2	14,5	18,1	13,5	13,0	-4,8	-6,0	
31	-17,9	-18,0		-0,2		7,8		12,5	10,6		-7,8	
ср	-17,2	-19,5	-14,4	-6,3	-0,7	5,4	14,6	13,2	11,7	3,8	-3,7	-13,2

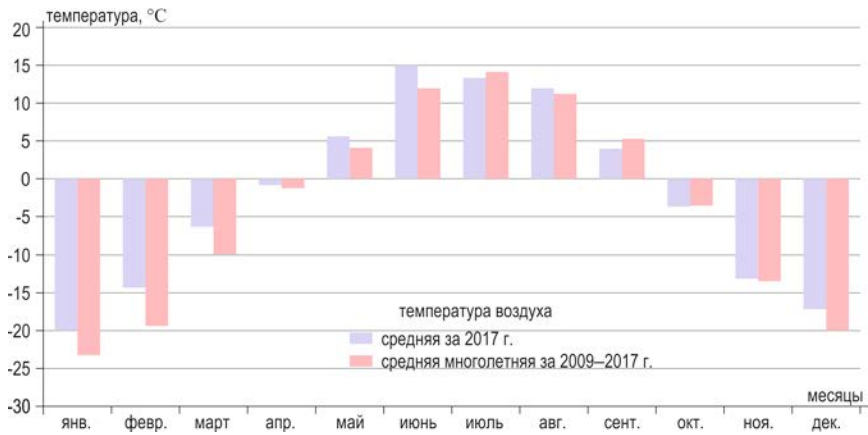


Рисунок 9. Сравнительная характеристика средней температуры воздуха за 2017 г и средней многолетней (2009–2017 гг.)

Количество осадков. Годовое количество осадков за период 2009–2017 г составляет 475–885 мм, среднее многолетнее — 679 мм (рис. 10–13, см. табл. 2). В холодный период (октябрь–апрель) выпадает 47 % осадков, в тёплый период (с мая по сентябрь) — 53 %. Сильные ливневые дожди редки, преобладают в основном морозящие осадки. В течение тёплого периода, за исключением июня–августа, выпадают осадки в виде дождя и снега. За май–сентябрь количество осадков первого типа составляет 92 %, второго — 8 %.

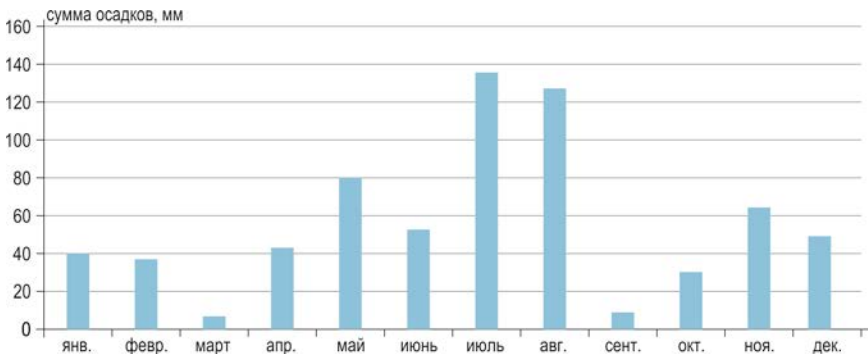


Рисунок 10. Распределение месячного количества осадков за 2017 г.

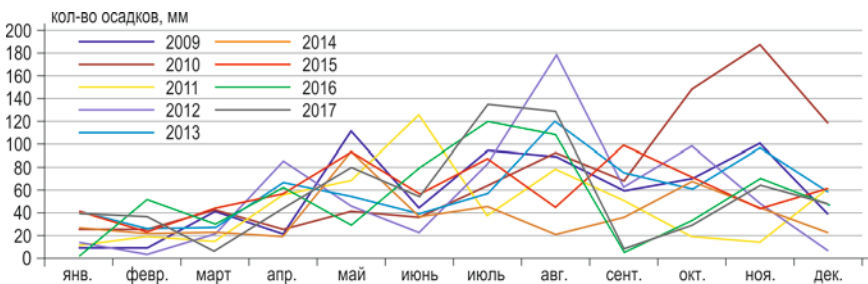


Рисунок 11. Распределение месячного количества осадков за период 2009–2017 гг.

