

Солнечная радиация

Орел Г.Ф. — кандидат географических наук, зав. кафедрой географии, природопользования и туризма Восточно-Сибирской государственной академии образования

Тюменцева Е.М. — кандидат географических наук, доцент кафедры географии, природопользования и туризма Восточно-Сибирской государственной академии образования

Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность, является одним из основных климатообразующих факторов, определяющих тепловой фон земной поверхности и как результат — температуры воздуха. В целом приход солнечной радиации определяется астрономическими факторами, главным образом продолжительностью дня и высотой солнца над горизонтом, и корректируется местными особенностями рассматриваемой территории. Наиболее значимым процессом, определяющим степень нагрева и охлаждения подстилающей поверхности, особенно в котловине озера Байкал, является циркуляция воздушных масс. Проявляется это влияние через величины облачности и прозрачности атмосферы.

В котловине озера Байкал результатом внутренней циркуляции с середины октября и до образования ледяного покрова в конце января является формирование нескольких циклонических вихрей. Это способствует образованию облачности. Однако при малом испарении, чему способствуют низкие температуры воздуха в этот период, облачность незначительна. Весной, после освобождения озера ото льда и до середины октября температура воды в озере ниже температуры воздуха, особенно в летний период. Это способствует формированию местного антициклонического вихря. При этом нисходящее движение воздуха над акваторией озера гасит процесс облакообразования и уменьшает замутненность атмосферы. Размывание антициклонического вихря может наблюдаться осенью, в ночные часы и усиление его в дневные. Поэтому осенью в ночные часы над акваторией небольшое количество облачности образуется и держится некоторое время после восхода солнца.

При прорыве циклонических вихрей общей циркуляции с западными потоками, облачность над Байкалом может быть значительной и держатся в течение нескольких дней.

При проведении расчетов потоков тепла, учитывая общую и местную циркуляцию воздуха, мы посчитали близким к истинным значениям показатели при средней облачности.

Приход солнечной радиации в южной части Байкальской котловины самый высокий для всей Восточной Сибири. Это определяется следующими причинами: высокая прозрачность атмосферы в котловине озера; характер распределения барического поля, способствующий в течении большей части года формированию нисходящих воздушных потоков, препятствующих формированию облачности; существование природного барьера (Приморский хребет) на пути западного воздушного потока особенно в летнее время, когда большая вероятность циклонической деятельности, сопровождающейся мощной облачностью, формирование собственной внутрикотловинной циркуляции, которая большую часть года (пока температура водной массы озера ниже окружающего пространства) образует в дневное время воздушные потоки на склоны хребтов и образование конденсации влаги на вершинах склонов.

Таким образом, в тепловом балансе территории, в связи с вышесказанным, большое значение отводится приходу прямой солнечной радиации, которая при малой облачности имеет преобладающее значение. Рассеянную радиацию при высокой прозрачности атмосферы можно считать изотропной и в первом приближении одинаковой на все виды поверхностей, независимо от ориентации и уклона.

Для наших целей необходимо иметь представление о характере перераспределения приходящей солнечной радиации (прямой и суммарной) на различные поверхности, склоны разной экспозиции и крутизны, покрытые растительностью и чистые, залесенные и безлесые, накапливающие снег в холодное время года и бесснежные. Учитывая, что склоны рассматриваемого участка в большинстве своем не превышают 60° для расчета были выбраны уклоны кратные 10° и ориентированные по 8 румбам, основным и промежуточным. Расчеты были проведены для прихода прямой солнечной радиации. Для этого использовались следующие формулы:

$$S_{\text{в}} = S \cos h^{\odot} \cos (A^{\odot} - A); \quad (1)$$

$$S_{\text{скл}} = S_{\text{в}} \sin \alpha + S' \cos \alpha, \quad (2)$$

Где $S_{\text{в}}$ — прямая солнечная радиация, поступающая на вертикальную поверхность, $S_{\text{скл}}$ — прямая солнечная радиация, поступающая на наклонную поверхность, S — прямая солнечная радиация, поступающая на перпендикулярную к лучам поверхность, S' — прямая солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность, h^{\odot} — высота солнца, A^{\odot} — азимут солнца, A — азимут нормали к вертикальной поверхности, α — крутизна склона (угол, который наклонная поверхность составляет с горизонтальной плоскостью) (Справочник..., 1966).

