

КЛИМАТО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Работа выполнена при финансовой поддержке научной программы РФФИ моб_ст № 11-05-90739.

Рассмотрены биоклиматические показатели, позволяющие оценить пригодность климатических условий местности для организации рекреационной деятельности. Получены эмпирические уравнения множественной регрессии, характеризующие зависимости показателей биоклимата от средних месячных значений метеорологических величин. Оценена степень пригодности климатических условий Кузнецкого Алатау для организации рекреационной деятельности.

Ключевые слова: классы погоды; биоклиматические показатели; климат; рекреация; Кузнецкий Алатау.

В последние десятилетия внимание мирового общества особенно привлечено к горным территориям. Этому способствовало понимание важности их эколого-климатического изучения для оценки состояния и прогнозирования устойчивости региональных и глобальных природных и социально-экономических систем.

Особую важность в этом отношении приобретают исследования по оценке биоклиматических ресурсов и закономерностей их территориальной дифференциации для курортно-рекреационной деятельности. Решение

этих задач затруднено из-за слабой освещенности горных районов метеорологическими данными. Отсюда следует необходимость поиска специальных методов исследования, позволяющих определить количественные показатели биоклимата и их пространственно-временную изменчивость.

В качестве основных показателей биоклимата выступают «классы погоды момента», объединенные в группы погод (Башалханова и др.) [1], отражающих их пригодность для организации лечебно-оздоровительной и рекреационной деятельности (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристика показателей биоклимата

Группа погоды		Класс погоды момента
Благоприятные погоды (БП)	Оптимальные (ОП)	II, III, IV, VIII, IX – все погоды ясные
	Удовлетворительные (УП)	V, VI, X – ясные
Неблагоприятные погоды (НБП)	Неудовлетворительные	II, III, IV, V, VI, VIII, IX, X – все погоды облачные, XI – ясные и облачные
	Крайне неудовлетворительные	I, VII, XIII, XII – ясные и облачные

Примечание. Ясные погоды – нижняя облачность 0–5 баллов; облачные – нижняя облачность 6–10 баллов. I класс – жаркая и сухая погода; II – теплая; III – комфортная; IV – прохладная или умеренно холодная; V – холодная; VI – резко холодная; VII – жаркая и влажная; VIII класс – мягкая; IX класс – умеренно суровая; X класс – суровая; XI класс – очень суровая; XII класс – крайне суровая; XIII – погода с положительной температурой воздуха при скорости ветра больше 15 м/с.

Оптимальные погоды хорошо переносятся на открытом воздухе как здоровыми, так и больными людьми. Они позволяют проводить все виды климатотерапии, а также прогулки и туризм без ограничений. Напряжение системы терморегуляции организма человека от минимального до среднего [1. С. 21].

Удовлетворительные погоды не вызывают дискомфорта у отдыхающих в одежде по сезону. Климатолечение назначается в сочетании с двигательным режимом. Кроме того, эта группа погод позволяет проводить ближний и дальний туризм. Степень функционального напряжения систем терморегуляции человека – средняя и сильная. «Оптимальные» и «удовлетворительные» группы погод объединены в «благоприятные» погоды для рекреационной деятельности.

Неблагоприятные погоды объединяют в себе неудовлетворительные и крайне неудовлетворительные погоды. Такие погоды приводят к появлению дискомфортных ощущений у здоровых людей, а у больных могут отмечаться метеореакции, усиление реакций адаптации на отдых и лечение при переездах из других климатических зон. При крайне неудовлетвори-

тельных погодах степень напряжения терморегуляции организма сильная и чрезмерная. Все лечебные процедуры и спортивные мероприятия на воздухе исключаются.

В целях оценки биоклиматических условий для организации рекреационной деятельности, особенно в горных районах, необходим учет повторяемости классов погоды, характеризующих суровость погодных условий и влияние метеорологических факторов на тепловой баланс человека.

Для определения повторяемости классов погоды необходимы срочные данные длинных рядов наблюдений, особенно это относится к редким классам погоды момента (I, VII, XI, XII, XIII). Но при крайне малом количестве метеостанций с длиннорядными наблюдениями определение повторяемостей различных классов погоды момента очень затруднительно, часто и невозможно. В связи с этим были предложены эмпирические уравнения множественной регрессии, характеризующие зависимости числа дней с группами погод от средних месячных значений метеорологических величин, определяющих классы погоды момента. Это позволяет использовать относительно короткие ряды наблюдений

метеорологических станций и расчетные средние месячные данные.

