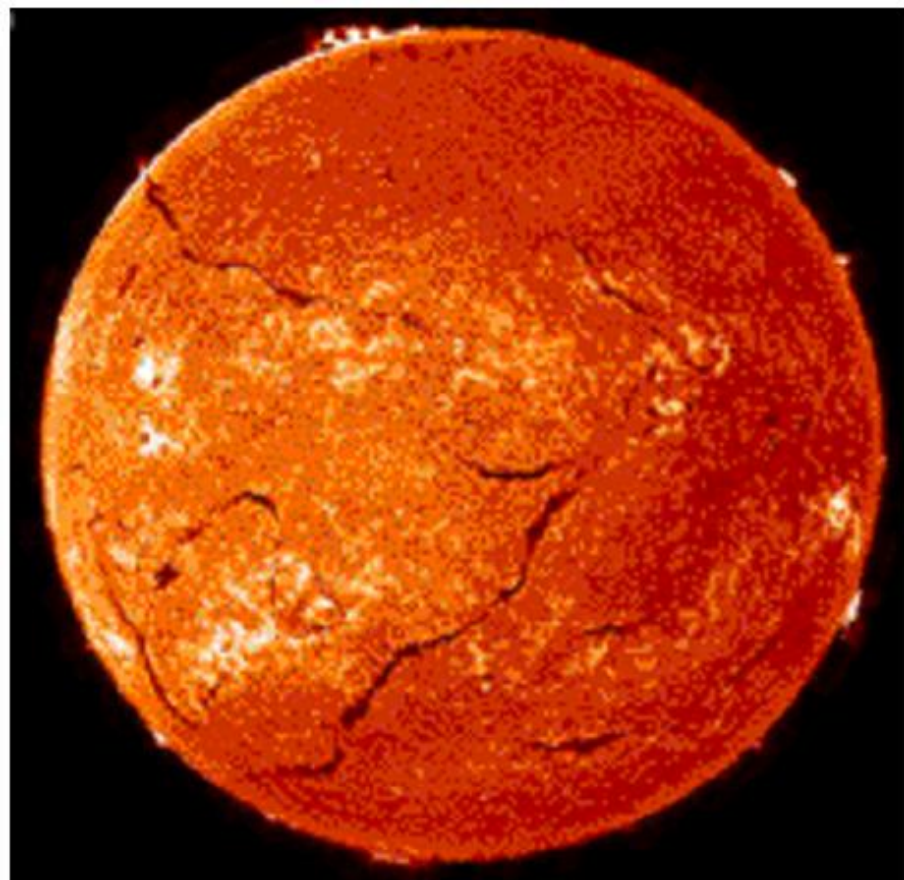


НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Сухоцкий Альберт
Борисович



- 1. Солнечное излучение и его основные параметры.**
- 2. Воздействие земной атмосферы на солнечное излучение.**
- 3. Определение направления прямого солнечного излучения.**
- 4. Направления использования солнечной энергии.**



Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг

Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг

На поверхности Солнца температура около 5630 К

Сгорает Солнце со скоростью $4 \cdot 10^9$ кг в секунду

Излучает Солнце $4 \cdot 10^{23}$ кВт энергии

Земля получает около 10^{14} кВт

Мощность всех энергоустановок на Земле около 10^{10} кВт

Основные параметры:

1. *Поток излучения*, Q , Дж/с, Вт – величина, равная энергии, переносимой электромагнитными волнами за одну секунду через произвольную поверхность.

2. *Плотность потока излучения*, Вт/м² – поток излучения, переносимый через единицу поверхности:

$$E = \frac{dQ}{dS}$$

3. *Интенсивность излучения*, Вт/(м²·мкм) – плотность потока излучения тела для рассматриваемого интервала длин волн $d\lambda$:

$$I = \frac{dE}{d\lambda}$$

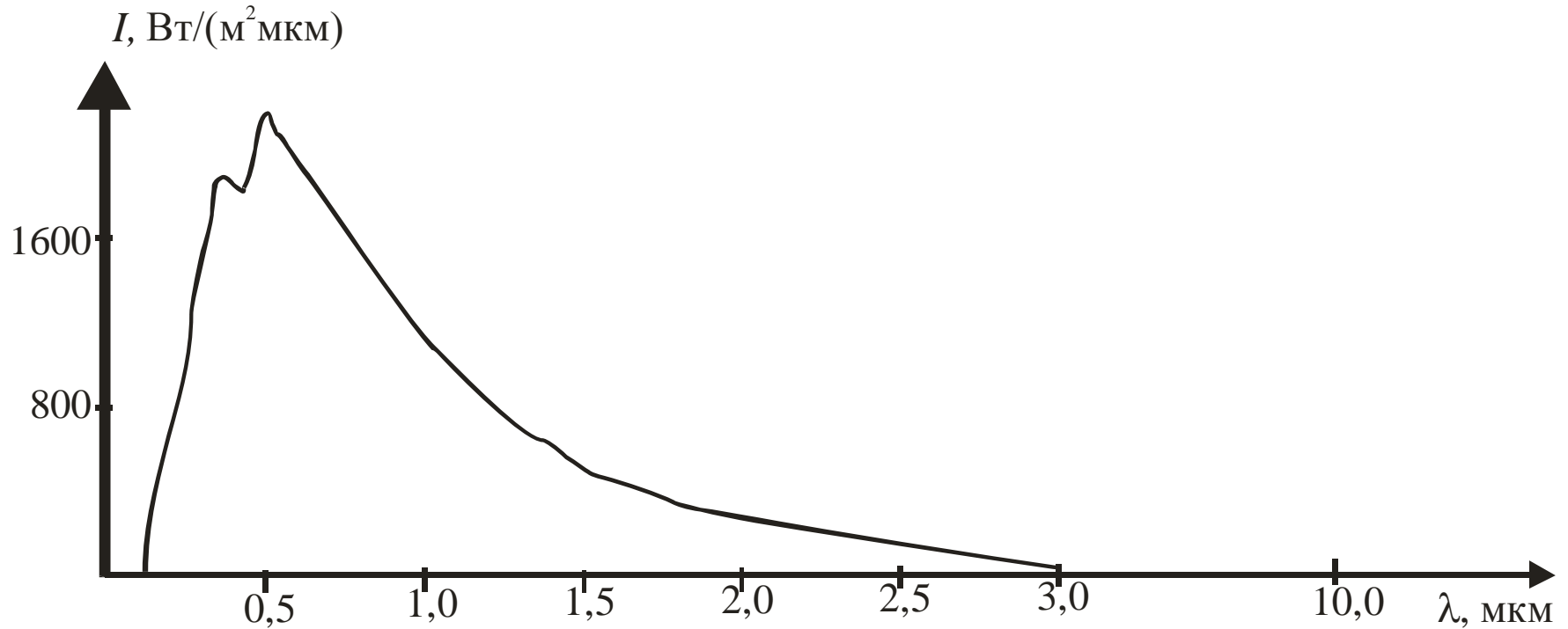
4. *Облученность*, Дж/м² – поток излучения, падающий на единицу поверхности за определенный промежуток времени dt :