$S_{\text{в}}$ — прямая солнечная радиация для вертикальных поверхностей, ориентированных по промежуточным румбам юго-запад (ЮЗ) и северо-восток (СВ) рассчитывалась по формуле (Пивоварова, 1967):

$$S_{\text{юз, св}} = \pm 0.707 S (\cos h^{\odot} \sin A^{\odot} - \cos h^{\odot} \cos A^{\odot}) \quad (3)$$

$S_{\text{в}}$ для северо-запада (СЗ) и юго-востока (ЮВ) по формуле:

$$S_{\text{сз, юв}} = \pm 0.707 S (\cos h^{\odot} \sin A^{\odot} + \cos h^{\odot} \cos A^{\odot}) \quad (4)$$

Высота солнца над горизонтом вычислялась по известной формуле:

$h^{\odot} = 90^{\circ} - \varphi \pm \delta$ где: φ — широта места, δ — склонение солнца (табличная величина).

Приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность был взят по данным наблюдений актинометрической станции ближайшей по широте и расположенной в котловине озера Байкал — Хужир. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Годовые значения величин прямой солнечной радиации были рассчитаны по той же технологии и приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 1

Суточные суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на склоны разной крутизны и экспозиции на полигоне в Б.Голоустном при средних значениях облачности (расчетные величины)

Дата	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Северный склон						
Январь	1.28	1.22	1.13	0.99	0.83	0.65
Апрель	9.54	9.13	8.43	7.47	6.29	4.91
Июль	11.83	11.44	10.71	9.65	8.29	6.69
Октябрь	4.13	3.94	3.63	3.21	2.69	2.09
Восточный склон						
Январь	1.41	1.48	1.50	1.48	1.41	1.30
Апрель	10.35	10.70	10.73	10.43	9.82	8.90
Июль	12.54	12.85	12.76	9.29	11.44	10.25
Октябрь	4.56	4.80	4.89	4.83	4.62	4.27
Северо-восточный склон						
Январь	1.28	1.24	1.14	1.00	0.84	0.66
Апрель	9.84	9.70	9.26	8.55	7.57	6.62

Июль	12.15	12.08	11.63	10.84	9.71	8.29
Октябрь	4.19	4.06	3.82	3.45	2.98	2.42
Западный склон						
Январь	1.44	1.53	1.58	1.58	1.41	0.56
Апрель	10.33	10.67	10.69	10.38	9.75	8.83
Июль	12.59	12.95	12.91	12.48	11.66	10.50
Октябрь	4.60	4.87	4.87	4.96	4.78	4.45
Северо-западный склон						
Январь	1.28	1.22	1.12	0.99	0.83	0.65
Апрель	9.82	9.67	9.22	8.49	7.50	6.29
Июль	12.15	12.15	11.74	11.22	9.87	8.46
Октябрь	4.20	4.08	3.84	3.48	3.01	0.57
Юго-западный склон						
Январь	1.89	2.44	2.90	3.28	3.56	3.73
Апрель	10.75	11.51	11.90	11.94	11.61	6.33
Июль	12.71	13.19	13.27	12.93	12.21	11.12
Октябрь	5.22	6.10	6.79	7.28	7.54	7.58
Юго-восточный склон						
Январь	1.84	2.34	2.76	3.09	3.34	3.48
Апрель	10.76	11.53	11.95	11.99	11.68	11.01
Июль	12.68	13.12	13.16	12.80	12.05	10.98
Октябрь	5.18	6.03	6.69	7.14	7.38	7.39
Южный склон						
Январь	2.12	2.88	3.55	4.12	4.56	4.86
Апрель	10.85	11.70	12.20	12.31	12.06	11.44
Июль	12.57	12.91	12.85	12.39	11.57	10.39
Октябрь	5.56	6.76	7.76	8.51	9.02	9.24

Таблица 2

Годовые суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) на склоны различной ориентации и крутизны для полигона в п. Б.Голоустное при средних значениях облачности (расчетные данные)

Склон, ориентация	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	2476	2380	2208	1973	1676	1332
Северо-восток	2535	2497	2384	2200	1944	1634
Восток	2661	2749	2749	2665	2506	2263
Юго-восток	2807	3034	3168	3201	3143	2987
Юг	2866	3147	3335	3419	3398	3277
Юго-запад	2820	3059	3205	3256	3205	3055
Запад	2673	2770	2782	2711	2556	2321
Северо-запад	2539	2506	2392	2208	1957	1647

Расчет проводился для средних суточных сумм прямой солнечной радиации для середины сезона. Поэтому были выбраны средние месяцы каждого сезона — январь, апрель, июль и октябрь.

