

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ПОСТУПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Маркелова И.А., Путилина Е.О.  
Научный руководитель – доцент Штым А.С.

*Дальневосточный федеральный университет*

Климатические характеристики такого природного ресурса, как солнечная тепловая радиация, имеют большое значение для многих отраслей экономики и для жизнедеятельности человека. На количество солнечной радиации, поступающей на солнечный коллектор, влияют следующие факторы:

- ✓ продолжительность солнечного сияния (ПСС);
- ✓ число солнечных дней;
- ✓ время года;
- ✓ прозрачность атмосферы;
- ✓ пространственная ориентация солнечного коллектора;
- ✓ угол наклона солнечного коллектора;
- ✓ степень «черноты» поверхности солнечного коллектора.

Приморский край относится к регионам России, где целесообразно использовать солнечную энергию для целей энерго- и теплообеспечения. Число солнечных дней в среднем по Приморскому краю составляет 310, при продолжительности солнечного сияния более 2000 часов. Территория края районирована по интенсивности и продолжительности поступления солнечной энергии, есть районы, где число дней без Солнца всего 26 в году, продолжительность солнечного сияния 2494 часа (п. Пограничный). На северном побережье продолжительность солнечного сияния составляет 1900...2100 часов, на южном – 2000...2200 часов. Для метеостанции Сад-Город характерна продолжительность солнечного сияния 2226,9 часов и число солнечных дней 313, а для Владивостока – 1974,8 часов и 288 дней. [1]

На рис. 1 проиллюстрирован годовой ход ПСС за 2009 год. ПСС зависит от продолжительности дня, облачности и закрытости горизонта (это определяет прозрачность атмосферы). На северных станциях края (п. Свиягино) максимум суммарной радиации приходится на июнь, а при переходе к южным широтам наблюдается смещение его на май и август.

Для района Сад-Город продолжительность солнечного сияния выше чем для Владивостока, это в первую очередь объясняется большей прозрачностью атмосферы. Наибольшие значения продолжительности солнечного сияния приходятся на март, сентябрь и октябрь. Весной и осенью продолжительность солнечного сияния достаточно велика по сравнению с зимними месяцами, а повторяемость дней с облачностью и туманами гораздо меньше, чем летом, поэтому минимальные значения ПСС наблюдаются в июне и июле (рис. 1).

Количество солнечной радиации поглощаемой любым телом существенно зависит от двух основных факторов: пространственной ориентации поверхности по отношению к падающему на нее излучению и степени «черноты» поверхности.

Как правило, суммарные (часовых, суточных или годовых) величины прихода солнечной радиации определяются на горизонтальную поверхность или наклоненную под определенным углом, «оптимальным» для заданной широты местности. Представляется целесообразным, выполнить сравнительную оценку интенсивности

солнечной радиации, в зависимости от изменения угла падения солнечных лучей, приходящихся на фиксированную горизонтальную и вертикальную поверхности, а так же рассмотреть варианты с различными углами наклона к горизонту солнечного коллектора.

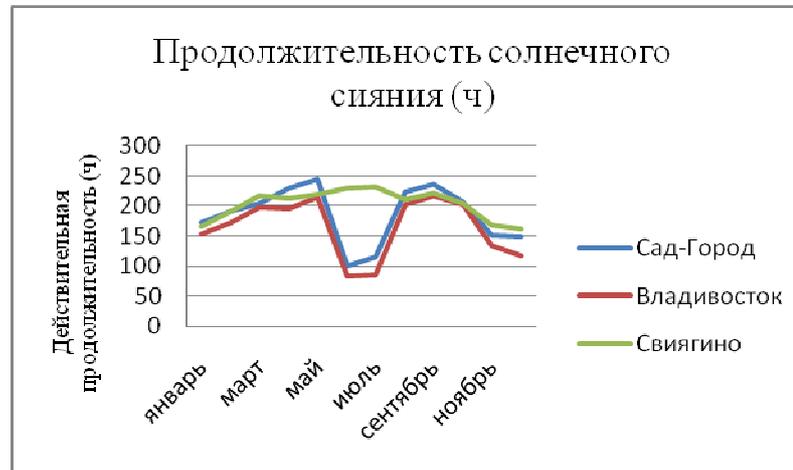


Рис. 1. Продолжительность солнечного сияния для метеостанций Владивостока, Сад-Города и Свиягино (Спасский район).

Наибольший практический интерес представляет оценка удельных тепловых потоков в дни зимнего и летнего солнцестояния, а так же в дни равноденствия.

Положение некоторой точки на земной поверхности относительно солнечных лучей в данный момент времени определяется тремя основными углами – широтой местоположения точки  $\varphi$ , часовым углом  $\omega$  и склонением Солнца  $\delta$ .

Для определения угла падения прямого солнечного излучения  $i$  на произвольно ориентированную поверхность в любое светлое время суток, имеющую азимут  $a_n$  и угол наклона к горизонту  $\beta$ , с учетом широты местности, можно воспользоваться выражением [2]

$$\cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cos a_n \cos \omega + \sin a_n \sin \omega) - \sin \delta \cos \varphi \cos a_n] + \cos \beta [\cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi]$$

Максимальное количество (за расчетный период) солнечной энергии коллектор получает в наклонном положении с оптимальным углом наклона к горизонту, зависящим от широты местности.