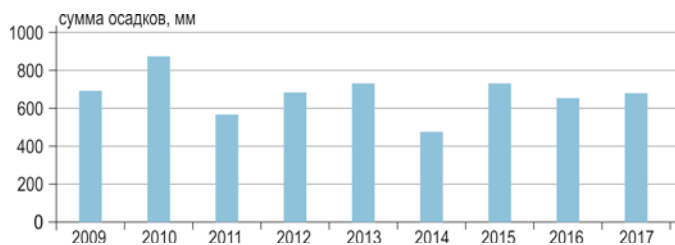


Рисунок 12. Распределение годового количества осадков за период 2009–2017 гг.

За 2017 г. количество осадков равно средне-многолетнему значению и составляет 678 мм. Минимальное количество осадков приходится на март (6,8 мм) и октябрь (30,2 мм), максимальное — на июль (135,6 мм) и август (127,8 мм). По сравнению со средне-многолетним значением в 2017 г. наблюдается увеличение количества осадков в январе–феврале и в июле–сентябре, уменьшение — в весенний (март–апрель) и осенний (октябрь–декабрь) периоды (см. рис. 13).

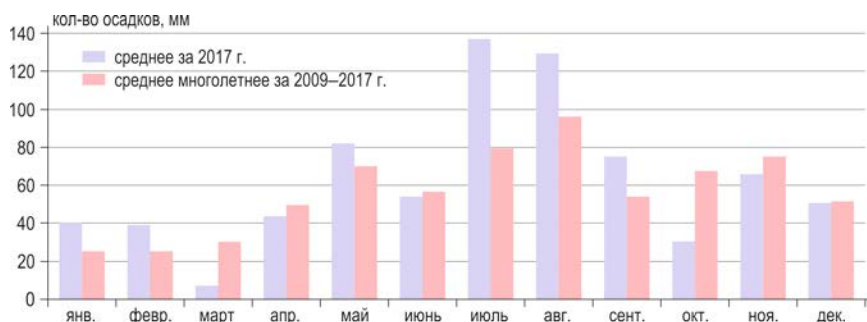


Рисунок 13. Сравнительная характеристика месячного количества осадков за 2017 г. и средне-многолетнего значения за период 2009–2017 гг.

Влажность воздуха в течение года колеблется: от 44–57% в январе–июне до 57–69% в июле–декабре 2017 г. (рис. 14, см. табл. 2).

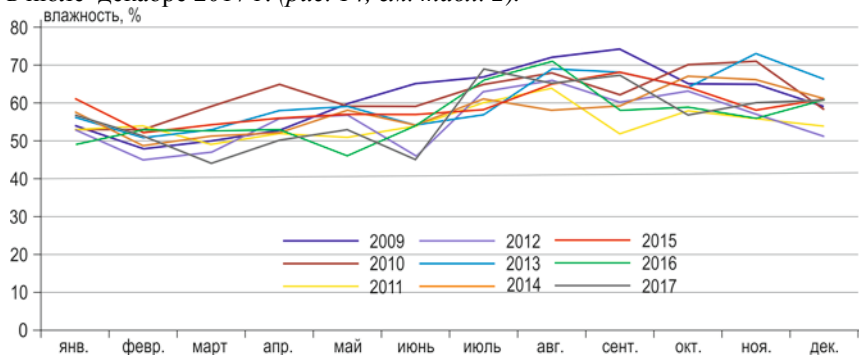


Рисунок 14. Многолетнее распределение влажности воздуха

Расчёт запасов воды в снежном покрове ведётся по формуле:

$$a = d10h,$$

где d — плотность снега ($\text{г}/\text{см}^3$), h — высота пробы снега (см), 10 — переводной множитель (мм) (плотность свежевыпавшего снега — $0,27\text{г}/\text{см}^3$).

Избыточная влагообеспеченность района Ак-Сугского месторождения в два раза выше, чем в Тоора-Хеме и почти в пять раз — в Улуг-Хемской котловине.