Следует сказать, что наибольшая высота солнца над горизонтом для указанных месяцев, отнесенная на 15 число для Б.Голоустного в истинный полдень составляет 59°30' в июле, а наименьшая — 16°32' — в январе. Следовательно

но, увеличение уклона рассматриваемого участка до 30° и его ориентация на солнце летом существенно увеличит нагрев поверхности. В зимнее время величина уклона может возрастать вплоть до 60°. Кроме того, в летние месяцы восточные и юго-восточные склоны имеют преимущество в приходе прямой радиации по сравнению с западной и юго-западной. Наибольшее количество радиации с мая по август будет получать

юго-восточный склон, особенно при его большой крутизне. Далее в порядке убывания — юго-западный, восточный, западный и южный.

Учитывая продолжительность дня (около 8 часов зимой и 11 часов летом) или время солнечного сияния, а также азимут восхода и захода солнца можно сказать, что зимой время начала и конца облучения солнечной радиацией южных склонов совпадает с восходом и заходом солнца. Летом время начала и конца облучения южных поверхностей совпадает с концом облучения северных и наоборот. Время начала облучения восточных склонов совпадает с восходом солнца, а конец облучения наблюдается в 12 ч истинного солнечного времени. Время же конца облучения западных поверхностей совпадает с заходом солнца, а начало облучения происходит в 12 ч истинного солнечного времени.

Для решения ряда задач оценки только одной прямой солнечной радиации недостаточно, т. к. наряду с прямой радиацией на рассматриваемые поверхности поступает рассеянная солнечная ра-

диация (D). В отдельные дни с плотной облачностью рассеянная солнечная радиация может превышать прямую. Однако таких дней на Байкале немного.

В нашем случае при высокой прозрачности атмосферы и небольшой облачности, особенно в летнее время, отсутствие мощных источников (как естественных, так и искусственных) способствующих замутнению атмосферы, рассеянная радиация чаще всего по величине остается меньше прямой. Допуская, что рассеянная радиация распространяется в пространстве изотропно и не представлена конкретными направлениями, можно считать, что ее распространение во все стороны одинаково и не зависит от ориентации пространства. Таким образом, суточные значения суммарной солнечной радиации (Q) может быть выражена величинами, приведенными в таблице 3.

Годовые значения суммарной солнечной радиации представлены в таблице 4.

Таблица 3

Суточные суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²) на склоны разной крутизны и экспозиции на полигоне в Б.Голоустном при средних значениях облачности (расчетные величины)

Дата	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Северный склон						
Январь	2.97	2.79	2.61	2.36	2.11	1.83
Апрель	16.89	16.09	15.00	13.57	12.00	10.15
Июль	20.09	19.26	18.09	16.51	14.71	12.58
Октябрь	7.81	7.43	6.92	6.27	5.55	4.72
Восточный склон						
Январь	3.10	3.05	2.98	2.85	2.69	2.48
Апрель	17.70	17.66	17.30	16.53	15.53	14.14
Июль	20.80	20.67	20.14	16.15	17.86	16.14
Октябрь	8.24	8.29	8.18	7.89	7.48	6.90
Северо-восточный склон						
Январь	2.97	2.81	2.62		2.12	1.84
Апрель	17.19	16.66	15.83	14.65	13.28	11.86
Июль	20.41	19.90	19.01	17.70	16.13	14.18
Октябрь	7.87	7.55	7.11	6.51	5.84	5.05
Западный склон						
Январь	3.13	3.10	3.06	2.95	2.69	1.74
Апрель	17.68	17.63	17.26	16.48	15.46	14.07
Июль	20.85	20.77	20.29	19.34	18.08	16.39
Октябрь	8.28	8.36	8.16	8.02	7.64	7.08
Северо-западный склон						
Январь	2.97	2.79	2.60	2.36	2.11	1.83
Апрель	17.17	16.63	15.79	14.59	13.21	11.53

