

УДК 551.501.721

ОСОБЕННОСТИ ПРИТОКА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИЮ КАЗАХСТАНА ЛЕТОМ И ЗИМОЙ

К.И. Десятова

В статье дана оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по данным восьми метеорологических станций: Айдарлы, Алматы ГМО, Аральское Море, Жезказган, Рудный, Семипалатинск, Уральск, Селезневка. На станциях Селезневка, Семипалатинск, Жезказган, Рудный потоки S' и S уменьшились в среднем на 4,2 %. На оставшихся станциях S' и S возросли на 5,3 %.

Производительные силы общества стремятся к использованию естественных ресурсов природной среды. Одним из таких ресурсов является солнечная радиация, определяющая развитие всех процессов, происходящих в географической оболочке Земли.

При прохождении через атмосферу, часть лучистой энергии Солнца поглощается ею, часть рассеивается. Коротковолновое излучение Солнца до поверхности Земли доходит в виде прямой (S) и рассеянной радиации.

Интенсивность прямой солнечной радиации зависит от следующих факторов: излучательной способности солнца, изменения расстояния между землей и солнцем, изменения прозрачности атмосферы, угла падения радиации. В результате рассеяния радиации на молекулах воздуха и аэрозолях, а также вследствие селективного поглощения радиации компонентами воздуха и его примесями, значения прямой радиации, приходящей к подстилающей поверхности, значительно изменяются по сравнению со значениями ее вне атмосферы [5].

Положение Казахстана в умеренных широтах (40...55 °с.ш.), а также небольшая в среднем величина покрытия неба общей и особенно нижней облачностью определяет высокие значения притока солнечной радиации на его территорию.

Циркуляция больших масштабов, а также влияние рельефа местности приводит к тому, что облачные системы наиболее вероятны в северных районах республики и на крайнем юго-востоке, где существенное

влияние оказывают горы. В летнее время (июнь – август) пустынные районы и юг Казахстана получают прямую солнечную радиацию в течение почти всего светлого времени [7].

Проведена оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по территории Казахстана в период с 2004 по 2008 гг. в центральные месяцы зимы и лета: январе, июле. Исходными данными при исследовании служили потоки прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность по данным восьми метеорологических станций (М): Айдарлы, Алматы ГМО, Аральское Море, Жезказган, Рудный, Семипалатинск, Уральск, Селезневка.

Потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности изменяются в широких пределах. В различных пунктах указанные потоки имеют достаточно хорошо выраженный суточный и годовой ход.

Суточный ход потоков прямой солнечной радиации. С момента восхода солнца его высота увеличивается до полудня, достигая максимальной величины в полдень, после чего начинает уменьшаться до исчезновения солнца за горизонтом.

Как известно [2, 3] по мере увеличения высоты солнца масса атмосферы, проходимая солнечным лучом уменьшается. Следовательно, потоки прямой солнечной радиации увеличиваются от восхода до полудня непрерывно, а затем от полудня до захода небесного светила – уменьшаются (рис. 1).

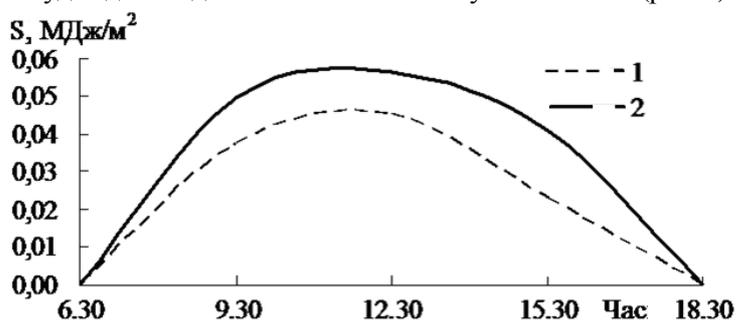


Рис.1. Суточный ход прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность 11 января. 1 – М Уральск 2008 г., 2 – М Айдарлы 2005 г.

На рис. 1 представлен суточный ход прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в январе, с максимумом в полуденные часы для М Уральск, ($0,046 \text{ МДж/м}^2$) и М Айдарлы ($0,06 \text{ МДж/м}^2$). В данном случае станции были выбраны таким образом, чтобы показать разни-

цу прихода радиации, связанную в первую очередь с географическим положением представленных станций.

Продолжительность дня в различные сезоны года и для разных широт различна. Пример изменения величин S' и S в суточном ходе января и июля М Алматы (среднее значение 2004...2008 гг.) представлен на (рис. 2).