Таблица 2. Значения элементов климата на Ак-Сугском месторождении за периоды 1978-1980 и 2009-2017 гг. (по данным метеопоста Ак-Суг)

Значение метеоданных по годам	Месяцы												Ср. за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура воздуха, °С, среднее значение за:													
1978-1980	-28,2	-19,8	-12,0	-3,0	4,6	10,6	13,2	8,4	0,8	-7,2	-16,3	-23,0	-6,0
2009	-22,3	-24,4	-11,7	0,8	4,3	9,0	14,3	10,9	3,2	-5,5	-16,6	-26,2	-5,4
2010	-30,0	-27,0	-16,8	-6,0	2,7	12,2	15,3	10,9	4	-3,7	-12,7	-27,5	-6,6
2011	-28,6	-18,2	-12,5	0,3	1,3	13,4	13,3	11,9	4,8	-0,4	-14,8	-20,9	-4,2
2012	-26,7	-23,5	-11,4	-4,4	3,4	14,2	14,4	11,5	6,5	-5,8	-15,8	-26,9	-5,4
2013	-21,2	-19,9	-9,1	-2,1	3,2	9,9	13,4	12,5	3,6	-3,7	-9,6	-17,3	-3,4
2014	-20,2	-22,9	-7,6	1,1	2,1	10,7	13,1	11,8	9,5	-4,2	-14,2	-20,1	-3,05
2015	-18,2	-17,3	-10,7	-0,7	4	12	14,6	12,2	3,3	-1,9	-15,9	-15,1	-2,8
2016	-25,6	-16,6	-7,5	-0,7	3,3	12,1	15,4	10,9	7,7	-8,3	-17	-17,2	-3,6
2017	-19,5	-14,4	-6,3	-0,7	5,4	14,6	13,2	11,7	3,8	-3,7	-13,2	-17,2	-2,2
Ср. многолетнее	-23,5	-19,7	-9,9	-1,3	4	12,1	14,2	11,4	5,2	-3,7	-13,6	-20,2	-3,7
Абс. max за период наблюдений	-4,3	5,9	18,3	23,2	27,8	34,6	33,3	30,1	28,0	21,6	6,9	-4,0	34,6
Абс. min за период наблюдений	-49	-47,0	-42	-31	-18	-8,3	-2	-3,9	-12	-29	-36	-52	-52
Сумма осадков, мм													
1980	8,9	6,3	38,2	43,5	58,5	95,8	158,2	143,1	69,7	58,3	30,9	25,8	737,2
2009	10,0	10,0	42,0	22,0	111,4	45,0	95,4	90,0	59,9	70,0	102,0	40,0	697,7
2010	27,0	27,0	43,0	27,0	42,1	36,6	64,3	93,8	68,0	148,0	189,0	119,0	884,8
2011	12,7	17,9	15,2	55,7	69,2	127,3	39,0	78,8	49,8	20,0	15,7	23,7	525,0
2012	17,1	4,5	22,9	86,1	47,7	23,1	83,5	177,4	64,6	99,5	49,4	8,8	684,5
2013	43,5	27,5	27,5	67,2	55,5	40,3	58,2	120,1	77,0	61,7	98,3	60,5	737,3
2014	28,9	23,5	24,6	20,1	95,0	37,7	47,4	22,5	36,7	68,3	83,0	25,0	475,0
2015	42,5	25,0	46,3	57,0	93,8	59,5	87,9	45,7	100,0	72,0	44,3	63,0	737
2016	2,3	52,0	32,0	62,7	31,4	79,0	120,4	110,8	6,6	34,1	68,8	48,8	649
2017	39,9	37,6	6,8	43,2	80,9	53,5	135,6	127,8	73,9	30,2	65,2	48,8	678,0
Ср. многолетнее	25,0	25,0	29,0	49,0	70,0	56,0	81,0	96,0	52,0	67,0	75,0	53,0	679,0
Абс. max за период наблюдений	43,5	52	43,0	86,1	111,4	127,3	158,2	177,4	77,0	148,0	189,0	119,0	884,8
Абс. min за период наблюдений	2,3	4,5	6,8	22,0	31,4	23,1	39,0	78,8	6,6	20,0	15,7	8,8	475,0
Средняя скорость ветра, м/с, среднее значение за:													
2009	0,8	0,9	1,2	1,8	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	0,5	0,6	1,0
2010	0,6	0,8	1,5	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0
2011	0,3	0,7	1,3	1,3	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9	0,1	1,0
2012	0,3	0,8	1,2	1,5	1,3	1,4	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,2	1,0
2013	0,6	0,9	1,7	1,4	1,5	1,4	1,0	0,9	1,1	0,9	0,7	0,6	1,0
2014	0,7	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,9	1,5	1,1	1,1	0,5	1,15
2015	0,7	0,6	1,0	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	0,6	0,7	0,5	0,2	0,7
2016	0,6	1,1	1,5	1,4	1,7	1,3	0,9	1,0	1,1	0,9	0,5	0,2	1,0
2017	0,7	1,1	1,2	1,4	1,4	1,3	0,9	1,2	1,0	0,9	1,1	0,5	1,06
Ср. многолетнее	0,6	0,9	1,3	1,3	1,4	1,2	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8	0,5	1,0
Абс. max за период наблюдений	6,2	8,9	9,1	15,0	7,7	4,8	6,3	8,3	5,7	4,7	6,1	7,1	15,0
Кол-во дней со штилем, от – до	14-16	8-12	0-3	0-3	0-1	1	0-4	2-4	1-8	2-3	9-18	11-23	61-83

