

УДК 551.501.721

**ОСОБЕННОСТИ ПРИТОКА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ
НА ТЕРРИТОРИЮ КАЗАХСТАНА В АПРЕЛЕ**

К.И. Десятова

Рассчитаны средние месячные значения прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность территории Казахстана весной за период 2002...2006 гг, вычислены суточные и месячные суммы прямой радиации на перпендикулярную и горизонтальную поверхности. Показано, что величина поступающей радиации за рассматриваемый период уменьшилась на 3...4 % по сравнению с периодом 1962...1980 г., что возможно обусловлено возросшим загрязнением атмосферы.

В рамках Киотского протокола многие страны начали активно расширять использование возобновляемых источников энергии, которые не ведут к выбросам парниковых газов, вызывающим глобальные изменения климата.

Резкий рост цен на традиционные ископаемые виды топлива также способствует активному внедрению альтернативных источников энергии. Повышению их конкурентоспособности помогают разработки новых технологий, снижающие стоимость использования источников возобновляемой энергии. Использование возобновляемых источников энергии, в частности энергии солнца и ветра, приобрело ощутимые масштабы и устойчивую тенденцию к росту. По различным прогнозам, эта доля к 2010...2015 гг. во многих государствах достигнет 10 % и более.

Значение энергии солнца показано в большом цикле работ. С целью изучения непериодических колебаний суммарной солнечной радиации Т.Г. Берлянд [1] на материале десятилетних ежедневных наблюдений мировой актинометрической сети рассчитала межсуточную изменчивость этой величины, рассмотрела особенности ее годового хода, построила месячные карты, позволившие получить ряд выводов о закономерностях распределения межсуточной изменчивости суммарной радиации в северном полушарии.

Условия радиационного режима в полярных областях значительно отличаются от таковых в остальных климатических зонах земного шара – здесь наблюдается наибольший диапазон изменений условий облучения в течение года. Е.Е. Коченовой [2] был рассчитан приход солнечной радиа-

ции при реальных условиях облачности на стены различной ориентации по данным станции Айдарлы. Расчет проводился за каждый июнь 1962...1980 гг. Выявлено, что инсоляция стен, ориентированных на восток и запад происходит только в течение одного периода, соответственно до и после 12 часов истинного солнечного времени. В суточном ходе радиации, приходящей на восточные и западные стены, определяющим фактором является соотношение до и послеполуденных сумм прямой солнечной радиации, зависящей от суточного хода облачности. Установлено, что превышение сумм на восточную стену составляет 18 % прихода прямой радиации на западную стену. В среднем на восточную стену поступает в 2...3 раза большее количество радиации, чем на южную, а на западную – в 1,9 раза, что связано с высокой прозрачностью атмосферы воздуха в утренние часы и суточным ходом облачности.

Автором также рассмотрено распределение суточных сумм радиации на стены различной ориентации. Суточные значения солнечной радиации, поступающие на стены здания, имеют значительную временную изменчивость. Наибольшая изменчивость приходится на южную стену, наименьшая характерна для юго-западной стены. Коэффициент вариации указывает на максимальную изменчивость солнечной радиации, поступающей на южную стену, примерно на 9 процентов, превышающую изменчивость радиации, приходящей на юго-восточную стену. Наибольшие значения коэффициента вариации и среднеквадратического отклонения, автор объясняет одновременным действием различных факторов, определяющих приток радиации и на стены здания [2].

В процессе переноса излучения помимо прямой солнечной радиации, в атмосфере имеется также и рассеянная солнечная радиация, распространяющаяся во всех возможных направлениях. У.М. Султангазиным, А.Х. Ахмеджановым, Т.К. Карадановым в [4] представлен алгоритм расчета интенсивности многократного рассеяния излучения на основе спутниковых данных, описана численная реализация восстановления альбедо земной поверхности по данным космического зондирования. Определены значения параметров, обуславливающих данный процесс, таких как: поток солнечной радиации, поступающий на верхнюю границу атмосферы; оптическая толщина атмосферы, показывающая степень ослабления солнечной радиации при прохождении атмосферы; индикатриса рассеяния; коэффициент рассеяния; общий коэффициент ослабления; плотность атмосферы; использован стандартный профиль температуры. Представлен ал-

горитм расчета интенсивности излучения с учетом многократного рассеяния в атмосфере, который может быть применен в задачах восстановления параметров атмосферы и атмосферной корреляции космических изображений по спутниковым данным.

