

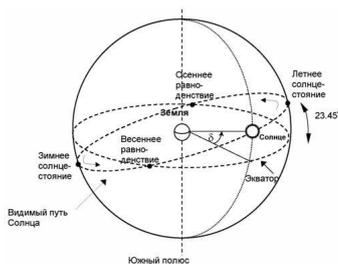
Солнечная энергия

Солнечная энергия - это энергия солнечного излучения.

□ **Астрономические понятия, связанные с движением солнца по небесной сфере.**

Небесная сфера

Небесная сфера (н.с.) - это воображаемая сфера произвольного радиуса, на которую проектируются небесные светила, в т. ч. Солнце. В зависимости от решаемой задачи центр небесной сферы может быть помещен в точку, где находится наблюдатель (топоцентрическая н.с.) и т.д.



□

□

Зенит

Зенит - точка на небесной сфере, определяемая по нормали к поверхности наблюдения.

Зенитный угол - это угол между направлением на Солнце и вертикалью.

Примечание: Для земного наблюдателя с точки, имеющей широту φ , вертикальная линия пересекает небесную сферу в двух точках: зенит и надир.

Высота Солнца

Высота Солнца - это угол h между направлением на Солнце и горизонтальной поверхностью.

$$h = 90^\circ - \varphi.$$

Азимут

Азимут (y) - это отклонение от меридиана проекции на горизонтальную плоскость нормали к поверхности приемника ($y = 0$ для плоскости, ориентированной строго на юг; $y > 0$ -

ориентированной к западу от направления строго на юг;

$y < 0$

- к востоку. Для горизонтальной плоскости полагаем

$y = 0$

).

Горизонт, ось мира, небесный экватор и полюсы мира

Плоскость, проходящая через центр небесной сферы, перпендикулярно вертикали, пересекает сферу по кругу, называемому истинным горизонтом.

Прямая, проходящая через центр сферы параллельно оси вращения Земли, называется осью мира, а точки пересечения ее с небесной сферой - северным и южным полюсами мира.

Плоскость, проходящая через центр небесной сферы перпендикулярно оси мира, пересекает сферу по большому кругу, называемому небесным экватором.

□

Склонение Солнца

Склонение - это угловое положение Солнца в солнечный полдень относительно плоскости небесного экватора (положительное для северного полушария).

Угол между направлением к Солнцу и экваториальной плоскостью является мерой и причиной сезонных изменений.

Примечание: в северном полушарии плавно меняется от $+23,45^\circ$ в период летнего солнцестояния до $-23,45^\circ$ в период зимнего солнцестояния.

□ Часовой угол

Угол между меридианом, проходящим через Северный Полюс солнца, и меридианом точки наблюдения. Часовой угол описывает позицию солнца в данный момент времени.

Часовой угол w равен нулю в солнечный полдень; каждый час соответствует 15° долготы, причем значения часового угла до полудня считаются положительными, а после полудня - отрицательными (например, $w = +15$ в 11.00 и $w = -37,5$ в 14.30).

Равноденствие

Периоды в году, когда ось вращения Земли оказывается перпендикулярной к линии, соединяющей центры Земли и Солнца, т. е. когда в полдень угол между направлением на Солнце и плоскостью небесного экватора равен 0, называется равноденствием. Весеннее равноденствие - 21 марта и осеннее - 23 сентября.

Солнцестояние

Периоды в году, когда угол между направлением на Солнце и плоскостью небесного экватора по абсолютной величине максимален, $+23,45^\circ$ - в день летнего солнцестояния (22 июня) и $-23,45^\circ$ - в день зимнего солнцестояния (22 декабря).

Угол падения потока излучения (φ)

Угол между направлением потока излучения и нормалью к поверхности приемника называется углом падения лучей.

□

Солнечное излучение: термины.

Солнечная постоянная

Интенсивность солнечного излучения, падающего на площадку, перпендикулярную этому потоку и расположенную вне атмосферы Земли на расстоянии $1,496 \cdot 10^8$ км от Солнца (среднее расстояние от Земли до Солнца).

Солнечная постоянная G равна 1353 Вт/м^2 .

Примечания: В действительности плотность потока излучения, достигающего верхней границы атмосферы, отличается от солнечной постоянной вследствие флуктуаций потока солнечной энергии менее чем на $\pm 1,5\%$ и вследствие предсказуемых изменений расстояния

Земля

-

Солнце

,

вызванных

слабой эллиптичностью

земной

орбиты

,

на

\pm

4%

в

те

чение

года

.

Примечание: В среднем около 30% интенсивности космического солнечного излучения

от-

ражается

обратно

в

космическое

простран-ство

.

Большую

часть

излучения

отражают

об-

лака

,

меньшую

снег

и

лед

на

поверхности

Зем-ли

.

Плотность

оставшегося

потока

коротко-
волнового
солнечного
излучения
составляет
примерно
(1-
р
0)-1,3
кВт
/
м
2 ~ 1
кВт
/
м
2.