Среднемесячное суммарное количество солнечной энергии, поступающей на наклонную поверхность солнечного коллектора, определяется по формуле [2]

$$E_k = R \cdot E$$

$E$  – среднемесячное дневное суммарное количество солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность, МДж/(м<sup>2</sup>дни);  $R$  – отношение среднемесячных дневных количеств солнечной радиации, поступающей на наклонную и горизонтальную поверхности.

Выполнены расчеты определения угла падения солнечного излучения на произвольно ориентированную поверхность в любое светлое время суток, которые показывают, что для максимального сбора солнечной энергии, необходимо менять угол наклона солнечного коллектора в зависимости от времени года (Рис. 2). И для того что

бы солнечные лучи падали в полдень на поверхность строго перпендикулярно, необходимо эту поверхность ориентировать под углом  $\beta = 90 - \alpha$  ( $\alpha$  - угол высоты Солнца) лишь в этом случае сможем получить максимальные теплосъем.

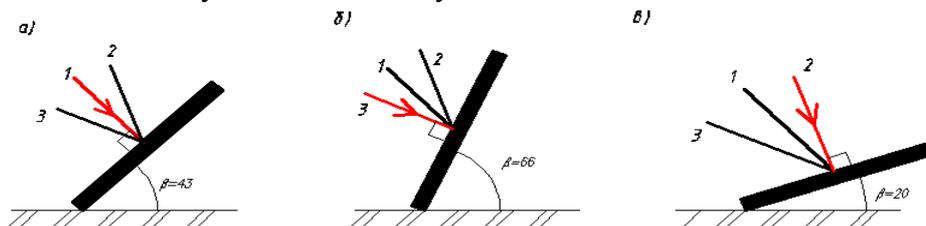


Рис. 2. Определение оптимального угла наклона поверхности (солнечного коллектора) для весеннего и осеннего равноденствия (а), для зимнего периода (б) и летнего периода (в). Стрелками показано направление падения солнечного излучения: 1 – при равноденствии, 2 – летом, 3 – зимой.

Анализ результатов расчета поступления солнечной радиации показывает, что зимой на вертикально ориентированные поверхности солнечной радиации поступает в 2 раза больше, чем на горизонтальные участки. А с апреля по сентябрь, наоборот, максимум приходится на горизонтальные поверхности. Из графической интерпретации результатов расчета (рис. 3), видно, что, например, для условий Владивостока величины уровней потоков солнечной радиации, приходящиеся на горизонтальную и вертикальную поверхности в дни зимнего и летнего солнцестояния противоположны, а в дни весеннего (и осеннего) равноденствия практически совпадают между собой.

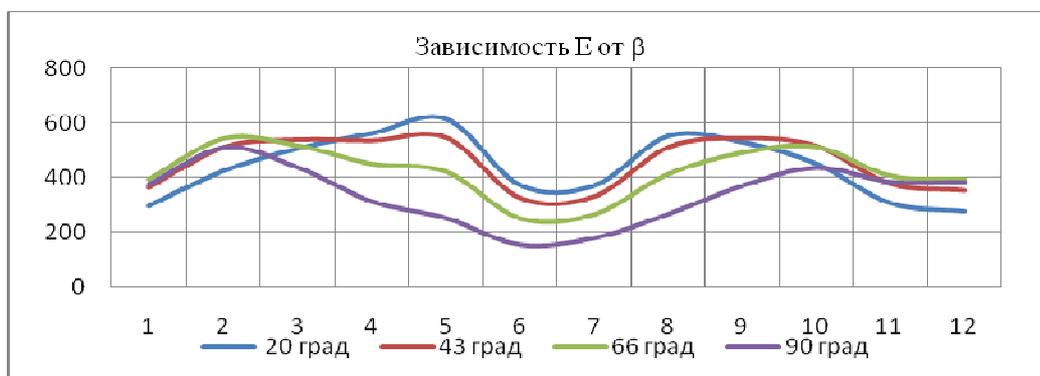


Рис. 3. Среднемесячное суммарное количество солнечной энергии (МДж/м<sup>2</sup>). А) поступающей на поверхности при различном угле наклона.

Приморье идеально подходит для систем, использующих солнечную энергию по двум причинам: во-первых, широта  $43^\circ$  позволяет получить максимум солнечной энергии среди прочих районов России; во-вторых, муссонный климат обеспечивает сухие осень, зиму и весну, когда преобладают солнечные дни. Летом, когда много дождливых дней, энергия не расходуется на отопление, а идет только на нужды горячего водоснабжения. Солнечные коллекторы нагреваются и в пасмурную погоду, но менее эффективно, однако, достаточно для того, что бы нагреть воду. С ноября по апрель солнечных дней во Владивостоке в среднем 120. Причем солнце такое яркое, что даже в морозные дни в защищенном от ветра месте способно нагреть черные предметы до высоких температур.