Июль	20.41	19.97	19.12	18.08	16.09	14.35
Октябрь	7.88	7.57	7.13	6.54	5.87	3.20
Юго-западный склон						
Январь	3.58	4.01	4.38	4.65	4.84	4.91
Апрель	18.10	18.47	18.47	18.04	17.32	11.57
Июль	20.97	21.01	20.65	19.79	18.63	17.01
Октябрь	8.90	9.59	10.08	10.34	10.40	10.21
Юго-восточный склон						
Январь	3.53	3.91	4.24	4.46	4.62	4.66
Апрель	18.11	18.49	18.52	18.09	17.39	16.25
Июль	20.94	20.94	20.54	19.66	18.47	16.87
Октябрь	8.86	9.52	9.98	10.20	10.24	10.02
Южный склон						
Январь	3.87	4.45	5.03	5.49	5.84	6.04
Апрель	18.20	18.66	18.77	18.41	17.77	16.68
Июль	20.83	20.73	20.23	19.25	17.99	16.28
Октябрь	9.24	10.25	11.05	11.57	11.88	11.87

Т а б л и ц а 4

Годовые суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²) на склоны различной ориентации и крутизны для полигона в п. Б.Голоустное при средних значениях облачности (расчетные данные)

Склон, ориентация	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	4386	4188	3915	3558	3159	2693
Северо-восток	4445	4305	4091	3785	3427	2995
Восток	4571	4557	4456	4250	3989	3624
Юго-восток	4717	4842	4875	4786	4626	4348
Юг	4776	4955	5042	5004	4881	4638
Юго-запад	4730	4867	4912	4841	4688	4416
Запад	4583	4578	4489	4296	4039	3682
Северо-запад	4449	4314	4099	3793	3440	3008

Учитывая, что не вся приходящая солнечная радиация идет на нагревание подстилающей поверхности, мы рассчитали остаточное тепло, т. е. то количество тепла, которое остается после отражения части приходящей радиации. Отражающая способность различных по физическим свойствам поверхностей, наиболее часто встречающихся в районе Большого Голоустного колеблется от 12 до 90%. Мы выбрали следующие физические поверхности:

— с зеленым разнотравьем, величина отражательной способности — 17% (табл. 5);

— покрытые снегом (сухой свежеснеженный снег, слежавшийся сухой снег, пористый мокрый серый снег) отражательная способность таких поверхностей соответственно равна 85–90%, 60% и 40–45% (табл. 6, 7, 8);

— с зеленым разнотравьем, величина отражательной способности — 17% (табл. 5);

— с серо-коричневой пожухлой травой, отражательная способность 19% (табл. 9);

— каменистая поверхность — 12–14% (табл. 10).

Т а б л и ц а 5

Остаточное тепло в МДж/м² для покрытых зеленым разнотравьем поверхностей для склонов различной ориентации и крутизны (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	Июль	1.67	15.99	15.01	13.70	12.21	10.44

Восток	Июль	17.26	17.16	16.72	13.40	14.82	13.40
Северо-восток	Июль	16.94	16.52	15.78	14.69	13.39	11.77
Запад	Июль	17.31	17.24	16.84	16.05	15.01	13.60
Северо-запад	Июль	16.94	16.58	15.87	15.01	13.52	11.91
Юго-запад	Июль	17.41	17.44	17.14	16.43	15.46	14.12
Юго-восток	Июль	17.38	17.35	17.05	16.32	15.33	14.00
Юг	Июль	17.29	17.21	16.79	15.98	14.93	13.51

Таблица 6

Остаточное тепло в МДж/м² для покрытых сухим свежавшимся снегом поверхностей для склонов различной ориентации и крутизны (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	Январь	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.18
Восток	Январь	0.31	0.30	0.30	0.29	0.27	0.25
Северо-восток	Январь	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.18
Запад	Январь	0.31	0.31	0.31	0.30	0.27	0.17
Северо-запад	Январь	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.18
Юго-запад	Январь	0.36	0.40	0.44	0.47	0.48	0.49
Юго-восток	Январь	0.35	0.39	0.42	0.45	0.46	0.47
Юг	Январь	0.39	0.45	0.50	0.55	0.58	0.60

Таблица 7

Остаточное тепло в МДж/м² для покрытых слежавшимся сухим снегом поверхностей для склонов различной ориентации и крутизны (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
С	Январь	1.19	1.12	1.04	0.94	0.84	0.73
В	Январь	1.24	1.22	1.19	1.14	1.08	0.99
СВ	Январь	1.19	1.12	0.90	0.95	0.85	0.74
З	Январь	1.25	1.24	1.22	1.18	1.08	0.70
СЗ	Январь	1.19	1.12	1.04	0.94	0.84	0.73
ЮЗ	Январь	1.43	1.60	1.75	1.86	1.94	1.96
ЮВ	Январь	1.41	1.56	1.70	1.78	1.85	1.86
Ю	Январь	1.55	1.78	2.01	2.20	2.34	2.42