Прямое излучение

Прямым излучением называется поступающее к Земле от Солнца излучения без изменения направления, в виде почти параллельных лучей. Прямое излучение на перпендикулярную лучам поверхность S , прямое излучение на горизонтальную поверхность $S' = S \cdot \sin h$.

Диффузное (рассеянное) излучение

Диффузным (рассеянным) излучением D называется поступающее от Солнца излучение после изменения его направления вследствие отражения и рассеяния атмосферой.

Суммарное излучение

Сумма прямого и диффузного (рассеянного) излучения на горизонтальной ($Q = S' + D$) или наклонной поверхности в данный момент времени.

□ Плотность потока (интенсивность) излучения

Количество энергии, переносимой в единицу времени (поток энергии) через единичную площадку, называется плотностью потока или интенсивностью излучения.

Условное обозначение I_e . Единица измерения в системе СИ: ватт на квадратный метр (Вт/м²).

Период облучения

Период воздействия на поверхность суммарного солнечного излучения.

Примечание: Период облучения имеет важное значение в области применения солнечной энергии.

Максимальное, минимальное и среднее значения за длительный промежуток времени в большинстве случаев определяются местными метеорологическими станциями.

□

Иррадиация (энергетическая экспозиция) облучаемой поверхности

Энергия излучения, приходящая на единицу площади за определенный промежуток времени и выражаемая в джоулях на m^2 ($Dж/m^2$).

Используются также и другие единицы измерения: киловатт-час на m^2 ($кВт-ч/m^2$),
ватт-час на

m^2
 $(Вт-ч/m^2$
 $)$.

Примечание: Термин иррадиация обычно используется относительно определенного времени-периода (день, месяц, сезон, год).

Коэффициент плотности потока излучения

Отношение фактической интенсивности облучения к теоретическому максимуму возможной плотности потока излучения.

Примечание: Теоретический максимум возможной интенсивности излучения может быть определен длительным рядом измерений для данного участка и необходимой корректировкой с учетом эффекта орографических помех, растительности, застройки смежных территорий и т.п.

□ Плотность потока солнечного излучения с учетом временного интегрирования

Для проектировки и функционирования установок с использованием солнечной энергии этот показатель требуется для:

- определения предполагаемой работоспособности установки,
- оценки энергосберегающего оборудования,
- оценки возможной дополнительной энергетической поддержки,
- для получения информации о таких временных характеристиках, как:
 - коэффициент летней/зимней иррадиации,
 - средней месячной/дневной иррадиации,
 - коэффициент иррадиации за неделю/день,
 - средний ежегодный поток солнечного излучения (иррадиации),
 - максимальный и минимальный ежегодный поток солнечного излучения (иррадиации).

▣ Суточный и сезонный показатели поступления потока излучения

На основе результатов длительных испытаний устанавливают среднее значение

иррадиации для:

- летних и зимних суток,

- летних и зимних месяцев

Примечание: Помимо среднего значения представляет интерес минимальное значение и ррадиации

.
Так
,
в
европейских
широтах
показа-
тели
иррадиации
колеблются
от
6
в
летние месяцы
до
1 -
зимой

.
Дневной
показатель
в
за-
висимости
от
периода
(
зима
или
лето
)
сос-тавляет
от

24
до
1.
Указанные
величины
приводятся
с
учетом
многолетних
испытаний
и являются
средне
статистическими

Примечание: Полученные в результате многократных измерений эти показатели могут быть важными при проектировании (программировании) установки для заданного интервала времени. В большинстве случаев, значение показателя соответствует средней интенсивности потока излучения, но

при
прогнози-ровании

,
как
допустимые

,
могут
использо-ваться

и
минимальные

ее
значения

.
Это
также
может
быть
использовано при
сравнении
летних
и
зимних
значений

.

□

Среднегодовая иррадиация, создаваемая потоком излучения

Полученная в результате многократных изме-рений, плотность потока (интенсивность) излу-чения. Выражается в ваттах на единицу пло-щади по-верхности ($Вт/м^2$).

Общая среднегодовая (интегрированная по времени) интенсивность потока излучения - ирра-диация - выражается в ватт-часах на единицу пло-щади по-верхности как средняя

интенсивность по-тока излучени ($\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$).