продолжение табл. 2

Атмосферное давление, мм рт. ст., среднее значение за:													
1978–1980	640	633	631	630	628	626	624	633	631	634	636	638	632
2009	643	639	641	640	639	637	635	639	642	642	643	640	640
2010	643	640	641	642	639	637	638	640	641	643	639	640	640
2011	648	641	646	642	644	637	638	638	643	643	642	646	642
2012	644	644	641	639	638	639	636	637	641	641	639	643	641
2013	640	640	638	640	637	635	634	637	640	642	643	643	639
2014	640	642	642	641	638	639	637	640	640	640	641	643	640
2015	641	642	641	641	638	639	636	639	640	642	641	642	640
2016	648	645	643	640	639	638	636	641	642	641	642	641	641
2017	642	643	644	641	640	639	637	639	638	643	641	642	632
Ср. многолетнее	643	641	641	640	638	637	635	638	640	641	641	642	640
Абс. max за период наблюдений	659	654	662	649	653	647	645	649	650	655	655	656	662
Абс. min за период наблюдений	628	626	626	627	627	623	622	631	631	629	624	624	622
Относительная влажность воздуха, %, среднее значение за:													
2009	54	48	50	53	60	65	67	72	74	65	65	59	61
2010	53	53	59	65	59	59	65	68	62	70	71	58	62
2011	53	54	49	52	51	54	60	64	52	58	56	54	55
2012	53	45	47	56	57	46	63	66	60	63	57	51	55
2013	56	51	53	58	59	54	57	69	68	64	73	66	61
2014	57,7	48,8	51,2	52	58	54	61	58	59	67	66	61	58
2015	61	52	54	56	57	57	58	65	68	64	58	61	59
2016	49	53	52,5	53	46	54	66	71	58	59	56	61	57
2017	57	51	44	50	53	45	69	65	67	57	60	61	57
Ср. многолетнее	55	51	51	55	56	54	63	66	63	63	62	59	58
Абс. max за период наблюдений	78	80	86	98	97	90	93	92	94	95	95	90	98
Абс. min за период наблюдений	36	30	14	20	20	11	21	23	20	20	23	27	11

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ в течение 2017 г. колеблется от 635 мм рт. ст. в июле до 643 в январе, среднее многолетнее значение — 640 мм рт. ст. (рис. 15, 16; см. табл. 2).

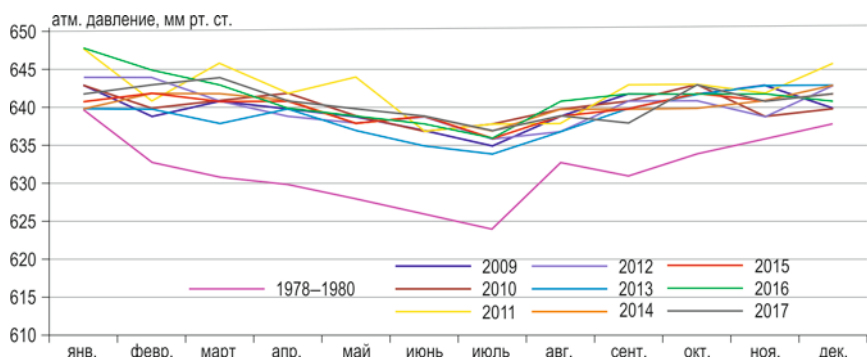


Рисунок 15. Многолетнее распределение давления атмосферного воздуха

90% изменчивости атмосферного давления объясняется температурой воздуха, а остальная часть сопряжённости (10%) обусловлена другими факторами (абсолютной отметкой, воздействием окружающих объектов — формой рельефа, уклоном склонов,

шириной междуречья Ак-Суг–Даштыг-Ой, степенью покрытия травянистой растительностью, наличием древостоя, его таксационными характеристиками и др.).