Для оценки тесноты связи в качестве исходного материала были использованы средние месячные значения температуры, относительной влажности воздуха, скорости ветра, количества нижней облачности, повторяемость классов погод момента по 30 метеорологическим станциям, находящимся в пределах Кемеровской,

Новосибирской, Томской областей, Алтайского и Красноярского краев, Республики Алтай.

С целью определения наиболее значимых метеорологических величин, влияющих на число дней с группами погод, был проведен корреляционный анализ (табл. 2). При этом выполнялось условие, что метеорологические величины должны быть статистически независимы.

Т а б л и ц а 2

Теснота связи повторяемости групп погод и средних месячных значений метеорологических величин

Месяц	Погоды	T	T_y	f	V	B
Январь	ОП	0,34	0,71	-0,37	-0,38	-0,45
	УП	0,06	0,41	-0,05	-0,35	-0,44
	НБП	-0,32	-0,82	0,32	0,51	0,60
Апрель	ОП	0,08	-	-0,22	-0,22	-0,26
	УП	0,29	-	-0,31	0,05	-0,60
	НБП	-0,34	-	0,46	0,17	0,75
Июль	ОП	0,81	-	-0,12	-0,20	-0,64
	УП	-0,83	-	0,20	0,21	0,48
	НБП	-0,62	-	-0,02	0,27	0,45
Октябрь	ОП	-0,17	-	-0,18	-0,56	-0,40
	УП	0,04	-	-0,58	-0,43	-0,83
	НБП	0,07	-	0,68	0,58	0,95

Примечание. Здесь и далее в таблицах: T – температура воздуха, °С; T_y – условная температура, °С; f – относительная влажность воздуха, %; V – скорость ветра, м/с; B – количество облаков нижнего яруса, баллы.

В зимний период число дней с группами погод в значительной степени зависит от «условной температуры» (комплексный показатель, учитывающий температуру воздуха и скорость ветра в зимний период) и количества нижней облачности. В летний период наиболее сильное влияние оказывают температура воздуха и количество нижней облачности. В переходные сезоны усиливается влияние облачности и скорости ветра. Количество облаков нижнего яруса тесно связано с числом дней с осадками более 0,1 мм и может выступать как лимитирующий фактор для проведения рекреационно-оздоровительных мероприятий на воздухе.

На основе регрессионного анализа, включающего в себя определение коэффициента множественной корреляции (R), коэффициента детерминации (R^2) и определение значимости коэффициентов уравнений множественной регрессии, были получены достоверные уравнения множественной регрессии, позволяющие определить число дней с различными группами погод в разные месяцы года (табл. 3). Оценка значимости уравнения регрессии проводилась по F -критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Значимость коэффициентов уравнений оценивалась по t -критерию Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$ [2].

Т а б л и ц а 3

Зависимость числа дней с различными группами погод от метеорологических величин

Группа погоды	Уравнение регрессии	R	R^2	F	Заключение о значимости уравнения при $\alpha = 0,05$
Январь					
ОП	$N_o = 36,0 + 0,75 \cdot T_y - 1,38 \cdot B - 0,03 \cdot V - 0,13 \cdot f$	0,81	0,66	42	Значимо
УП	$N_{уд} = N_{мес} - N_o - N_{небл}$	-	-	-	-
НБП	$N_{небл} = -17,2 + 3,88 \cdot B - 0,75 \cdot T_y - 0,15 \cdot V + 0,03 \cdot f$	0,91	0,83	102	Значимо
Апрель					
ОП	$N_o = 30 - N_{уд} - N_{небл}$	-	-	-	-
УП	$N_{уд} = 20,4 - 2,7 \cdot B + 0,02 \cdot f + 0,04 \cdot T + 0,08 \cdot V$	0,61	0,37	4	Значимо
НБП	$N_{небл} = 0,5 + 4,1 \cdot B - 0,05 \cdot f + 0,07 \cdot T + 0,44 \cdot V$	0,78	0,61	10	Значимо
Июль					
ОП	$N_o = 3,3 + 0,93 \cdot T - 1,14 \cdot V - 0,01 \cdot f$	0,84	0,71	70	Значимо
УП	$N_{уд} = 8,1 - 0,51 \cdot T + 0,72 \cdot V - 0,004 \cdot f$	0,88	0,78	100	Значимо
НБП	$N_{небл} = N_{мес} - N_o - N_{уд}$	-	-	-	-
Октябрь					
ОП	$N_o = 31 - N_{уд} - N_{небл}$	-	-	-	-
УП	$N_{уд} = 20,7 - 2,08 \cdot B + 0,03 \cdot V + 0,21 \cdot T$	0,85	0,73	23	Значимо
НБП	$N_{небл} = -1,0 + 3,22 \cdot B + 0,42 \cdot V - 0,09 \cdot T$	0,97	0,95	111	Значимо