$$H = \int E dt$$

5. *Световой поток*, Ф, лм – часть потока излучения, воспринимаемый человеческим глазом (т.е. поток излучения, относимые к видимому диапазону длин волн $0,4 \text{ мкм} < \lambda < 0,7 \text{ мкм}$).

6. *Освещенность (плотность светового потока)*, E_c , лк – световой поток, падающий на единицу поверхности.

Солнечный спектр

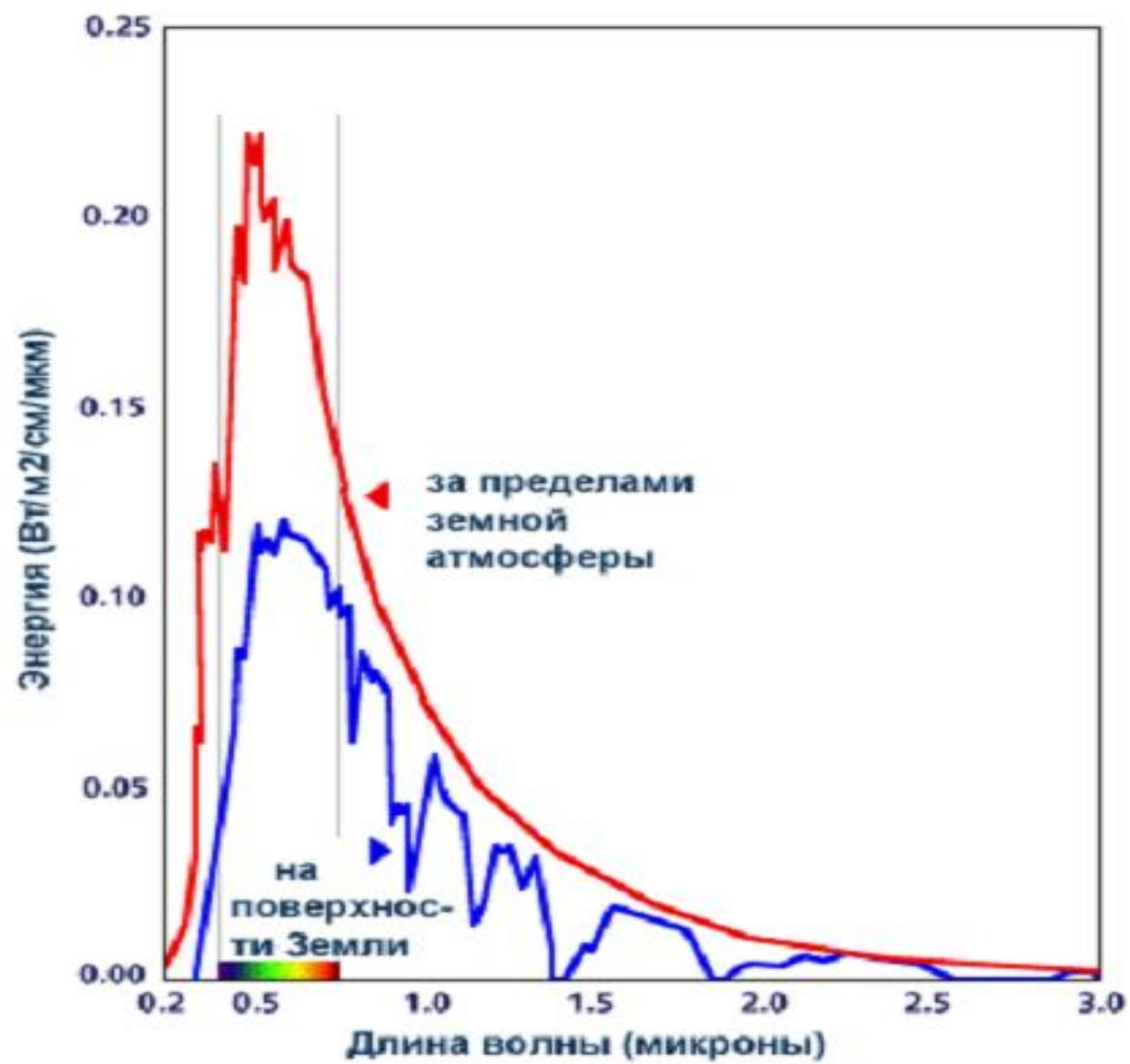


1. ультрафиолетовое излучение ($\lambda < 0,4 \mu\text{м}$) – 9%
2. видимое излучение ($0,4 \mu\text{м} < \lambda < 0,7 \mu\text{м}$) – 45%
3. инфракрасное излучение ($\lambda > 0,7 \mu\text{м}$) – 46%