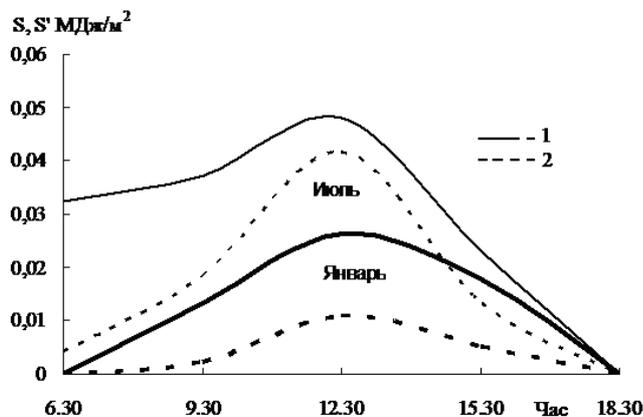


Рис. 2. Суточный ход прямой солнечной радиации для М Алматы в июле и январе на перпендикулярную поверхность (1), на горизонтальную поверхность (2).

Здесь к июлю относятся две верхние кривые, а к январю — нижние. Продолжительность дня в июле около 15 часов. День длинный, восход солнца приходится примерно на 4 часа 30 минут, заход солнца наступает около 19 часов 30 минут [4]. Разность между количеством S' и S довольно велика в утренние и вечерние часы и значительно уменьшается к полудню, так как высота солнца в полдень наибольшая. В июле она достигает 65° . Зимой ситуация изменяется: в январе солнце восходит в 7 часов 20 минут заходя в 16 часов 40 минут, таким образом день продолжается около 9 часов 20 минут. Высота солнца в полдень в январе составляет всего 25° , вследствие этого возникает существенная разница между количеством радиации, падающей на перпендикулярную и горизонтальную поверхность.

В годовом ходе минимальные величины солнечной радиации приходятся на зимнее солнцестояние, а максимальные — на летнее, когда солнце достигает наибольшей высоты над горизонтом. Внутригодовой ход сумм S' и S представляет собой особый интерес, поскольку, если он представлен за какой-либо промежуток времени, то представляет собой характеристику радиационного климата. Здесь проанализированы 2 временных периода: с 1962 по 1980 гг. и современный период 2004...2008 гг.

Зима. Анализ характеристик сумм средних многолетних значений S' и S (табл. 1) 1962...1980 гг. по данным [4] показал, что максимальный приток S за сутки (месяц) в январе наблюдается на М Айдарлы 17,4 МДж/м² (540 МДж/м²), минимум S' на М Рудный со значением 10,1 МДж/м² (314 МДж/м²). Наибольшие значения также приходятся на М Айдарлы – 5,6 МДж/м² (173 МДж/м²), минимум – М Рудный 2,2 МДж/м² (68 МДж/м²).

По данным о притоке S за современный период, были рассчитаны значения S' , которые представляют собой количество лучистой энергии, падающей на плоскость и зависят от угла, составляемого направлением потока лучистой энергии с этой плоскостью. Эту зависимость выражают формулой, по которой и производился расчет [6].

$$S' = S \cdot \sinh_0, \quad (1)$$

где S' – потоки солнечной радиации на горизонтальную лучам поверхность, S – потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам поверхность, h_0 – высота Солнца над горизонтом.

В продолжении вычислены суточные и месячные суммы S' и S . Такие вычисления дают приближенные значения месячных сумм радиации с точностью порядка 10 %. Однако они позволяют получить месячные суммы радиации при отсутствии на станции регистрирующих приборов или при длительных перерывах регистрации в случае выхода из строя самописцев. Расчет производился по следующим формулам [6]:

$$\sum_{сут} S' = \frac{S_1}{2} \tau_1 + \sum_{мес} S \left(\frac{S_1}{2} + S_2 + S_3 + S_4 + \frac{S_5}{2} \right) + 180 + \frac{S_5}{2} \tau_2, \quad (2)$$

$$\sum_{мес} S = N \sum_{сут} S, \quad (3)$$

где S_1 – средняя месячная интенсивность прямой радиации в первый срок, S_2 – средняя месячная интенсивность прямой радиации во второй срок, S_n (в данном случае S равно 5) – интенсивность радиации в последний срок, τ_1 – промежуток времени между восходом солнца и первым сроком, выраженный в минутах, τ_2 – промежуток времени между последним сроком наблюдения и заходом солнца, выраженный в минутах, N – число календарных дней в месяце.

В табл. 1 представлены результаты расчетов сумм солнечной радиации. Здесь хорошо видно, что за период 2004...2008 гг. в январе, на 78 % рассматриваемой территории потоки S' и S увеличились по сравнению с периодом 1962...1980 гг. и на 4 % в среднем. Согласно исследованиям [1] изменения прямой солнечной радиации могут быть связаны с прозрачностью стратосферы, определяемой концентрацией стратосферного аэрозоля. Неоднократно отмечалось совпадение увеличения прямой солнечной радиации с уменьшением средней концентрации сульфатных ионов в стратосферных аэрозолях. Изменение же концентрации стратосферного аэрозоля связывают в первую очередь с вулканической деятельностью. Нельзя забывать и о влиянии других, более сложных связей с солнечной активностью и космическими факторами.

