

# Закономерности распределения солнечной радиации по поверхности Земли

Курейчик Е.П.

Белорусский национальный технический университет

## *Введение*

Солнечная радиация — главный источник энергии для всех физико-географических процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере. Количество солнечной радиации зависит от высоты солнца, времени года, прозрачности атмосферы. Для измерения солнечной радиации служат актинометры и пиргелиометры. Интенсивность солнечной радиации обычно измеряется по её тепловому действию и выражается в калориях на единицу поверхности за единицу времени.

## *1. Солнечная радиация*

Важнейшим источником, от которого поверхность Земли и атмосфера получают тепловую энергию, является Солнце. Оно посылает в мировое пространство колоссальное количество лучистой энергии: тепловой, световой, ультрафиолетовой. Излучаемые Солнцем электромагнитные волны распространяются со скоростью 300 000 км/с.

Поступающая от Солнца на Землю радиация является единственной формой прихода лучистой энергией, определяющей энергетический баланс и термический режим Земли. Радиационная энергия, приходящая к земле от всех других небесных тел, настолько мала, что не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на происходящие на Земле процессы теплообмена. В соответствии с температурой излучающей поверхности Солнца максимум радиационной энергии наблюдается при длинах волн около 0,50 мкм, причем основная часть энергии, излучаемой Солнцем, приходится на интервал длин волн 0,3-2,0 мкм.

## *2. Влияние солнечной радиации.*

При удалении от Солнца интенсивность его излучения изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Так как Земля движется вокруг Солнца по эллиптической орбите, интенсивность солнечной радиации, приходящей на внешнюю границу атмосферы, изменяется в течение года в соответствии с изменением расстояния между Землей и Солнцем. Наименьшее расстояние Земли от Солнца отмечается в начале января и составляет 147 млн. км. Наибольшее расстояние, достигаемое в начале июня, равно 153 млн. км.

Радиация Солнца поглощается в атмосфере водяным паром и каплями воды, озоном, углекислым газом и пылью. Рассеяние солнечной радиации обуславливается как молекулами воздуха, так и различными примесями — пылью, водяными каплями и т.д.

Прошедший через атмосферу поток прямой солнечной радиации зависит от прозрачности атмосферы, а также от высоты Солнца, которая определяет длину пути солнечных лучей в атмосфере. Наибольшее значение потока прямой радиации наблюдается при безоблачном небе и высокой прозрачности атмосферы. В таких условиях на перпендикулярную поверхность может достигать 1000-1200 Вт/м<sup>2</sup>. Средние полуденные значения этого потока в средних широтах обычно равны 700-900 Вт/м<sup>2</sup>. При уменьшении высоты Солн-

ца в суточном ходе прямая солнечная радиация заметно уменьшается в соответствии с возрастанием оптической массы атмосферы.

От величины угла падения солнечных лучей зависит нагревание земной поверхности. Все солнечные лучи приходят на поверхность Земли параллельно друг другу, но так как Земля имеет шарообразную форму, солнечные лучи падают на разные участки ее поверхности под разными углами. Когда Солнце в зените, его лучи падают отвесно и Земля нагревается сильнее.

Вся совокупность лучистой энергии, посылаемой Солнцем, называется солнечной радиацией, обычно она выражается в калориях на единицу поверхности в год.

Солнечная радиация определяет температурный режим воздушной тропосферы Земли.

Необходимо заметить, что общее количество солнечного излучения более чем в два миллиарда раз превышает количество энергии, получаемое Землей.

Радиация, достигающая земной поверхности, состоит из прямой и рассеянной.

Радиация, приходящая на Землю непосредственно от Солнца в виде прямых солнечных лучей при безоблачном небе, называется прямой. Она несет наибольшее количество тепла и света. Если бы у нашей планеты не было атмосферы, земная поверхность получала только прямую радиацию.

При сильном загрязнении воздуха, например, при смоге, прямое излучение уменьшается на 40%, а суммарное - лишь на 15-25%. Сильное вулканическое извержение может понизить, причем на большой территории поверхности Земли, прямое солнечное излучение на 20%, а суммарное - на 10% на период от 6 месяцев до 2 лет. При уменьшении количества вулканического пепла в атмосфере эффект ослабевает, но процесс полного восстановления может занять несколько лет.

### 3. Суммарная солнечная радиация.

Все солнечные лучи, поступающие на Землю, составляют суммарную солнечную радиацию, т. е. совокупность прямой и рассеянной радиации (рис. 1).