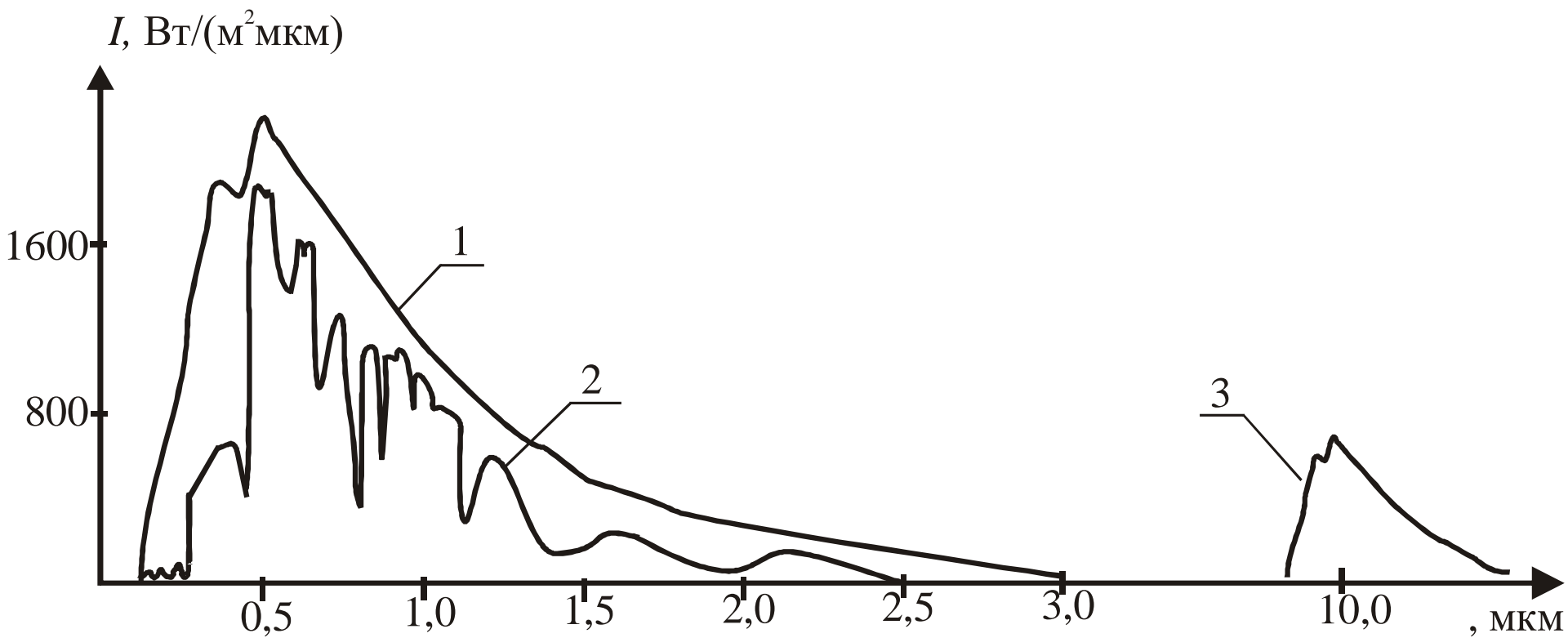
Влияние земной атмосферы на солнечное излучение

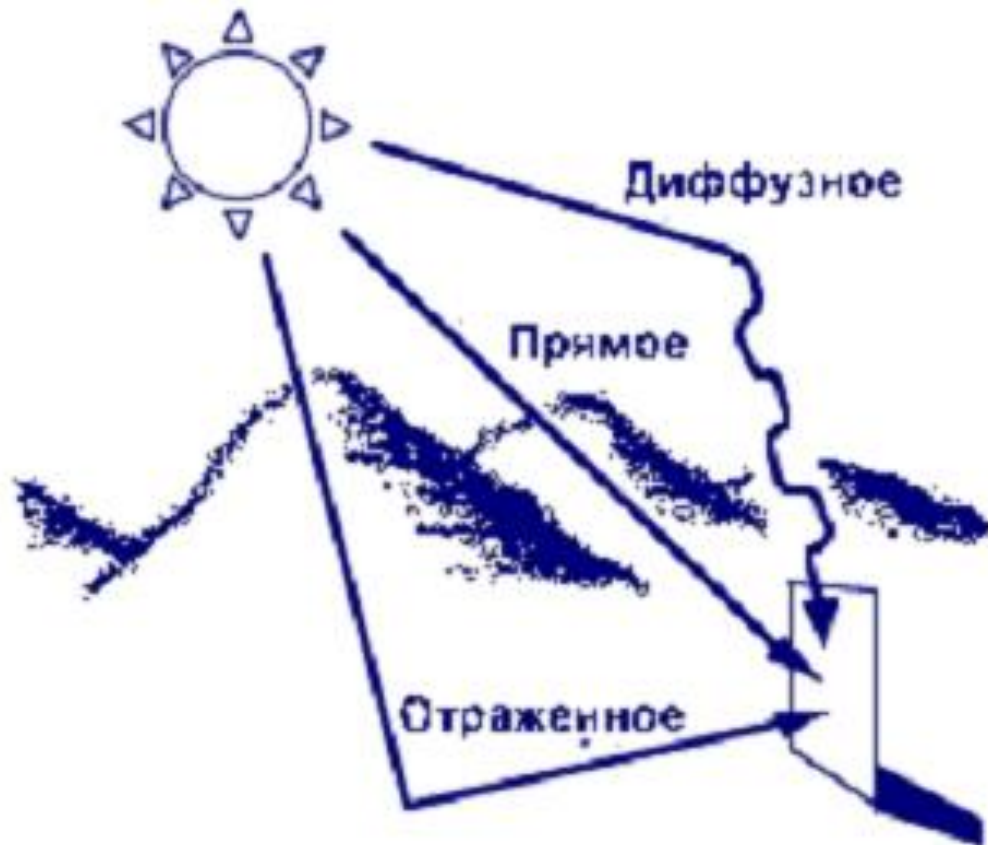
Солнечная константа $E^* = 1353 \text{ Вт/м}^2$

1. Отражение (около 34%).
2. Рассеяние - изменение направления распространения в зависимости от длины волны.
3. Поглощение - переход энергии солнечного излучения в тепло (возбуждение молекул) с последующем излучением света большей длины волны