Таблица 8

Остаточное тепло в МДж/м² для покрытых мокрым, пористым, серым снегом поверхностей для склонов различной крутизны и экспозиции (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
С	Апрель	10.13	9.65	9.00	8.14	7.20	6.09
В	Апрель	10.62	10.60	10.38	9.92	9.32	8.48
СВ	Апрель	10.31	9.97	9.50	8.79	7.97	7.12
З	Апрель	10.61	10.58	10.36	9.89	9.28	8.44
СЗ	Апрель	10.30	9.98	9.47	8.75	7.93	6.92
ЮЗ	Апрель	10.86	11.08	11.08	10.82	10.39	6.94
ЮВ	Апрель	10.87	11.09	11.11	10.85	10.43	15.00
Ю	Апрель	10.92	11.20	11.26	11.05	10.66	10.01

Таблица 9

Остаточное тепло в МДж/м² для покрытых серо-коричневой пожухлой травой с проплешинами почвы поверхностей для склонов различной ориентации и крутизны (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	апрель	13.85	13.19	12.30	11.13	9.84	8.32
	октябрь	6.40	6.09	5.67	5.14	4.55	3.87
Восток	апрель	14.51	14.48	14.18	13.55	12.73	11.59
	октябрь	6.76	6.80	6.71	6.47	6.13	5.66
Северо-восток	апрель	14.10	13.66	12.98	12.01	10.89	9.73
	октябрь	6.45	6.19	5.83	5.34	4.79	4.14
Запад	апрель	14.50	14.46	14.15	13.51	12.68	11.54
	октябрь	6.79	6.86	6.69	6.58	6.26	5.81
Северо-запад	апрель	14.08	13.64	12.95	11.96	10.83	9.45
	октябрь	6.46	6.21	5.85	5.36	4.81	2.78
Юго-запад	апрель	14.84	15.15	15.15	14.79	14.20	9.49
	октябрь	7.30	7.86	8.27	8.48	8.53	8.37
Юго-восток	апрель	14.85	15.16	15.19	14.83	14.26	13.33
	октябрь	7.27	7.81	8.18	8.36	8.40	8.22
Юг	апрель	14.92	15.30	15.39	15.10	14.57	13.68
	октябрь	7.58	8.41	9.06	9.49	9.74	9.73

Таблица 10

Остаточное тепло в МДж/м² для каменистых поверхностей для склонов различной ориентации и крутизны (суточные данные, расчетные величины)

Ориентация склона	Месяц	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Север	январь	2.58	2.42	2.27	2.05	1.84	1.59
	апрель	14.69	14.00	13.05	11.81	10.44	8.83
	июль	17.48	16.76	15.74	14.36	12.80	10.94
	октябрь	6.79	6.46	6.02	5.45	4.83	4.11
Восток	январь	2.70	2.65	2.59	2.48	2.34	2.16
	апрель	15.40	15.36	15.05	14.38	13.51	12.30
	июль	18.10	17.98	17.52	14.05	15.54	14.04
	октябрь	7.17	7.21	7.12	6.86	6.51	6.00
Северо-восток	январь	2.58	2.44	2.28	2.06	1.84	1.60
	апрель	14.96	14.49	13.77	12.75	11.55	10.32
	июль	17.76	17.31	16.54	15.40	14.03	12.34
	октябрь	6.84	6.57	6.19	5.66	5.08	4.39
Запад	январь	2.72	2.70	2.66	2.57	2.34	1.51
	апрель	15.38	15.34	15.02	14.34	13.45	12.24
	июль	18.14	18.07	17.65	16.83	15.73	14.26
	октябрь	7.20	7.27	7.10	6.98	6.65	6.16
Северо-запад	январь	2.58	2.43	2.26	2.05	1.84	1.59
	апрель	14.94	14.47	13.74	12.69	11.49	10.03
	июль	17.76	17.37	16.63	15.73	14.17	12.48
	октябрь	6.86	6.59	6.20	5.69	5.11	2.78
Юго-запад	январь	3.11	3.49	3.81	4.05	4.21	4.27
	апрель	15.75	16.07	16.07	15.69	15.07	10.07
	июль	18.24	18.28	17.97	17.22	16.21	14.80
	октябрь	7.74	8.34	8.77	9.00	9.05	8.88
Юго-восток	январь	3.07	3.40	3.69	3.88	4.02	4.05
	апрель	15.76	16.08	16.11	15.74	15.13	14.14
	июль	18.22	18.22	17.87	17.10	16.07	14.68
	октябрь	7.71	8.28	8.68	8.87	8.91	8.72