Примечание. При $N = 90$ (N – число точек) $F_{табл} = 1,9$ (в зимний и летний период), при $N = 30$ $F_{табл} = 1,4$ (в отдельный месяц).

Коэффициент множественной корреляции достаточно высокий (0,8–0,9) большую часть года, и лишь в апреле он уменьшается до 0,61, что связано с сезонной перестройкой барического поля. Коэффициент детерминации показывает, что вариации выбранных метеорологических величин в 70–80% оказывают влияние на вариации числа дней с группами погод. *F*-критерий Фишера показывает, что уравнения являются статистически значимыми при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

В целях курортно-рекреационного освоения территории важнейшей задачей является оценка климато-рекреационного потенциала (КРП) местности [3]. Он представляет собой среднюю величину количества оздоровительных мероприятий на открытом воздухе с учетом повторяемостей различных классов погоды. Его величина характеризует благоприятные свойства биоклимата и является показателем перспективности местности в целях курортно-рекреационного освоения. При годовой величине КРП более 60 баллов местности считаются перспективными для курортно-рекреационного освоения с развитием здравниц климатического

профиля круглогодичного действия. Если годовая величина КРП менее 40 баллов, то местности считаются неблагоприятными для климатолечебных мероприятий и необходимо строительство климатолечебниц закрытого типа с регулируемым микроклиматом [4. С. 48].

Для расчета климато-рекреационного потенциала получены уравнения множественной регрессии, позволяющие определить его величину за месяц и год (табл. 4). Получены следующие выводы:

– в зимние месяцы с декабря по февраль отмечается наиболее тесная связь КРП с условной температурой воздуха ($R = 0,80–0,88$);

– с апреля по сентябрь наибольшее влияние на КРП оказывает температура воздуха ($R = 0,66–0,78$);

– в марте, октябре и ноябре влияние температурных показателей ослабевает и доминирующим фактором, оказывающим влияние на тепловой баланс человека, становится скорость ветра.

На среднюю годовую величину КРП наибольшее влияние оказывают скорость ветра и количество нижней облачности.

Т а б л и ц а 4

Зависимость величины КРП от метеорологических величин

Месяц	Уравнение множественной регрессии	R	R_2	$F_{расч}$	Заклчение о значимости уравнения при $\alpha = 0,05$
Январь	$KRP = 9,52 + 0,16 \cdot T_y - 0,06 \cdot V - 0,24 \cdot B$	0,88	0,78	76	Значимо
Апрель	$KRP = 5,79 + 0,12 \cdot T - 0,19 \cdot V - 0,008 \cdot f$	0,77	0,59	13	Значимо
Июль	$KRP = 7,58 + 0,08 \cdot T - 0,03 \cdot f - 0,12 \cdot V$	0,60	0,36	16	Значимо
Октябрь	$KRP = 5,25 - 0,40 \cdot V + 0,02 \cdot T + 0,16 \cdot B$	0,75	0,56	11	Значимо
Год	$KRP = 77,47 - 2,83 \cdot V - 2,09 \cdot B + 1,05 \cdot T$	0,95	0,90	54	Значимо

Полученные результаты расчета биоклиматических показателей позволили дать характеристику биоклиматических условий Кузнецкого Алатау для рекреационных целей.

Кузнецкий Алатау занимает северо-западную часть Алтае-Саянской горной страны и является физико-географической подобластью Кузнецко-Салаирской ландшафтной области. Он представляет собой систему средневысотных кряжей высотой 400–800 м, вытянутых в направлении с юго-востока от Абаканского хребта на северо-запад, оканчиваясь Арчакским кряжем. Наивысшая точка – гора Верхний зуб (2 178 м) массива Тегир-Тыз (южная часть Кузнецкого Алатау). Западный склон, обращенный к Кузнецкой котловине, более крутой, чем восточный. Кузнецкий Алатау почти целиком занят горной тайгой. Главный водораздел хребта проходит в основном между бассейнами рек Томь и Чулым [5].