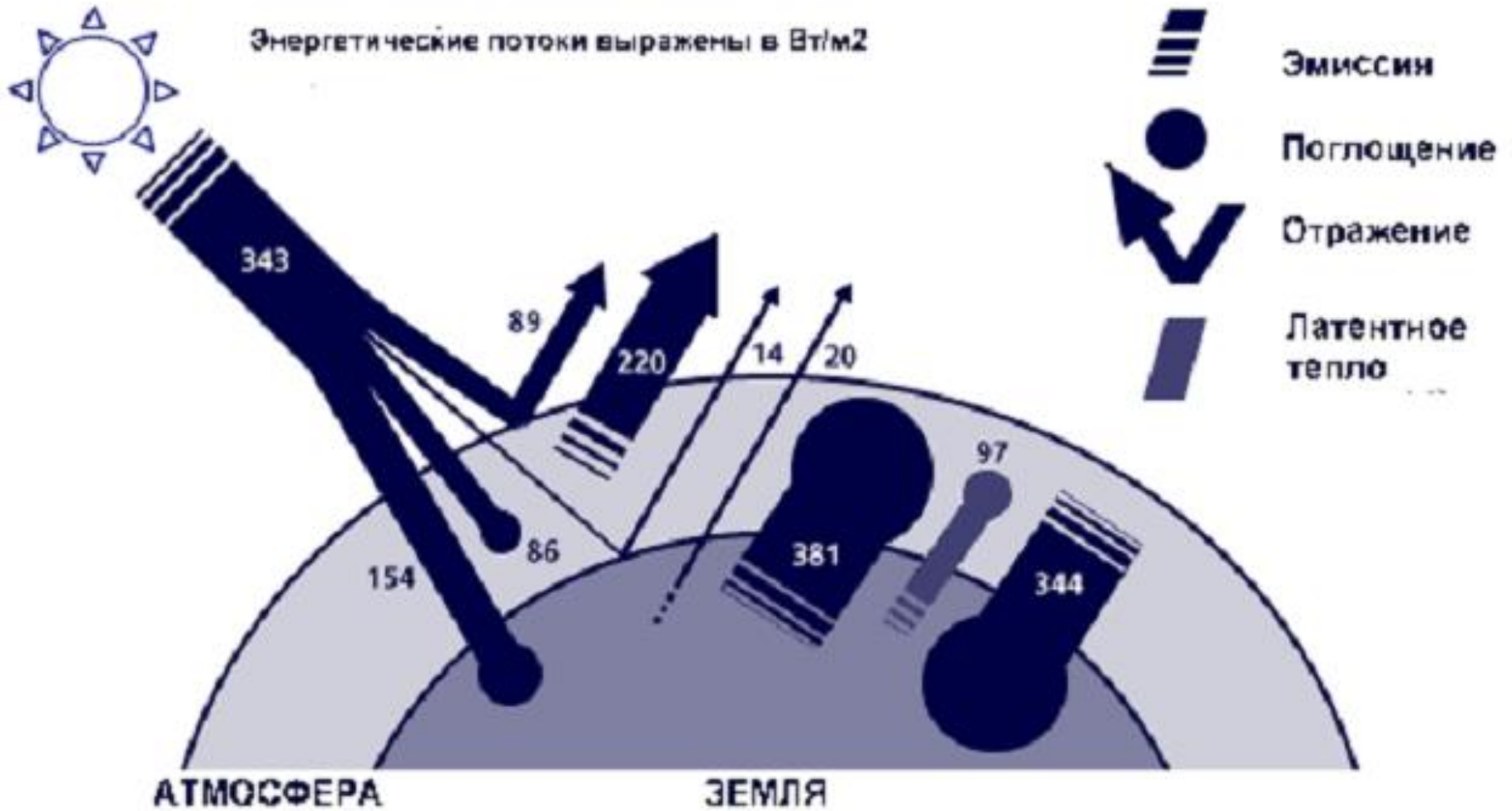
Солнечный спектр





$$E = 0,66E^* = E_{\text{КВ}}^{\text{пр}} + E_{\text{КВ}}^{\text{рас}} + E_{\text{ДВ}}$$

Парниковый эффект.



Оптимальная ориентация приемника

Облученность солнечным излучением приемника за время dt представляет собой интегральную сумму всех компонент излучения:

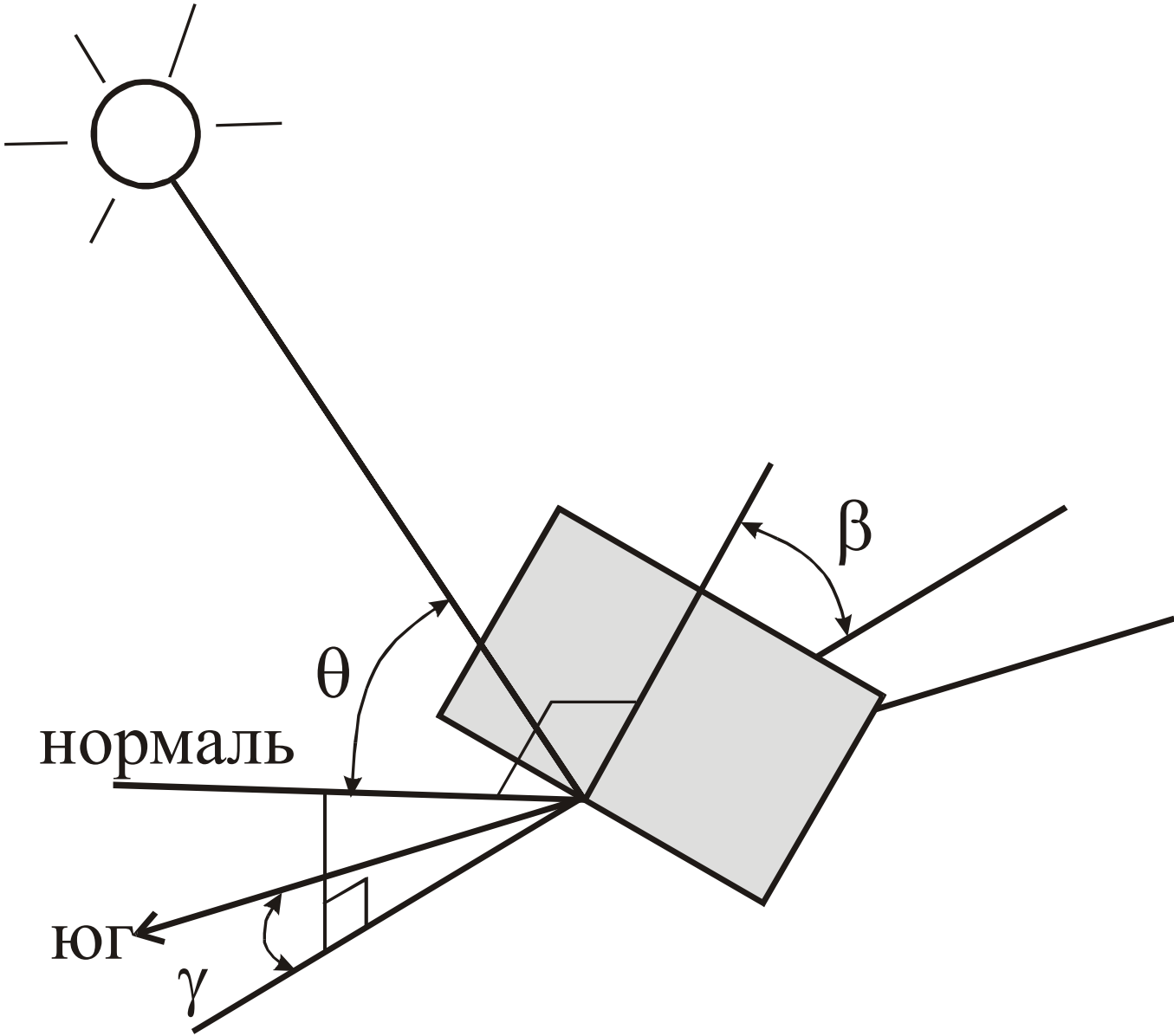
$$H = \int \left(E_{\text{КВ}}^{\text{пр}} \cos \theta + E_{\text{КВ}}^{\text{рас}} + E_{\text{ДВ}} \right) dt.$$