Юг	январь	3.37	3.87	4.38	4.78	5.05	5.25
	апрель	15.83	16.23	16.33	16.02	15.46	14.51
	июль	18.12	18.04	17.60	16.75	15.65	14.51
	октябрь	8.04	8.92	9.61	10.07	10.34	10.33

Осенью и зимой приходящего от солнца тепла становится недостаточно для сохранения положительной температуры деятельной поверхности за счет все увеличивающегося ночного выхолаживания. При достижении осенью остаточного тепла в 3,5 Мдж/м² суточный радиационный баланс становится отрицательным. Дальше происходит накопление отрицательных температур и промораживание почвы. Весной, с увеличением высоты солнца над горизонтом и ростом продолжительности дня радиационный баланс стремится к 0 и далее переходит к положительным значениям. Однако, если осенью для перехода радиационного баланса от положительных значений к отрицательным достаточно было 3.5 Мдж/м² то весной для перехода от отрицательных значений к положительным остаточного тепла необходимо уже 9.6 Мдж/м². Это несоответствие можно объяснить дополнительным поступлением тепла от нагретой за летний период водной массы озе-

ра Байкал, которая всю осень, вплоть до замерзания, отдает тепло в окружающее пространство, повышая тем самым тепловой фон и достаточно большим количеством накопленного за зиму холода в почве.

Тепловой режим

Температура поверхности почвы

Расчетные данные поступления тепла на поверхность почвы определяют ее температуру. Фоновые значения температуры поверхности почвы могут быть представлены данными, полученными на метеорологической станции Б.Голоустное (табл. 11). Частное распределение температуры отдельных участков в зависимости от их ориентации в пространстве и уклона поверхности будет зависеть от количества остаточного тепла данной поверхности (табл. 1-10) и может быть получено путем расчетов.

Т а б л и ц а 1 1

Внутригодовое распределение температуры почвы по средним многолетним данным метеорологической станции Б.Голоустное

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее	-19	-18	-8	2	10	17	20	17	10	1	-9	-15	1
Ср. макс	-3	2	19	31	42	47	49	45	35	24	10	0	50
Ср. мин	-34	-33	-27	-15	-8	-0	5	3	-4	-15	-25	-32	-36
Абс. макс	3 198 4	12 1978	30 1961	45 1981	47 1958	52 1953	54 1976	52 1953	41 1983	32 1979	17 1954	10 1955	54 1976
Абс. Мин.	-40 196 7	-45 1952	-34 1951	-24 1984	-14 1955	-3 1958	3 1951	-4 1981	-10 1958	-24 1976	-33 1952	-38 1968	-45 1952

Внутригодовое распределение температуры поверхности почвы включает три периода:

— период с положительными температурами, максимальная продолжительность которого составляет 97 дней, но в отдельные годы может сокращаться на 15–20 дней, т. к. отрицательные ночные

температуры поверхности почвы могут наблюдаться в начале июня и конце августа довольно часто;

— период с отрицательными температурами, его продолжительность составляет около 200 дней, но может достигать 230 дней и также в отдельные го-

ды может увеличиваться или уменьшаться;

— переходной период с отрицательными ночными и положительными дневными температурами.

Продолжительность периодов с переходом температуры через 0° в среднем составляет около 45 дней осенью и 32 дней весной, при этом средняя суточная температура поверхности почвы может быть как положительной, так и отрицательной, а амплитуда колебания температуры может достигать $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$.

Третий период представляет большой интерес, т. к. именно в этот период поверхность почвы испытывает наибольшие тепловые нагрузки, охлаждаясь до минусовых температур ночью, и нагреваясь до положительных значений днем.