В данной работе приведена оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по территории Казахстана в весенний период с 2002 до 2006 года в центральном месяце сезона – апреле. Исходными данными при исследовании служили потоки прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность для 10 метеорологических станций (М).

Были проанализированы средние многолетних значений S и S' . В табл. 1 приведены средние многолетние суммы прямой солнечной радиации на нормальную к лучу и горизонтальную поверхности для апреля.

Из данных табл. 1 следует, что на горизонтальную поверхность приток солнечной радиации меньше. Максимальный приток солнечной радиации за сутки (за месяц) на перпендикулярную поверхность наблюдается на М Аральское Море и составляет 27,7 МД/м² (834 МД/м²), минимум же данного притока – на Алматы ОГМС со значением 22,1 МД/м² (656 МД/м²). На горизонтальную поверхность максимум – на М Айдары 16,3 МД/м² (489 МД/м²), минимум – в Уральске 12,9 МД/м² (400 МД/м²).

Солнечное сияние является одним из важнейших факторов формирования климата. Продолжительность солнечного сияния в любом пункте зависит от долготы дня, определяемой географической широтой и временем года, условий облачности и возрастает с севера на юг (табл. 2). Однако широтное распределение солнечного сияния часто нарушается различной повторяемостью облачности, обусловленной особенностями атмосферной циркуляции. Уменьшение продолжительности солнечного сияния отмечается и в больших городах из-за наличия большого количества аэрозолей в атмосфере, а на улице – из-за защищенности домами.

Продолжительность солнечного сияния в Казахстане вследствие большой протяженности территории с юга на север и наличия гор колеблется в широких пределах. Число часов солнечного сияния в апреле изменяется с севера на юг от 247 ч в Рудном до 192 ч в Алматы. Самой солнечным является М Аральское Море, где число дней без солнца равно одному, максимальное число дней без солнца приходится на М Алматы.

Средние суммы солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности в апреле, МД/м²

Станция	Многолетние значения								Δ, %			
	1962 ...1980 гг				2002...2006 гг.				перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)	
	перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)		перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)					
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	26,8	802	16,3	489	27,8	838	16,9	507	3,7	4,5	3,7	3,6
Алматы, агро	22,5	705	14,2	438	20,8	624	13,1	392	-7,6	-11,5	-7,7	-10,5
Алматы, ОГМС	22,1	656	13,7	413	20,4	613	12,9	387	-7,7	-6,6	-5,8	-6,3
Аральское Море	27,7	834	16,1	484	27,0	812	16,1	484	-2,5	-2,6	0,0	0,0
Жезказган	27,2	813	15,7	472	27,4	821	16,0	480	0,7	1,0	1,9	1,8
Рудный	24,6	737	13,1	345	24,4	731	13,5	384	-0,8	-0,8	3,1	11,3
Семипалатинск	25,5	765	14,5	434	24,5	735	14,6	443	-3,9	-3,9	0,7	2,0
Уральск	23,1	720	12,9	400	20,1	608	11,2	354	-13,0	-15,6	-13,2	-11,5
Астана	24,8	765	13,9	423	22,3	659	12,5	375	-10,1	-13,9	-10,1	-11,4
Селезневка	26,4	780	14,8	435	23,9	717	14,1	424	-9,5	-8,1	-4,7	-2,4
среднее	25,1	758	14,5	433	23,9	716	14,1	423	-5,1	-5,7	-3,2	-2,3

Примечание: под Δ следует понимать изменение притока прямой солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности за период 2002...2006 гг. по отношению к многолетним данным за период 1962...1980 гг., выраженное в %.

Характеристики продолжительности и суточный ход солнечного сияния в апреле за 2002...2006 гг.