Косинус данного угла определяется по формуле

$$\cos \theta = (A - B) \sin \delta + [C \sin \omega + (D + E) \cos \omega] \cos \delta.$$

где

$$A = \sin \varphi \cos \beta, \quad B = \cos \varphi \sin \beta \cos \gamma,$$
$$C = \sin \beta \sin \gamma, \quad D = \cos \varphi \cos \beta, \quad E = \sin \varphi \sin \beta \cos \gamma.$$



β – угол наклона приемной площадки к горизонтальной плоскости;

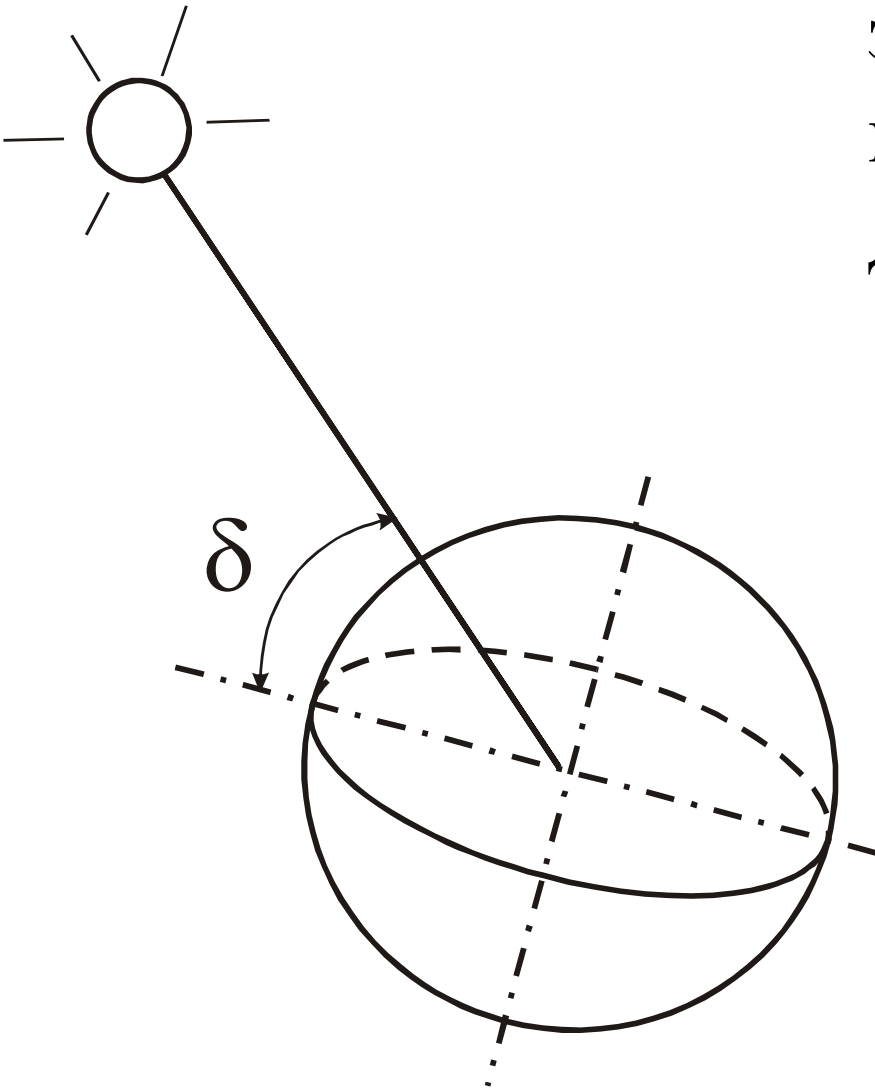
γ – азимут, угол между проекцией на горизонтальную плоскость нормали к поверхности приемника и меридианом ($\gamma = 0$, если поверхность направлена строго на юг),

φ – широта, на которой находится солнечный приемник,

$\omega = 15(t_{\text{сол}} - 12)$ – часовой угол, угол поворота Земли с момента солнечного полдня.

$$\delta = \delta_0 \sin \left[360^\circ \frac{284 + n}{365} \right]$$

– склонение, угол между направлением к солнцу и экваториальной плоскостью, n – номер дня года.



$$\delta_0 = 23,5^\circ.$$

Если расположить приемник строго на юг ($\gamma = 0$), с наклоном равным широте ($\beta = \varphi$), то формула определения угла направления солнечного излучения значительно упрощается