Наибольшая температура на поверхности почвы наблюдается в июле — среднее значение составляет 20°C . Это на 6° превышает среднюю температуру воздуха. Почва, покрытая растительностью на 2–4 градуса холоднее оголенной. К полудню температура поверхности почвы повышается до $30\text{--}35^{\circ}$, а в отдельные ясные дни может достигать 53° . В такие жаркие дни температура почвы на $15\text{--}25^{\circ}$ выше температуры воздуха.

В ночные часы температура воздуха невысока и может опускаться на 10° и более по отношению к дневной. Таким образом, летние амплитуды колебания температуры могут достигать 40° .

В первой половине июня и последней декаде августа вероятность заморозка на почве велика. Особенно при вторжении холодных циклонов с СЗ.

В котловине озера максимальные температуры и максимальные значения амплитуды колебания температуры остаются всегда ниже, чем на тех же широтах за пределами котловины в результате смягчающего влияния холодной водной массы озера летом.

Период с отрицательными температурами почвы (холодный период) продолжительный и может достигать 230 дней. Этот период можно разделить на две части: до замерзания озера, что происходит в конце января, реже в начале февраля, и после того как озеро покроется льдом.

До замерзания озера отепляющее влияние водной массы повышает среднюю суточную температуру почвы примерно на 3 градуса по сравнению с внекотловинной. После замерзания эта разница составляет один градус (вероятно имеет место быть инерция охлаждения).

Среднее многолетнее значение температуры поверхности почвы зимой равняется -19°C , а минимальные — -34° . При этом абсолютный минимум составляет — 45° .

Значения температуры поверхности почвы со снежным покровом выше, чем на оголенных участках примерно на $1\text{--}1,5^{\circ}$ на каждые 10 см слоя снега средней плотности.

Температура воздуха

Тепловой режим территории полигона можно рассмотреть, опираясь на локальные, фиксированные данные метеорологической станции Б.Голоустное. Изменения температуры в районе метеостанции будут зависеть от двух факторов — от индивидуальных изменений состояния воздуха и адвекции воздуха с иной температурой при вторжении его в котловину извне.

Средние многолетние значения температуры воздуха по данным метеостанции представлены в таблице 12.

Осадки

Климатическими показателями, определяющими влияние осадков на окружающую среду, является их общее количество в мм, продолжительность и интенсивность, вид осадков (жидкие, твердые, смешанные).

Рассматриваемый участок находится в ветровой тени северо-восточного переноса воздушных масс на территории Восточной Сибири — общее количество осадков здесь невелико и составляет всего 264 мм с выпадением их большего количества в период с апреля по октябрь — 250 мм, что составляет 95% их годового количества. Зимой эта сумма невелика, всего 14 мм. Связано это с активизацией циклонической деятельности в теплое время года над Восточной Сибирью. Часть влаги с воздушными массами переваливает через Приморский хребет и определяют выпадение

осадков преимущественно в летнее время.

Таблица 12

Внутригодовое распределение значений температуры воздуха по средним многолетним данным метеорологической станции Б.Голоустное

	1	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	Год
Средн.	-18.2	-16.2	-9.2	-0.4	5.9	10.9	14.1	14.2	8.4	1.2	-8.3	-15.3	-1.1
Ср.мин	-22.9	-21.3	-14.5	-4.9	1.3	5.9	9.5	10.1	3.8	-3.3	-13.3	-19.9	-5.8
Ср.макс	-12.9	-11.4	-3.6	5.2	12.3	18.0	20.3	18.9	13.3	6.4	-2.6	-9.8	4.5
Абс.мин	-45 1915	-39 1969	-34 1971	-27 1909	-13 1908	-2 1906	3 1957	-1 1920	-7 1909	-25 1901	-34 1910	-38 1900	-45 1915
Абс.макс	3 1974	8 1978	15 1971	27 1972	30 1961	31 1935	31 1978	30 1964	24 1977	24 1979	10 1955	6 1958	31 1935
Ср.изабс.мин	-33	-30	-26	-14	-5	2	6	4	-3	-14	-25	-31	-35
Ср.изабс.макс	-4	-1	7	16	23	25	26	25	19	14	6	-0	27

Таблица 11

Месячное и годовое количество осадков (мм)

1	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IУ-X	Год
3	2	3	10	23	46	70	62	31	8	3	3	14	250	264

Осадков, выпадающих за счет циркуляции, образующейся в Байкальской котловине (внутримассовых осадков) очень мало. В летнее время над холодной водной массой озера образуются нисходящие токи воздуха. Растекаясь от озера, воздушные массы при натекании на склоны Приморского хребта могут конденсировать влагу и образовать осадки. Но их, как правило, мало и они кратковременны. Да и количество влаги в воздухе при сложившейся циркуляционной картине недостаточно, чтобы образовать мощную кучево-дождевую облачность.