Для характеристики климатических условий Кузнецкого Алатау использованы данные метеорологических станций: Барзас (208 м), Центральный Рудник (494 м), Междуреченск (242 м), Ненастная (1 186 м), Коммунар (847 м), Бея (469 м), Таштып (455 м), Неожиданный Прииск (528 м), Уйбат (524 м), а также рассчитанные поля температуры воздуха на разных высотных уровнях с использованием аэроклиматических характеристик в нижней тропосфере [6].

Климат района резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха изменяется от $-2,6$ (Ненастная) в центральных районах горного хребта до $1,2^\circ\text{C}$ (Бея) на восточном макросклоне [7, 8]. В зимний период водоразделы и верхние части склонов оказываются в слое инверсии сжатия и являются более теплыми по сравнению с долинами. Анализ вертикального распределения температуры воздуха в январе показал, что на высоте 1 100 м над ур. м. расположена верхняя граница инверсии. Средняя интенсивность инверсии составляет $8–9^\circ\text{C}$. Средняя температура января изменяется по рассматриваемой территории от $-15,3^\circ\text{C}$ (Коммунар) до $-19,6^\circ\text{C}$ (Неожиданный Прииск, Междуреченск). Абсолютный минимум составляет от -40°C (Коммунар) до -56°C (Междуреченск).

Распределение снежного покрова Кузнецкого Алатау и продолжительность его залегания крайне неравномерны. На западном макросклоне (наветренном) и в центральных районах снежный покров появляется в конце сентября – начале октября, а на восточном макросклоне (подветренном) – во второй–третьей декаде октября [8]. Продолжительность залегания снежного покрова на западном макросклоне в среднем составляет около 200 дней, на восточном макросклоне от 117 дней (Уйбат) до 232 дней (Ненастная). Высота снежного покрова на западном макросклоне составляет от 50 см в предгорных районах до 2,5 м на склонах и до 7,0 м в

межгорных понижениях, на восточном макросклоне в предгорных районах не превышает 20 см. Следует отметить, что в зимнее время в горных районах большую опасность представляют снежные лавины. Лавинная деятельность на территории Кузнецкого Алатау, как правило, начинается в ноябре и продолжается по апрель, максимум приходится на март–апрель. Централь-

ные районы Кузнецкого Алатау характеризуются сильной и умеренной лавинной активностью, предгорные районы – умеренной и слабой [9].

Для целей рекреации в зимний период преобладают удовлетворительные погоды, вызывающие среднее напряжения систем терморегуляции организма – 33–50% за зимний период (ноябрь–март) (табл. 5).

Таблица 5

Повторяемость оптимальных, удовлетворительных и неблагоприятных погод в Кузнецком Алатау, %

Станция, высота над ур. м., м	Теплый период			Холодный период			Год		
	ОП	УП	НБП	ОП	УП	НБП	ОП	УП	НБП
Барзас, 208	26	20	54	12	45	43	20	30	50
Центральный, 494	24	21	55	10	45	45	18	31	51
Междуреченск, 242	36	18	47	26	46	28	32	29	39
Ненастная, 1186	19	22	58	19	34	48	19	27	54
Коммунар, 847	26	19	55	42	33	25	33	25	42
Неожиданный Прииск, 528	34	16	50	31	34	35	33	24	42
Уйбат, 524	33	23	44	36	49	15	34	34	32
Бея, 469	35	22	43	36	48	16	35	33	32
Таштып, 455	40	24	36	32	50	19	37	34	29

Оптимальные для рекреации мягкие и умеренно суровые погоды, вызывающие минимальное напряжение системы терморегуляции, отмечаются от 10–26% на западном до 31–42% на восточном макросклонах. В центральных районах горного хребта преобладающими являются неблагоприятные очень суровые и крайне суровые погоды (48%), при которых степень напряжения терморегуляции организма сильная и чрезмерная. В целом зимой преобладают благоприятные для рекреации погоды (52–85% за период), наибольшая повторяемость которых отмечается на восточном макросклоне Кузнецкого Алатау.