Количество солнечных дней в году 91 (25%), с осадками — 170 (46%).

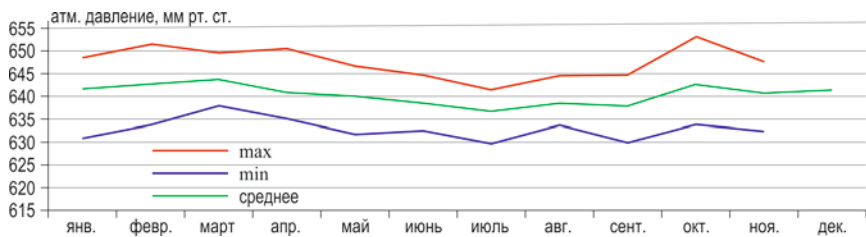


Рисунок 16. Годовое распределение давления атмосферного воздуха за 2017 г.

РЕЖИМ И СКОРОСТЬ ВЕТРА. Направление и скорость ветра по метеопосту Ак-Суг в течение календарного года приведено в *таблице 2* и на *рисунках 17, 18*.

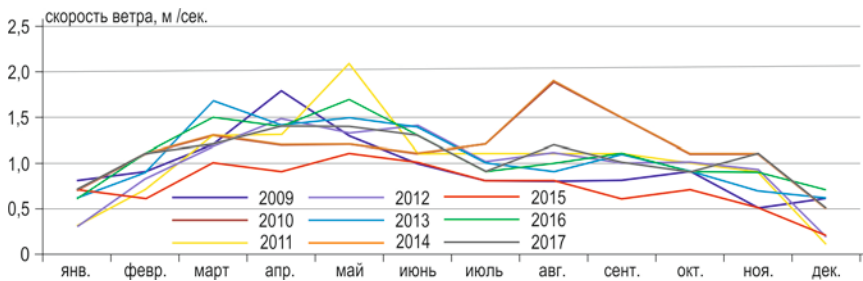


Рисунок 17. Распределение средней многолетней скорости ветра

При анализе розы ветров метеопоста Ак-Суг (*см. рис. 18*) выявляется, что в зимний период (январь–март) преобладающее направление ветра восток–юго-восточное (46%) и противоположное запад–северо-западное (26%); на эти два румба приходится 72% повторяемости ветров всех направлений. В январе преобладают слабые ЗСЗ ветры со скоростью до 2,9–4,9 м/с и ВЮВ ветры со скоростью до 2,6 м/с. В феврале–марте скорость ЗСЗ ветра немного увеличивается до умеренных (до 5 м/с). В феврале изредка наблюдаются сильные ветры ЗЮЗ направления (до 7,8 м/с).

В апреле направление и скорость ветра неустойчивы, в связи с сезонным изменением климата. Направление ветра в целом меняется на ВСВ и ЗЮЗ, при подчинённой роли З, ЗСЗ, ЮЮВ направлений. В это время наблюдаются сильные ветры ЮЗ (до 15 м/с), ЗЮЗ (до 11,1 м/с), ЗСЗ (до 11,1 м/с), ЮЮЗ (до 10,6 м/с) направлений.

В мае устанавливается преобладающее запад–юго-западное–западное направление ветра (38%). Ветры всех направлений слабые — скорость ЗЮЗ ветров до 4,4 м/с, западных — до 4,5 м/с.

В июне–июле направление ветра неустойчивое, наблюдаются ветры разных направлений при преобладании ВСВ ветров (до 21%) и ЗСЗ ветров (до 24%). Ветры слабые — до 3,4 м/с ЗСЗ направления и 3,8 м/с, редко до 6,3 м/с ЗЮЗ направления.

В августе–октябре устанавливаются слабые ветры (до 5,2 м/с) преимущественно ВСВ и З–ЗЮЗ румбов.

В ноябре преобладают слабые ВСВ–В ветры (29%) при подчинённой роли З–ЗСЗ ветров (19%).