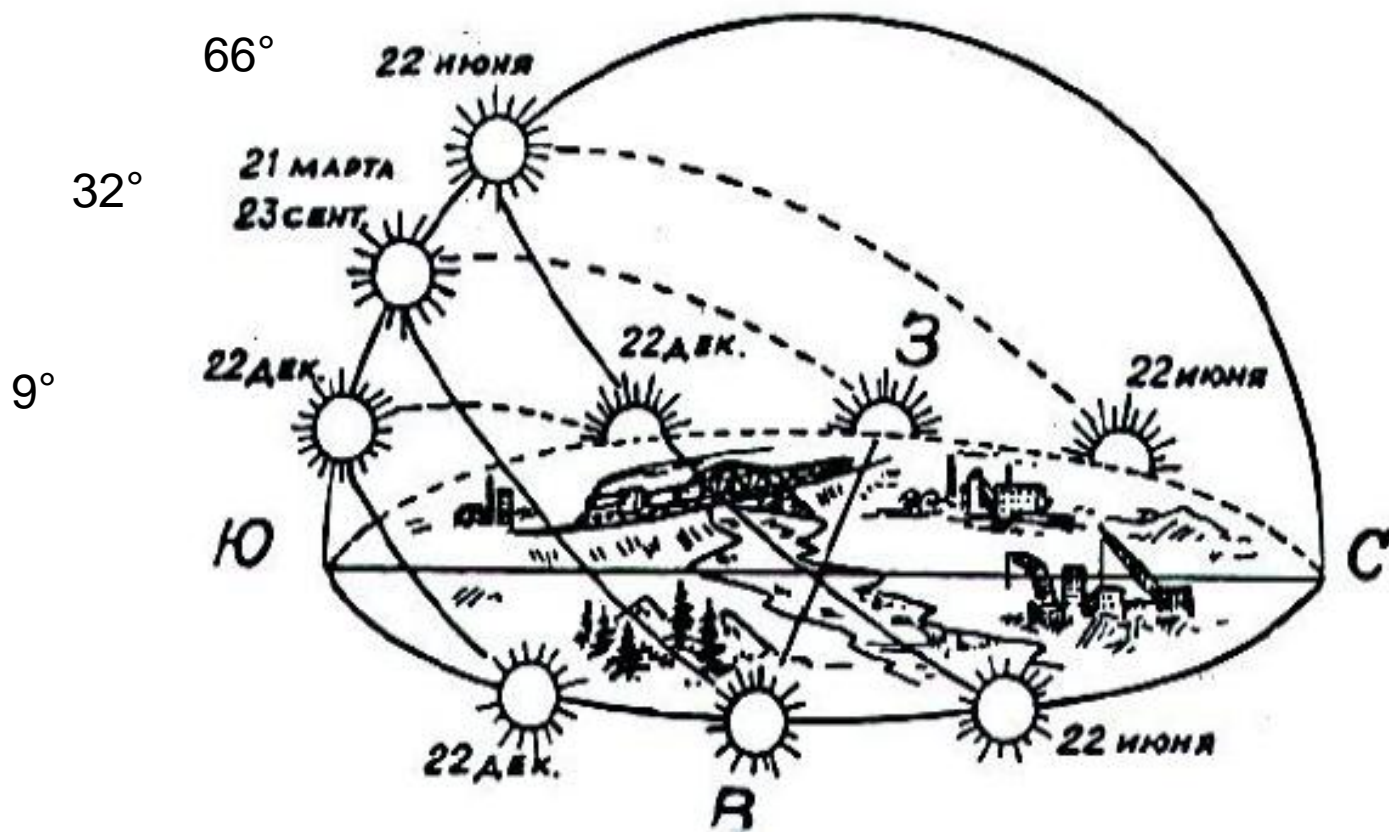
$$\cos \theta = \cos \omega \cos \delta.$$

Для горизонтальной приемной площадки ($\beta = 0$)

$$\cos \theta_z = \cos \omega \cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta.$$