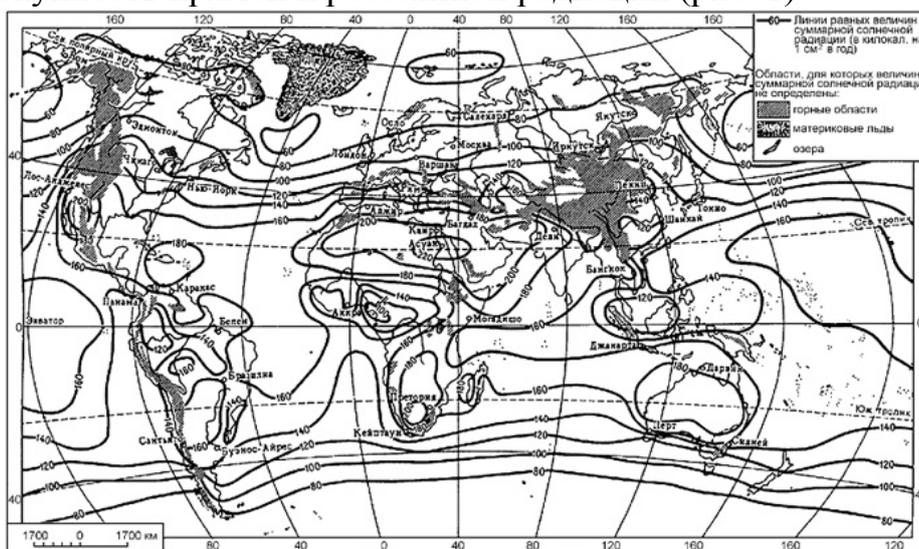


Рис. 1. Суммарная солнечная радиация за год

Солнечная радиация распределяется по земле неравномерно. Это зависит:

1. от плотности и влажности воздуха — чем они выше, тем меньше радиации получает земная поверхность;

2. от географической широты местности — количество радиации увеличивается от полюсов к экватору. Количество прямой солнечной радиации зависит от длины пути, кото-

рый проходят солнечные лучи в атмосфере. Когда Солнце находится в зените (угол падения лучей  $90^\circ$ ), его лучи попадают на Землю кратчайшим путем и интенсивно отдают свою энергию малой площади. На Земле это происходит в полосе между  $23^\circ$  с. ш. и  $23^\circ$  ю. ш., т. е. между тропиками. По мере удаления от этой зоны на юг или на север длина пути солнечных лучей увеличивается, т. е. уменьшается угол их падения на земную поверхность. Лучи начинают падать на Землю под меньшим углом, как бы скользя, приближаясь в районе полюсов к касательной линии. В результате тот же поток энергии распределяется на большую площадь, поэтому увеличивается количество отраженной энергии. Таким образом, в районе экватора, где солнечные лучи падают на земную поверхность под углом  $90^\circ$ , количество получаемой земной поверхностью прямой солнечной радиации выше, а по мере передвижения к полюсам это количество резко сокращается. Кроме того, от широты местности зависит и продолжительность дня в разные времена года, что также определяет величину солнечной радиации, поступающей на земную поверхность;

3. от годового и суточного движения Земли — в средних и высоких широтах поступление солнечной радиации сильно изменяется по временам года, что связано с изменением полуденной высоты Солнца и продолжительности дня;

4. от характера земной поверхности — чем светлее поверхность, тем больше солнечных лучей она отражает. Способность поверхности отражать радиацию называется альбедо (от лат. белизна). Особенно сильно отражает радиацию снег (90 %), слабее песок (35 %), еще слабее чернозем (4 %).

Земная поверхность, поглощая солнечную радиацию (поглощенная радиация), нагревается и сама излучает тепло в атмосферу (отраженная радиация). Нижние слои атмосферы в значительной мере задерживают земное излучение. Поглощенная земной поверхностью радиация расходуется на нагрев почвы, воздуха, воды.

Та часть суммарной радиации, которая остается после отражения и теплового излучения земной поверхности, называется радиационным балансом. Радиационный баланс земной поверхности меняется в течение суток и по сезонам года, однако в среднем за год имеет положительное значение всюду, за исключением ледяных пустынь Гренландии и Антарктиды. Максимальных значений радиационный баланс достигает в низких широтах (между  $20^\circ$  с. ш. и  $20^\circ$  ю. ш.) — свыше  $42 \cdot 10^2$  Дж/м<sup>2</sup>, на широте около  $60^\circ$  обоих полушарий он снижается до  $8 \cdot 10^2$ - $13 \cdot 10^2$  Дж/м<sup>2</sup>.

#### **4. Радиационный баланс земной поверхности.**

Разность между приходящими и уходящими потоками лучистой энергии называют радиационным балансом земной поверхности (В).

Приходная часть радиационного баланса земной поверхности днем состоит из прямой солнечной и рассеянной радиации, а также излучения атмосферы. Расходной частью баланса являются излучение земной поверхности и отраженная солнечная радиация:

$$B = S + D + E_a - E_3 - R_k$$

Уравнение можно записать и в другом виде:  $B = Q - R_k - E_{эф}$ .