В декабре устанавливаются СВ–ВСВ ветры (46%). Ветры слабые, на декабрь приходится наибольшее количество штилей — 9 дней. Изредка отмечаются метели с преобладанием ЗЮЗ–З ветров с усилением ветра до 6–7 м/с.

В среднем в течение календарного года преобладают СВ–ВЮВ ветры (36%) и ЗЮЗ–ЗСЗ ветры (31%).

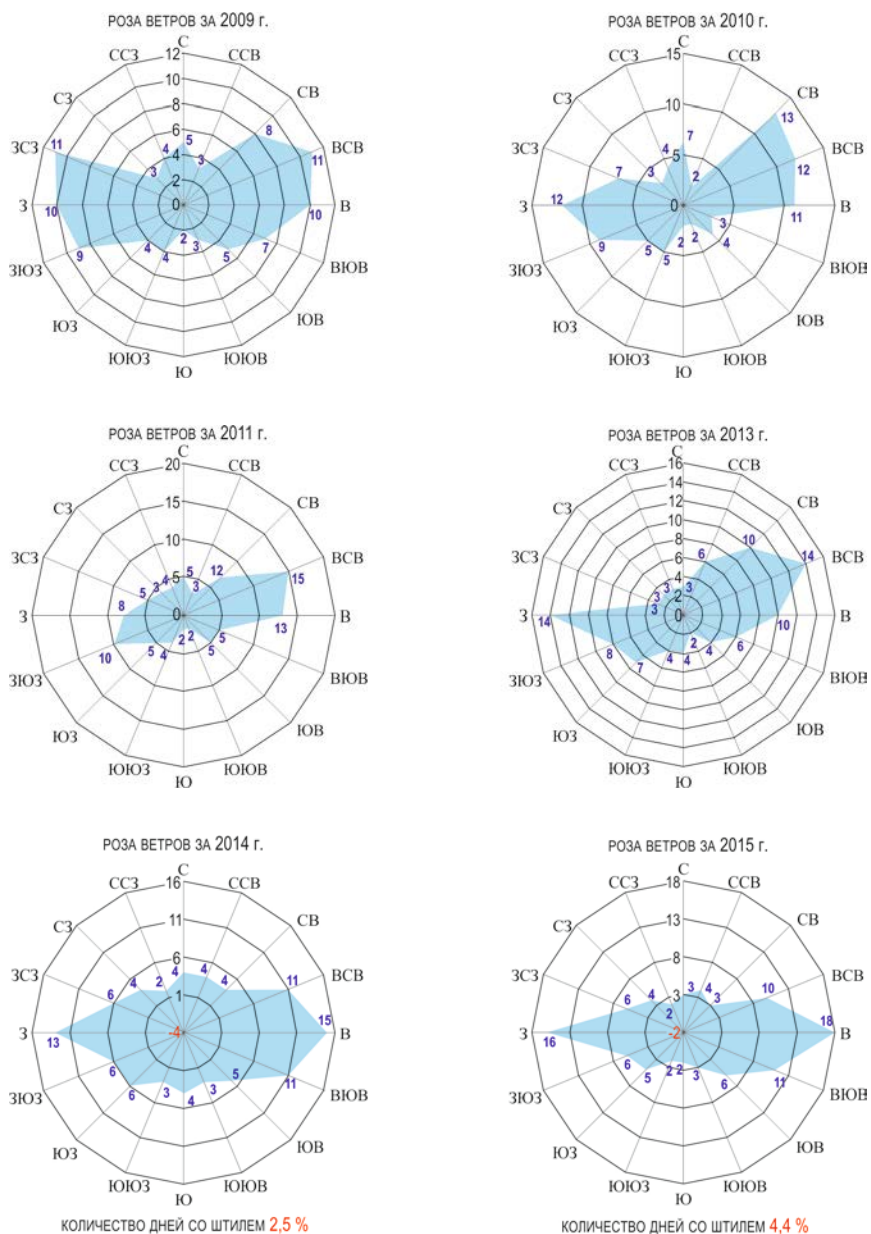


Рисунок 18. Направление ветров по метеопосту Ак-Суг за 2009–2015 гг.

ГЛУБИНА СНЕЖНОГО ПОКРОВА по данным метеопоста Ак-Суг достигала к концу зимы 2016–2017 гг. (по данным на 27 февраля 2017 г.) 105 см. Глубина снежного покрова к концу зимы в отдельные годы достигала 1,5–2 м в долинах и 0,5–0,7 м на склонах гор.