Спектр солнечного излучения

Солнечный спектр можно разделить на три ос-новные области:

1. ультрафиолетовое излучение ($l < 0,38$ мкм) 9% интенсивности солнечной радиации – его можно разделить на отдельные участки:

- коротковолновая ультрафиолетовая об-ласть ($l < 0,3$ мкм), солнечного излучения практически полностью отсутствует на уровне моря всле-дствие поглощения молекулами O_2 , O_3 , O , N_2 и их ионами в атмосфере;

- ближний ультрафиолетовый диапазон ($0,3 \text{ мкм} < l < 0,38$ мкм). Проходит очень малая доля из-лучения, но вполне достаточная для загара;

2. видимое излучение ($0,38 \text{ мкм} < l < 0,75$ мкм). Чистая атмосфера практически полностью пропус-кает видимое излучение и становится "окном", отк-рытым для прихода на Землю солнечной энергии. Около половины (45%) потока солнечного излу-чения приходится на этот спектральный диапазон;

3. инфракрасное излучение ($0,75 \text{ мкм} < l < 2,5$ мкм). На этот диапазон спектра приходится почти пловина (46%) интенсивности космического сол-нечного излучения.

Примечание: l - длина волны солнечного излучения.

Примечание: Все три области спектра от-носятся к коротковолновому излучению. Вклад
В

поток
солнечной
радиации
излучения
с
длиной
волны
больше
2,5
мкм
пренебрежимо
мал
,
а
в области
спектра
дальнего
инфракрасного
диа-
пазона
(
/ >12
мкм
)
атмосфера
практически полностью
непрозрачна
.

Примечание: Более 20% солнечной энергии поглощается в атмосфере, в основном пара-
ми воды
и
углекислым
газом
.

Концентрация
CO₂
в
атмосфере
относительно
постоянна
и

составляет
около
0,03%,
а
концентрация
паров воды
меняется
очень
сильно
-
почти
до
4%.
По-
этому
изменение
спектрального
распределения
солнечного
излучения
в
основном
зависит от
влажности
и
запыленности
атмосферы
да-же
в
отсутствие
облаков
.
Эти
факторы
мож-
но
оценить
с
помощью
индекса
ясности
К
т
.

Воздушная масса атмосферы (AM)

$$m = \sec q_z \cdot \dots$$

Воздушная масса, характеризующая увеличение длины пути при наклонном падении луча под углом q_z , называется оптической массой и обозначается символом AM.

□ Излучательная способность

Излучательная способность поверхности излучения есть отношение плотностей потоков излучения, испускаемых соответственно данной поверхностью и поверхностью эквивалентного черного тела с той же температурой.

Примечание: Излучательная способность реальных тел зависит в общем случае от их температуры

Примечание: Абсолютно черное тело есть объект, поверхность которого поглощает все падающее на него излучения

Примечание: Никакое реальное тело не может излучать больше энергии, чем эквивалентное по форме и размерам черное тело при такой же температуре

Поглощательная способность (коэффициент поглощения)

Поглощательная способность или коэффициент поглощения равен отношению поглощенной веществом или поверхностью части падающего потока излучения ко всему потоку излучения.

Примечание: Коэффициент поглощения зависит от спектрального состава падающего излучения

Примечание: Никакое реальное тело не может поглощать больше энергии, чем эквивалентное по форме и размерам черное тело при такой же температуре

□ Коэффициент пропускания

Коэффициент пропускания τ равен отношению прошедшей через вещество части падающего по-тока излучения ко всему потоку излучения.

Отражательная способность (коэф-циент отражения)

Отражательная способность или коэффициент отражения ρ равен отношению отраженной от по-верхности вещества части падающего потока из-лучения ко всему потоку излучения.

Коэффициент мутности атмосферы

Коэффициент, характеризующий количество аэрозолей, находящихся в воздухе, по отношению к нормативному их содержанию. Он позволяет вы-числять ослабление непосредственного излу-чения, вызванное аэрозолями, для определенной длины волны, а также для любой другой длины волны солнечного спектра, если известен ее диа-пазон рассеивания.

Примечание: используются следующие ко-эффициенты мутности :

- коэффициент Ангстрема, соответствующий длине волны 1 мкм, который находится в диапазоне от 0,02 (чистая атмосфера)

до
0,2 (загрязненная атмосфера).

- коэффициент Шеппа

- коэффициент Валко.

Все эти коэффициенты рассматривают эффект только от наличия аэрозолей в воздухе, принимая во внимание, что ослабление солнечного излучения зависит также от молекулярной диффузии и поглощения атмосферными газами (озон, водяной пар, углекислый газ и т.д.).

□ Индекс ясности

Индекс ясности K_T представляет собой отношение лучистой энергии прямого излучения, пришедшей на горизонтальную поверхность за определенный период времени (обычно за один день), к энергии, пришедшей за тот же период времени на параллельную поверхность, расположенную вне атмосферы.

Самые ясные дни характеризуются оптической массой $m=1$ и соответственно $K_T=0,8$. Для таких дней доля диффузной составляющей излучения равна примерно 0,2; она увеличивается до 1,0 в пасмурные дни (K_T

$=0$). В солнечные дни при наличии в атмосфере значительного количества аэрозолей или при небольшой облачности рассеянная составляющая может достигать 0,5, т.е. $K_T=0,5$.

Ясное небо

Состояние неба без облаков, которое соответствует минимальному значению коэффициента или фактора мутности.