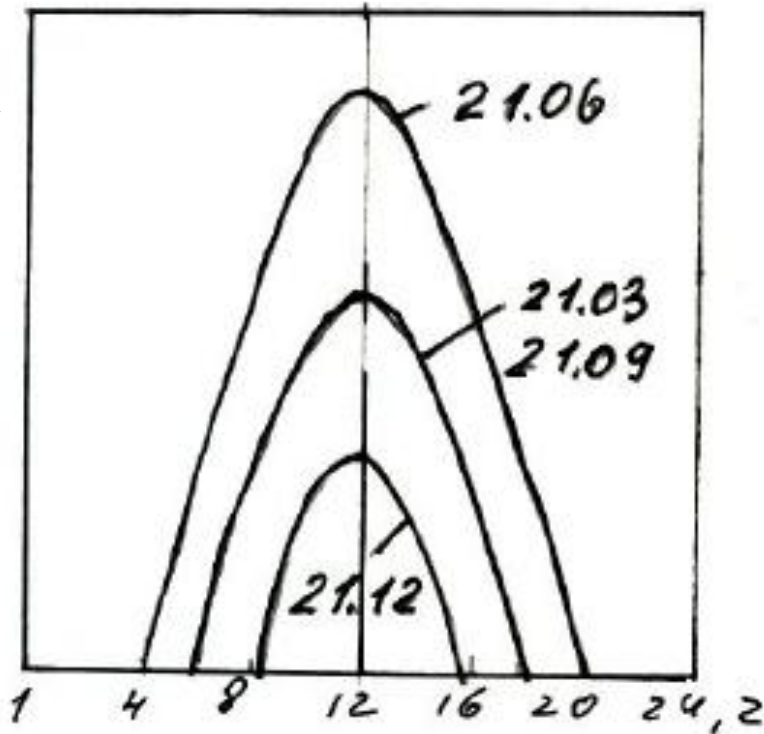
Продолжительность солнечного дня

$$T = \frac{2}{15} \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta),$$

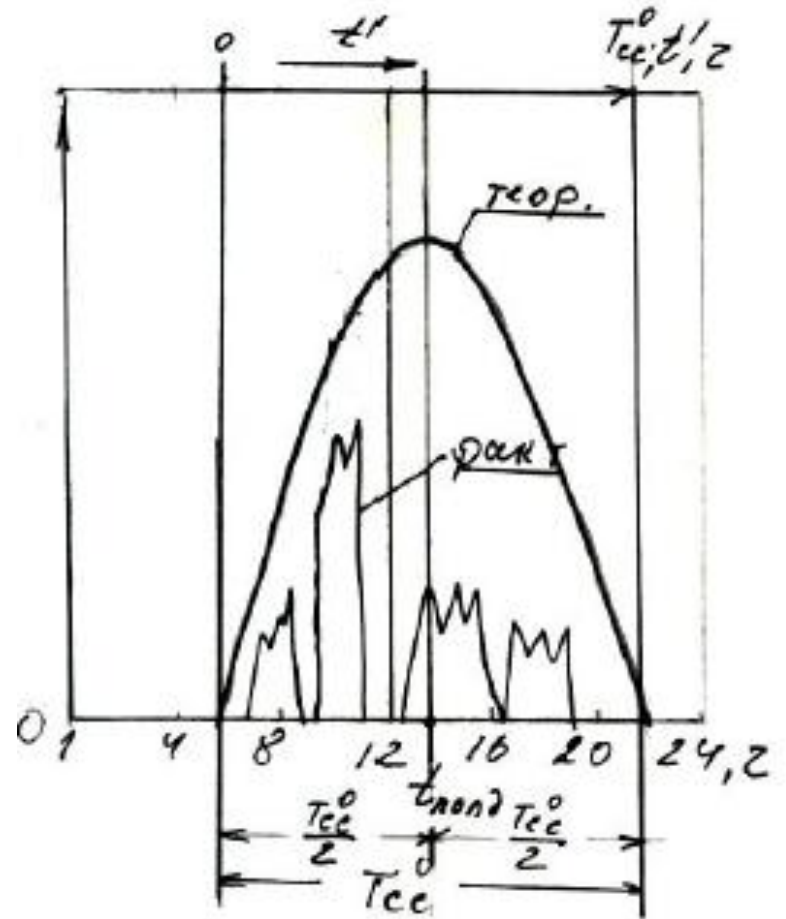


Плотность солнечного излучения приходящегося на горизонтальную площадку

$E_z^{\text{пр}}$,
Вт/м²



для абсолютно ясного неба ($P=0,9$)



$$E^{\text{пр}} = E^* \cdot P^{\text{AM}}$$

P – коэффициент пропускания атмосферы (0,6-0,85)

$$\sum E_i = E_{\text{пр}}^{\Gamma} \cdot P_{\text{пр}} + E_{\text{рас}}^{\Gamma} \cdot P_{\text{рас}},$$

$$P_{\text{рас}} = \cos^2 \beta / 2,$$

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i}{T_{\text{(часов)}}},$$

| Угол наклона коллектора к горизонту β , град | Месяцы | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| β | Широта местности 55° | | | | | | | | | | | |
| 40 | 4,0 | 2,47 | 1,79 | 1,37 | 1,17 | 1,09 | 1,12 | 1,26 | 1,56 | 2,11 | 3,27 | 4,91 |
| 55 | 3,37 | 2,99 | 1,87 | 1,34 | 1,09 | 0,99 | 1,03 | 1,21 | 1,59 | 2,38 | 4,81 | 5,85 |
| 70 | 9,29 | 3,11 | 1,83 | 1,26 | 0,98 | 0,87 | 0,91 | 1,11 | 1,51 | 2,41 | 5,2 | 6,4 |
| 90 | 9,52 | 2,95 | 1,57 | 1,0 | 0,73 | 0 | 0 | 0,84 | 1,26 | 2,2 | 5,17 | 6,45 |

Установлены оптимальные углы наклона рабочей поверхности коллектора к горизонту для Республики Беларусь:

- при сезонном использовании (с апреля по сентябрь) – 39° ,
- для зимы – 73° ,
- для лета – 34° ,
- для всего года (при круглогодичном использовании) – 54° .

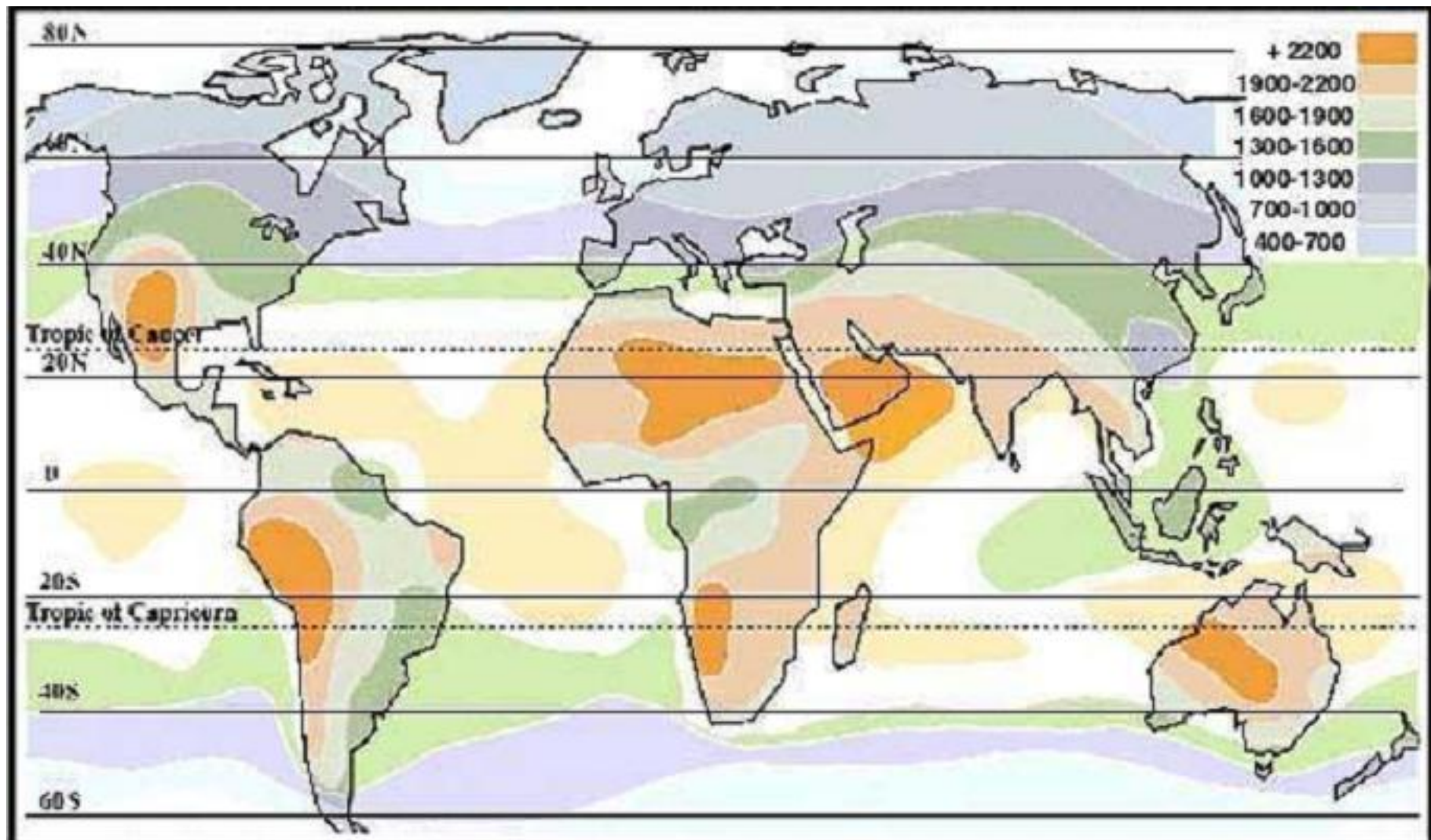
Рекомендуется коллекторы ориентировать на $10 - 15^\circ$ западнее южного направления.