Устойчивые морозы длятся с середины октября до апреля, среднемесячные значения положительной температуры воздуха удерживаются с мая по сентябрь, лишь в июне, июле и августе минимальные величины температуры имеют знак плюс. Снежный покров образуется в середине октября; во второй половине апреля, с наступлением тёплых дней, снег начинает таять и сходит полностью в июне месяце.

Район расположен в области островного распространения многолетней мерзлоты. Мощность деятельного слоя, в зависимости от типа грунтов и экспозиции склонов, колеблется от 1 до 3 м.

Своеобразие климата и условий погоды исследуемого района определяют высота местности над уровнем моря, ориентировки склонов гор по отношению к господствующим воздушным потокам и к солнцу. Эти факторы настолько существенны, что подчас их влияние бывает сильнее близости моря или широты. Ветер, облака, достаточно большое количество выпадающих осадков (679 мм) для горной местности Тувы, незначительная годовая амплитуда воздуха (36,8°C) и явления атмосферного электричества создают поразительную контрастность метеорологических условий на незначительной площади, какие можно встретить только в горных районах в пределах нескольких километров. На режим температуры и осадков значительно влияют горно-долинные ветры с преобладанием западного направления и преимущественно восточные ветры горных склонов, имеющие локальные особенности в данном районе и определяющие в значительной мере разнообразие микроклимата.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе Ак-Сугского месторождения 16 августа 2011 г. были отобраны 3 пробы воздуха (Прудников и др., 2011). Отбор проб и аналитические исследования проводились «Отделом лабораторного анализа и технических измерений по Республике Тыва» (ОЛАТИ по Республике Тыва. Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.512973. Действителен до 22.12.2014 г). Обследованым были охвачены все высотные зоны, характерные для района:

- проба 1 — долина р. Ак-Суг в 3 км ниже пос. Ак-Суг;
- проба 2 — пос. Ак-Суг, высота 1460 м;
- проба 3 — долина р. Даштыг-Ой в 7 км выше пос. Ак-Суг (перевал Манса, высота 1860 м).

Пробы анализировались на тяжёлые металлы (марганец и его соединения, медь оксид, свинец и его неорганические соединения, хром, диЖелезо триоксид), на пыль, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, сумму углеводов.

Загрязнения воздуха по всем пробам не выявлено.

Выводы

1. Воздушная среда района Ак-Сугского рудного узла характеризуется природной чистотой. Крупные стационарные источники техногенного загрязнения атмосферного воздуха (Кызыльская ТЭЦ, Каахемский угольный разрез) расположены на расстоянии в сотни километров. Воздействие вредных загрязнителей осуществляется только за счёт природно-техногенного фона, или точнее, за счёт глобальных выделений.
2. Если в целом Республика Тыва характеризуется резко континентальным климатом, то осваиваемый район ближе к континентальному — типично горному и влажному климату. Здесь самый низкий индекс континентальности — 47,2%, для других районов — 54,4–89,7%. Особенности исследуемого горного района характеризуют следующие климатические показатели:
 - среднегодовая температура воздуха за 2017 г. — -2,2°C;
 - среднемноголетняя температура воздуха за период с 2009 по 2017 гг. — -3,7°C;
 - амплитуда колебания суточных температур достигает 18°;
 - минимальная температура, зафиксированная в течение 2017 г. равна -38,1°, максимальная — +32°;
 - годовое количество осадков составляет 678 мм;
 - влажность воздуха в течение 2017 г. колеблется от 44–57% в январе–июне до 57–69% в июле–декабре;
 - атмосферное давление в течение 2017 г. колеблется от 635 мм рт. ст. в июле до 643 мм рт. ст. в январе, среднее многолетнее значение — 640 мм рт. ст.;
 - глубина снежного покрова к концу зимы достигает 1,05–1,5 м;