Теплый период в Кузнецко-Салаирской горной области начинается со второй – третьей декады апреля и длится до октября – ноября. Переходные сезоны (весна и осень) короткие и отличаются неустойчивой погодой, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками. По теплообеспеченности рассматриваемая территория характеризуется умеренно прохладной (сумма температур $> 10^{\circ}\text{C}$ составляет $1600\text{--}1800^{\circ}\text{C}$) в низкогорной части (300–600 м над ур. м.) и прохладной (сумма температур $> 10^{\circ}\text{C}$ составляет 1600°C и менее) в наиболее высокой части (600–1400 м над ур. м.) [10]. Продолжительность периода с температурой выше 10°C составляет 100–120 дней, сокращаясь с увеличением высоты местности. Средняя температура июля составляет от $13,3^{\circ}\text{C}$ (Ненастная) до $18,5^{\circ}\text{C}$ (Междуреченск). Абсолютный максимум достигает $40,0^{\circ}\text{C}$ на восточном макросклоне Кузнецкого Алатау.

С апреля по октябрь преобладание благоприятных для рекреации погод отмечается на восточном макросклоне хребта, характеризующихся в большинстве случаев (19–40%) как оптимальные. По теплоощущению это теплые, комфортные и прохладные погоды с ясным небом (до 5 баллов облаков нижнего яруса), позволяющие проводить все виды климатотерапии, а также

прогулки и туризм без ограничений. На западном макросклоне и в центральной части хребта отмечается преобладание неблагоприятных для рекреации погод (55–58%). Значительная повторяемость неблагоприятных погод связана со значительной облачностью, а это уменьшает приход солнечной радиации и тесно связано с повторяемостью дней с осадками (коэффициент корреляции – 0,8).

За три летних месяца число дней с оптимальными для рекреации погодами изменяется от 47 дней в юго-западной части Кузнецкого Алатау до 23 в центральной части и до 54 дней в юго-восточной части Кузнецкого Алатау (рис. 1).

В целом за год биоклиматические условия характеризуются от слабокомфортных в центральных районах Кузнецкого Алатау до достаточно комфортных на восточном макросклоне. По климато-рекреационному потенциалу в физико-географической подобласти Кузнецкого Алатау имеются местности как с низким КРП (менее 40 баллов) в центральной части горного хребта, так и местности относительно благоприятные (50–60 баллов) и благоприятные (более 60 баллов) для климатолечебных и рекреационных мероприятий.

Продолжительность солнечного сияния составляет $1\,700\text{--}2\,000$ ч в год. По обеспеченности естественной ультрафиолетовой радиацией район Кузнецкого Алатау относится к зоне УФ комфорта со следами УФ дефицита в середине зимы (декабрь – январь) [4]. Наиболее оптимальные условия проведения солнечного усиления интенсивности эритемной радиации, которая в полуденные часы в июне – июле составляет $197\text{--}220$ мэр/м².

По результатам исследования пространственной изменчивости основных показателей биоклимата (продолжительность солнечного сияния, обеспеченность ультрафиолетовой радиацией, число дней с благоприят-

ятными погодными, степень комфортности и биотропности погодного режима, климато-рекреационный потенциал, безморозный период) в пределах подобласти

Кузнецкого Алатау выделено три ранга местностей по степени пригодности биоклимата для курортно-рекреационного освоения.