Достоинства солнечной энергии – ее неисчерпаемость, даже при небрежном отношении к ней.

Недостатки:

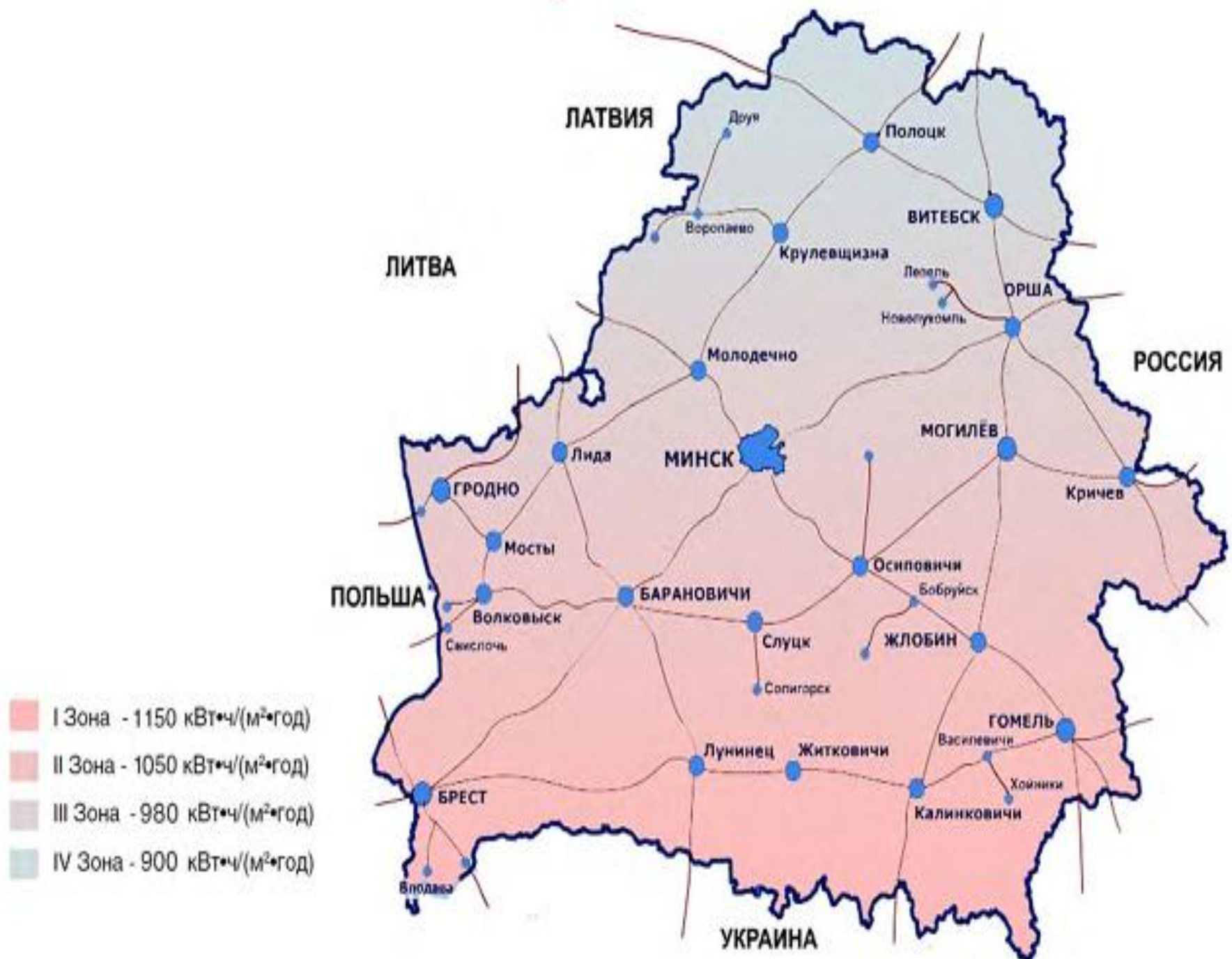
- зависимость интенсивности излучения не только от времени суток, времени года, но и от погодных условий.
- слабая плотность солнечного излучения.

Распределение солнечной радиации, кВт·ч/м² в год



Количество солнечной радиации, кВт·ч/м² в день

| | Южная Европа | Центральная Европа | Северная Европа | Карибский регион |
|------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Январь | 2,6 | 1,7 | 0,8 | 5,1 |
| Февраль | 3,9 | 3,2 | 1,5 | 5,6 |
| Март | 4,6 | 3,6 | 2,6 | 6,0 |
| Апрель | 5,9 | 4,7 | 3,4 | 6,2 |
| Май | 6,3 | 5,3 | 4,2 | 6,1 |
| Июнь | 6,9 | 5,9 | 5,0 | 5,9 |
| Июль | 7,5 | 6,0 | 4,4 | 6,0 |
| Август | 6,6 | 5,3 | 4,0 | 6,1 |
| Сентябрь | 5,5 | 4,4 | 3,3 | 5,7 |
| Октябрь | 4,5 | 3,3 | 2,1 | 5,3 |
| Ноябрь | 3,0 | 2,1 | 1,2 | 5,1 |
| Декабрь | 2,7 | 1,7 | 0,8 | 4,8 |
| ГОД | 5,0 | 3,9 | 2,8 | 5,7 |



Основные способы использования солнечной энергии

- тепловой — заключается в подогреве воздуха, воды;
- фотоэлектрический — заключается в преобразовании энергии солнечных лучей в электрическую энергию;
- прямой — для освещения (окна с жалюзи, световой фонарь, специальное остекление, световой люк, коллектор с распределительным световодом).