- в среднем в течение календарного года преобладают северо-восточные–восточно-юго-восточные ветры (36 %) и запад–юго-западные– запад–северо-западные ветры (31 %);
 - даты перехода температуры воздуха через 0°С — 23 апреля и 24 сентября;
 - количество дней с морозами (температура ниже 0°) — 210;
 - количество дней без мороза (температура выше 0°) — 155;
 - даты перехода температуры воздуха через 5°С — 11 мая и 19 сентября;
 - продолжительность периода с температурой выше 5°С — 132 дня;
 - сумма эффективных температур (выше 5°С) — 1528°С;
 - даты перехода температуры воздуха через 10°С — 6 июня и 19 августа;
 - суммы активных температур (выше 10°С) — 1076°С;
 - продолжительность периода с температурой выше 10°С — 75 дней;
 - среднее значение гидротермического коэффициента за период 6 июня–19 августа — 2,3.
3. В осваиваемом районе метеорологический потенциал атмосферы (МПА) равен 1,1, то есть почти в течение полгода повторяемость естественных процессов способствует самоочищению атмосферы. Данному явлению способствуют следующие метеорологические факторы: большое количество осадков (678 мм), значительное число дней с осадками (46 %), по характеру выпадения преобладают обложные дожди (ливневые — редко); небольшое количество дней с инверсией и изотермией (с ноября по март часто бывают сильные ветры).
 4. Благодаря невысокой температуре воздуха (среднемесячная температура самого тёплого месяца — +15,5°С, максимальная — +32°С), в атмосфере практически отсутствуют метеорологические условия для образования фотохимических оксидантов — озона, пероксиацетилнитрата, формирующих смог.
 5. Благодаря частым дождям осевшая пыль на подстилающую поверхность участвует во вторичном загрязнении атмосферы не более 3–5 раз. В засушливые периоды отмеченные циклы могут повторяться до 15 раз, что способствует повышению уровня загрязнения воздушного бассейна.
 6. В условиях пересечённого рельефа Ак-Сугского рудного узла на распространение примесей будут влиять упорядоченные вертикальные движения, обусловленные неоднородностью подстилающей поверхности. На наветренных склонах будет возникать восходящее, а на подветренных — нисходящее движение воздуха. При нисходящих потоках приземные концентрации загрязняющих веществ будут увеличиваться, при восходящих — уменьшаться. В междуречье воздух может застаиваться, что будет приводить к накоплению вредных веществ вблизи подстилающей поверхности.
 7. Наблюдается общее потепление климата за девятилетний период наблюдений — в 2017 г. средняя годовая температура воздуха составила -2,2°С против -3,7°С средней многолетней. Причём, разность средних температур за 2009 г. и за 2017 г. составила 3,2°С. Этот фактор в дальнейшем вызовет ряд изменений в ландшафтной структуре и экосистемах Восточно-Саянского региона, которые необходимо учитывать при обработке месторождения Ак-Суг: изменение количества осадков, таяние многолетнемёрзлых грунтов, изменение гидрологического режима, усиление опасных экзогенных процессов, изменение положения границ высотных поясов, верхней границы леса и, соответственно, изменение местообитаний животных.

ЛИТЕРАТУРА

Забелин В.И., Блинников В.В., Шевцова Н.Н., Добрянский Г.И., Яровой С.А., Кол А.С., Баталов М.А. Предварительная разведка Ак-Сугского медно-порфинового месторождения: Отч. Ак-Сугской партии за 1982–1985 гг. – Кызыл, 1985. – Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. № 1852. – 222 с.

- Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: Оценочный докл. / Под ред. А.О. Кокорина; Всемирный фонд дикой природы (WWF России). – М., 2011. – 168 с.*
- Прудников С.Г., Лебедев В.И., Кальная О.И., Гуркова Е.А., Андрейчик М.Ф., Шауло Д.Н., Забелин В.И., Арчимаева Т.П., Горбунов Д.П., Балакина Г.Ф., Аюнова О.Д., Монгуш Ч.О. Анализ фонового состояния окружающей природной среды в пределах лицензионного участка на Ак-Сугском медно-порфировом месторождении: Отч. – Кызыл: ООО «Ак-Суг», 2009 а. – 246 с.*
- Прудников С.Г. Программа мониторинга состояния окружающей среды в пределах лицензионного участка Ак-Сугского медно-порфирового месторождения. – Кызыл: ООО «Ак-Суг», 2009 б. – 112 с.*
- Прудников С.Г., Кальная О.И., Доможаскова Е.А., Самбуу А.Д., Арчимаева Т.П., Забелин В.И., Саая А.Д. Отчёт о результатах мониторинга состояния окружающей среды в пределах лицензионного участка Ак-Сугского медно-порфирового месторождения в 2011 году. – Кызыл: ООО «Ак-Суг», 2011. – 137 с.*