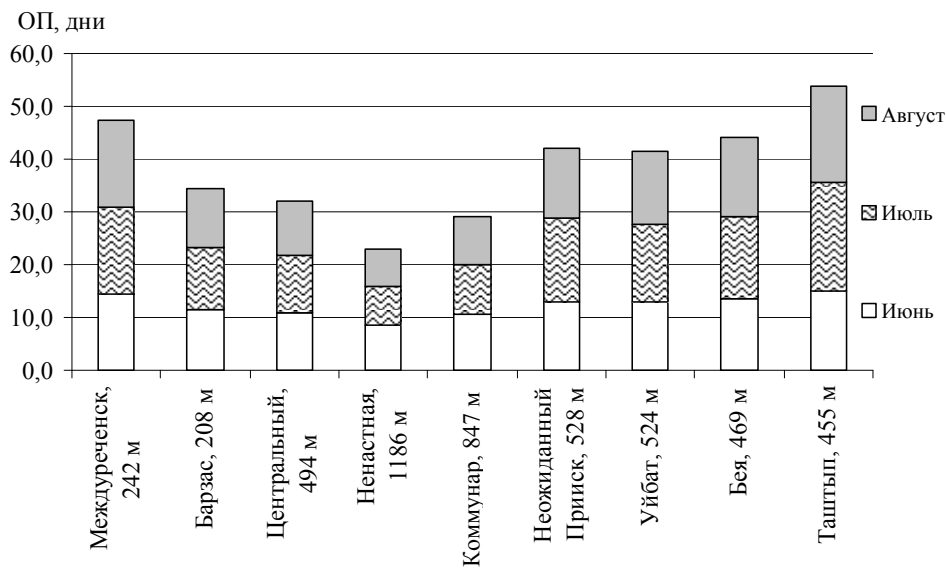


Рис. 1. Число дней с оптимальными погодными (ОП) Кузнецкого Алатау за три летних месяца

К местностям I ранга, особо благоприятным для рекреации и климатолечения, относятся местности, расположенные до 500 м над ур. м. в юго-восточных предгорьях Кузнецкого Алатау с лесостепными и степными ландшафтами. Преобладают индифферентные по степени биотропного воздействия погоды. Погоды, позволяющие проводить различные оздоровительные мероприятия на воздухе, отмечаются более 220 дней в году. Климато-рекреационный потенциал, учитывающий максимально возможный объем оздоровительных мероприятий при данных условиях погоды, составляет более 60 баллов. Данные местности перспективны для курортно-рекреационного освоения с развитием здравниц круглогодичного действия.

К местностям II ранга, благоприятным для курортно-рекреационной деятельности, относятся местности, расположенные на западном макросклоне Кузнецкого Алатау до 1 000 м над ур. м. и на восточном макросклоне в пределах низкогорья (500–1 000 м над ур. м.). Указанные местности расположены между 52–57° с.ш.

с ландшафтно-климатическими условиями южно-таежных, горно-таежных, предгорных зон умеренных широт, а также лесостепи. Число дней с благоприятными погодными условиями составляет 180–210 дней. Климато-рекреационный потенциал относительно благоприятный (50–60 баллов). Эти местности пригодны для развития сети курортно-рекреационных объектов с сезонным климатолечением в сочетании с различными видами бальнеотерапии.

В верхнем поясе гор Кузнецкого Алатау (выше 1 000 м над ур. м.) выделяются местности III ранга – относительно благоприятные – с сезонным проведением климатолечебных и рекреационных мероприятий. Курортно-рекреационные объекты здесь должны быть повышенной комфортности.

Результаты проведенного исследования позволили оценить потенциальные возможности климатических условий для курортно-рекреационного освоения, а также могут учитываться при планировании строительства лечебно-оздоровительных и рекреационных учреждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башалханова Л.Б., Буфал В.В., Русанов В.И. Климатические условия освоения котловин Южной Сибири. Новосибирск, 1989. 158 с.
2. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. М.: Изд-во МГУ, 1988. 248 с.
3. Поголовская Н.П. Методы анализа климата для курортологических целей // Курортные ресурсы и их рациональное использование: сб. науч. тр. Пятигорск, 1989. С. 18–25.
4. Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири / под ред. Е.Ф. Левицкого, В.Б. Адилова. Томск, 2002. 227 с.
5. Заповедник «Кузнецкий Алатау» / ООПТ России: информационно-справочная система. М., 2004. URL: <http://oopt.info/kalatau/> (дата обращения 09.10.2008 г.).
6. Севастьянов В.В. Эколого-климатические ресурсы Алтае-Саянской горной страны. Томск, 2008. 307 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Вып. 21, ч. 1–6: Красноярский край и Тувинская АССР. СПб.: Гидрометеоиздат, 1990. 624 с.
8. Справочник по климату СССР: в 34 вып. Вып. 20, ч. 1–4: Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 396 с.
9. Чубенко А.Г., Каминский А.Г. Снежные лавины и лавиноопасные районы Кемеровской области // Гляциология Сибири. Томск, 1985. Вып. 2 (17). С. 82–92.
10. Агроклиматические ресурсы Кемеровской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 142 с.
11. Биоклиматический Атлас Сибири и Дальнего Востока / сост. Э.С. Яковенко и др. Томск, 1972. 106 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 8 ноября 2011 г.