Кроме того, переваливающие хребет воздушные массы нагреваются при их стоке по склонам в котловину, что еще больше иссушает воздух.

Зимой эффект «ветровой тени» почти до минимума уменьшает осадки, которых и так в антициклоне над Восточной Сибирью мало.

Годовое количество осадков представлено по средним многолетним данным в табл. 11.

Жидкие, твердые и смешанные осадки распределены следующим образом, показанным в таблице 12.

Таблица 12

Месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков в мм

Вид осадков	1	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII	Год
ж				2	15	45	70	61	24	2			219
т	3	2	3	4	1				1	3	3	3	23
с			0	4	7	1		1	6	3	0		22

Охлаждающее влияние воздушной массы Байкала, температурный режим воздуха с большими суточными амплитудами колебания способствуют выпадению твердых и смешанных осадков в большую часть года. Смешанные осадки фиксируются с августа по июнь. Их конечно мало, но тем не менее это говорит о суровых условиях предгорной части Байкальской котловины, Большая часть осадков выпадает в жидком виде — 219 мм из 264 мм. Твердых и смешанных — почти поровну 23 и 22 мм.

Выпадение осадков преимущественно в виде жидких способствует плоскостному смыву твердых отложений со склонов в летнее время. Небольшое количество твердых осадков не способствует их накоплению в балках, углублениях, на плоской местности.

Выпадение ливневых осадков происходит редко. Из-за охлаждающего влияния водной массы летом интенсивность испарения мала и мощные кучево-дождевые облака образуются редко. Однако редко, в отдельные годы за сутки может выпасть 50–70 мм осадков. Так 26.07.1971 г. за сутки выпало 74 мм. Обычно это связано с выходом юго-восточных циклонов, которые несут большое количество влаги.

Снежный покров

Снежный покров на рассматриваемой территории появляется 17 октября и ложится устойчиво 2 декабря. Начало его разрушения по средним многолетним данным приходится на 3 марта и окончательный сход — 24 апреля. Но в отдельные годы снежный покров может появляться уже 26 сентября и иногда может задержаться до 20 мая. Раннее устойчивое залегание снежного покрова может наблюдаться уже 7 ноября.

Число дней со снежным покровом в Б.Голоустном составляет в среднем 107 дней, но может увеличиваться при определенных циркуляционных условиях до 190. Так как зимних осадков здесь очень мало, то и снега накапливается за зиму по средним многолетним данным на равнине около 5 см, и не превышает 16 см, а в лесу, под кронами деревьев

19–28 см. Однако, проведенная в 2005–2012 гг. снегосъемка показала, что на отдельных участках и склонах ориентации количество снега значительно больше, чем на стандартных и составляет.

Циркуляция воздуха в котловине

Большой объем водной массы озера, нагревающейся в теплый период и охлаждающейся в осенне-зимний, вытянутость котловины в меридиональном направлении при максимальной ширине 40 км и длине около 600 км, горное обрамление с высотами до 3000 м, долины рек, прорезающие поперек горные хребты все это определило внутренний тип переноса воздуха и выделило несколько вариантов преобладающих воздушных потоков воздуха:

— вдоль котловины в зависимости от распределения давления с СВ на ЮЗ или с ЮЗ на СВ;

— поперек озера через речные долины с эффектом фена при З, СЗ и ЮЗ потоке, переваливающим Приморский или Байкальский хребты;

— бризовая или склоновая циркуляция, проявляющаяся по сезонам или внутри суток.

Каждая из указанных видов местной циркуляции может усиливать или ослаблять друг друга в определенной термодинамической ситуации. Каждый из основных потоков воздуха или ветер получили свое местное название по месту проявления или силе воздействия.

Литература

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып.22.– Л.: Гидрометеоздат (Иркутская область и западная часть Бурятии). 1991.– 603 с.

Справочник по климату СССР. Вып. 22.– Ч. III. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеоздат, 1966.– 359 с.

Справочник по климату СССР, Вып.1 Солнечная радиация, радиационный баланс и Солнечное сияние, Л., Гидрометеоздат, 1966, 218 с.