Для ночного времени уравнение радиационного баланса имеет следующий вид:

$$B = E_a - E_3, \text{ или } B = -E_{эф}.$$

Если приход радиации больше, чем расход, то радиационный баланс положительный и деятельная поверхность\* нагревается. При отрицательном балансе она охлаждается. Летом радиационный баланс днем положительный, а ночью — отрицательный. Переход через ноль происходит утром примерно через 1 ч после восхода Солнца, а вечером за 1...2 ч до захода Солнца.

Годовой радиационный баланс в районах, где устанавливается устойчивый снежный покров, в холодное время года имеет отрицательные значения, в теплое — положительные.

Радиационный баланс земной поверхности существенно влияет на распределение температуры в почве и приземном слое атмосферы, а также на процессы испарения и снеготаяния, образование туманов и заморозков, изменение свойств воздушных масс (их трансформацию).

Знание радиационного режима сельскохозяйственных угодий позволяет рассчитывать количество радиации, поглощенной посевами и почвой в зависимости от высоты Солнца, структуры посева, фазы развития растений. Данные о режиме необходимы и для оценки разных приемов регулирования температуры и влажности почвы, испарения, от которых зависят рост и развитие растений, формирование урожая, его количество и качество.

Эффективными агрономическими приемами воздействия на радиационный, а следовательно, и на тепловой режим деятельной поверхности является мульчирование (покрытие почвы тонким слоем торфяной крошки, перепревшим навозом, древесными опилками и др.), укрытие почвы полиэтиленовой пленкой, орошение. Все это изменяет отражательную и поглощательную способность деятельной поверхности.

### *Заключение*

Подводя итог к данной работе можно отметить что, солнечная радиация сильно влияет на Землю только в дневное время, безусловно – когда Солнце находится над горизонтом. Также солнечная радиация очень сильна вблизи полюсов, в период полярных дней, когда Солнце даже в полночь находится над горизонтом. Показано, что сумма радиации, полученной небесным телом, зависит от расстояния между планетой и звездой – при увеличении расстояния вдвое количество радиации, поступающее от звезды на планету уменьшается вчетверо (пропорционально квадрату расстояния между планетой и звездой). Таким образом, даже небольшие изменения расстояния между планетой и звездой (зависит от эксцентриситета орбиты) приводят к значительному изменению количества поступающей на планету радиации.

Радиационный баланс, например, на самых северных островах России отрицательный; в материковой части изменяется от 400 мДж/м<sup>2</sup> на крайнем севере Таймыра до 2000 мДж/м<sup>2</sup> на крайнем юге Дальнего Востока, в низовьях Волги и Восточном Предкавказье. Максимального значения (2100 мДж/м<sup>2</sup>) радиационный баланс достигает в Западном Предкавказье. Радиационный баланс определяет то количество тепла, которое расходуется на многообразные процессы, протекающие в природе. Следовательно, близ северных материковых окраин России на природные процессы, и прежде всего на климатообразование, расходуется в пять раз меньше тепла, чем у ее южной окраины.

Однако гораздо более сильно количество поступающей солнечной радиации зависит от смен времён года – в настоящее время общее количество солнечной радиации, поступающее на Землю, остаётся практически неизменным, но на широтах 65° северной широты (широта северных городов России, Канады) летом количество поступающей солнеч-

ной радиации более чем на 25% больше, чем зимой. Это происходит из-за того, что Земля по отношению к Солнцу наклонена под углом 23,3 градуса. Зимние и летние изменения взаимно компенсируются, но тем не менее по росту широты места наблюдения всё больше становится разрыв между зимой и летом, так, на экваторе разницы между зимой и летом нет. За Полярным кругом летом поступление солнечной радиации очень высоко, а зимой очень мало. Это формирует климат на Земле.

В результате выявлены основные выводы:

1. Поступающая на Землю прямая солнечная радиация и отраженная от земной поверхности рассеянная солнечная радиация, являются основными источниками энергии на планете.

2. Солнечная радиация, поставляющая на Землю тепло и свет, имеет важнейшее значение в генезисе климата, представляя собой основную причину почти всех метеорологических явлений и процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере.

3. Солнечная радиация – один из важных факторов жизнедеятельности растений и животных, в значительной степени определяющий их продуктивность.

### *Литература*

1. <http://dok.opredelim.com/docs/index-22544.html>
2. <http://www.lbt.su/meteosolnceradiaciya/595-pogloschenie-i-raspredelenie-solnechnoy-radiacii-v-posevah-i-teplicah.html>
3. [http://gis-vie.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75](http://gis-vie.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75)