Станция	Продолжительность, ч	Средняя продолжительность за день часов с солнцем	Число дней без солнца
Алматы, ОГМС	192	7,4	4
Аральское Море	261	9,0	1
Жезказкан	248	8,9	2
Рудный	247	9,2	3
Семипалатинск	236	8,4	2
Уральск	228	8,4	3
Астана	231	8,2	2
Селезневка	245	9,1	3

По данным о притоке прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность 2002...2006 гг. были найдены значения прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность по следующей формуле [3]:

$$S' = S \sin h_c, \quad (1)$$

где S' – потоки солнечной радиации на горизонтальную лучам поверхность, S – потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам поверхность, $\sin h_c$ – синус высоты Солнца.

Далее были 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.

В основу метода расчета сумм радиации положено допущение о линейном изменении средних месячных интенсивностей от срока к сроку [3]. При таком предположении можно получить сумму радиации за промежуток времени между сроками, подсчитав площадь трапеции. Основания трапеции графически представляют средние месячные интенсивности в соседние сроки, высота трапеции – интервал времени между сроками, выраженный в минутах.

При подсчете сумм радиации за начальный и конечный сроки принимается время восхода и захода солнца, иными словами, в эти моменты времени интенсивность радиации считается равной нулю.

Сумма радиации за промежуток времени от восхода солнца до первого срока наблюдений (так же как и до последнего срока наблюдений, до захода солнца) выражается площадью треугольника. Основание треугольника графически выражает среднюю месячную интенсивность радиации в первый срок наблюдения (или в последний), высота треугольника – интервал времени между восходом и первым сроком (или между последним сроком и заходом солнца). Поскольку расчет сумм производится по средним месячным интенсивностям, отнесенным к срокам среднего солнечного времени, время захода и восхода для широты данного пункта берется среднее солнечное. При этом средние месячные интенсивности относятся к середине месяца, то есть к 15 числу, на которое и берется время восхода и захода солнца.

Конечная величина, полученная от сложения площади треугольников и трапеций, характеризует радиацию за сутки. Сумма за месяц получается от умножения суточной радиации на число календарных дней в данном месяце. Расчет производится по следующим формулам [3]:

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

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

где S_1 – средняя месячная интенсивность суммарной радиации в первый срок, S_2 – средняя месячная интенсивность суммарной радиации во второй срок, S_n (в данном случае S_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.

Результаты расчетов сумм солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности для апреля представлены в табл. 1. Приток радиации на перпендикулярную поверхность за сутки (за месяц) колеблется от 20,1 МД/м² (608 МД/м²) в Уральске до 27,8 МД/м² (838 МД/м²) в Айдарлах. Значения S' изменяются от 11,2 МД/м² (354 МД/м²) в Уральске до 16,9 МД/м² в Айдарлах (507 МД/м²).

Большое влияние на значения S и S' оказывает географическая широта и высота станции над уровнем моря, так как с увеличением высоты приток радиации возрастает.

Краткий итог. В ходе проведенной работы установлено, что в период с 2002 по 2006 гг. приток прямой солнечной радиации на горизонтальную и перпендикулярную поверхности в апреле, по сравнению со средними многолетними значениями, уменьшился на 3...4 % по всем рассматриваемым станциям, за исключением М Айдарлы и М Рудный. Предположительно такое изменение связано с большей замутнённой атмосферой в последние годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Берлянд Т.Г. Межсуточная изменчивость солнечной радиации в северном полушарии // Труды ГГО. – 1968. – Вып. 233. – С. 3-16.
2. Полякова С.Е. Нормализация рядов суточных сумм прямой солнечной радиации // Вестник КазНУ:– 2002. – Вып. 1(14). – С. 54-63.
3. Султангазин У.М, Ахмеджанов А.Х, Караданов Т.К. Алгоритм расчета интенсивности солнечного излучения при условии многократного рассеяния на основе спутниковых данных // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 3. – С. 7-19.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДА СӘУІР АЙЫНДА КҮН РАДИАЦИЯСЫ АҒЫНДАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

К.И. Десятова

2002...2006 жж. кезеңінде көктемде Қазақстан аймағының көлденең бетіне түсетін тіке күн радиацияның орташа айлық мәндері, перпендикулярлы және көлденең беткейлердегі тіке радиацияның тәуліктік және айлық қосындысы есептелген. Қарастырылып отырған кезеңде 1962...1980 жж кезеңімен салыстырғанда түскен радиацияның мөлшері 3...4 %-ға төмендегенін көрсетеді, бұл атмосфера ластануының өсуіне байланысты болуы мүмкін.