Таблица 1

Среднегодовые суммы солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности в январе, МДж/м²

Станция	За период 1962...1980 гг.				За период 2004...2008 гг.			
	S		S'		S		S'	
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	17,4	540	5,6	173	17,3	536	5,5	168
Алматы, ОГМС	12,1	375	3,9	122	11,9	369	3,6	114
Аральское Море	15,3	474	4,3	134	16,8	519	4,6	143
Жезказган	14,9	462	4,1	126	15,1	463	4,2	129
Рудный	10,1	314	2,2	68	11,2	335	2,4	73
Семипалатинск	11,9	369	3,0	93	13,0	405	3,2	99
Уральск	10,7	331	2,6	79	12,1	375	2,7	83
Селезневка	11,1	343	2,9	92	12,3	380	3,2	99
среднее	12,9	401	3,6	111	13,6	421	3,7	113

Лето. На это время года приходится летнее солнцестояние. Следовательно, значения потоков прямой солнечной радиации в данном сезоне наибольшие в году (Табл. 2).

В центральном месяце сезона июле максимальный приток солнечной радиации за период 1962...1980 гг. за сутки (за месяц) на перпендикулярную поверхность приходится на М Аральское Море равный 33,5 МДж/м² (1038 МДж/м²), минимум на М Рудный со значением 28,5 МДж/м² (885 МДж/м²). Горизонтальная поверхность в данном случае получает максимум на М Айдарлы 22,9 МДж/м² (710 МДж/м²), минимум – М Рудный 17,5 МДж/м² (543 МДж/м²).

Расчеты за современный период показали что, максимум и минимум приходится на те же станции, что и в первый период, но немного с иными значениями. Распределение прямой солнечной радиации здесь весьма неоднозначно. На одних станциях произошло увеличение, на других уменьшение потоков S' и S . Можно сказать, что станции разделились на 2 группы (рис. 3). М Селезневка, М Семипалатинск, М Жезказган, М Рудный на этих станциях потоки S' и S уменьшились в среднем на 4,2 %. На оставшихся станциях S' и S возросли на 5,3 %.

Таблица 2

Среднемноголетние суммы солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхность в июле, МДж/м²

Станция	За период 1962...1980 гг.				За период 2004...2008 гг.			
	S		S'		S		S'	
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	33,6	1027	22,9	710,0	35,6	1097	24,0	763
Алматы, ОГМС	30,1	934	20,3	629	31,9	989	20,4	630
Аральское Море	33,5	1038	21,8	676	36,1	1117	23,2	720
Жезказган	33,1	1026	20,9	648	32,8	1017	20,0	607
Рудный	28,5	885	17,5	543	27,4	822	17,0	513
Семипалатинск	29,5	916	19,6	607	27,7	859	18,2	569
Уральск	33,1	1026	20,9	648	32,8	1017	20,0	607
Селезневка	31,3	972	20,0	620	30,6	950	19,8	616
Среднее	31,1	962	20,1	624	31,7	981	20,1	623



Рис. 3. Карта-схема, рассматриваемых метеорологических станций.

Заштрихованная область на рис. 3 включает те станции, на которых произошло увеличение исследуемых потоков. Выявить причину такого распределения довольно непростая задача. Связано это в первую очередь с тем, что факторов влияющих на распределение солнечной радиации немало и отдельные из них изучены не в полной мере, а каждая из этих станций имеет свои особенности.

Результаты проведенной оценки могут быть использованы на практике для решения прикладных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Будыко М.И. Изменение климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
2. Калитин Н.Н. Актинометрия. – Л.-М.: Гидрометиздат, 1938. – 324 с.
3. Кондратьев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 692 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3 Многолетние данные. Выпуск 18. Книга 1,3 – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 607 с.
5. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 335 с.
6. Руководство гидрометеорологическим станциям по актинометрическим наблюдениям. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 223 с.
7. Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 368 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ЖАЗДА ЖӘНЕ КҮЗДЕ ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНА КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫҢ ТҮСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

К.И. Десятова

Мақалада Айдарлы, Алматы ГМО, Арал теңізі, Жезқазған, Рудный, Семей, Орал, Селезневка сегіз метеорологиялық стансалар мәліметтерінен перпендикулярлы сәулелерге (S) және горизонтальды беттерге (S') күн радиациясының ағынын бағалау келтірілген. Селезневка, Семей, Жезқазған, Рудный стансаларында S' және S орташа 4,2 %-ға төмендеген. Қалған стансаларда S' және S 5,3 % артқан.