

ГОССТРОЙ СССР  
Государственный проектный институт  
САНТЕХПРОЕКТ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению теплопоступлений от солнечной  
радиации в тропическом поясе земного шара

АЗ - 959

Москва 1987

"Рекомендации по определению теплоступлений от солнечной радиации в тропическом поясе земного шара" содержат методику расчета теплоступлений в жаркий период года в здания, строящиеся за рубежом при техническом содействии Советского Союза.

Рекомендации разработаны ПИ Сантехпроект (инж. В.В.Невский) и Научно-исследовательским институтом строительной физики Госстроя СССР (кандидаты техн. наук М.А.Гуревич, Ф.В.Клишников, инженеры Л.В.Крянина, И.И.Мареева).

Данная работа утверждена как обязательная в объединении "Совзсантехпроект" и рекомендуется для применения в других организациях.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Общие указания .....	4
2. Максимальные теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации .....	4
3. Теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции .....	5
4. Теплопоступления в помещение через массивные (непрозрачные) ограждающие конструкции .....	18
5. Теплопоступления в помещение через светопрозрачные ограждающие конструкции, обусловленные теплопередачей .....	21
Приложения	
1. Коэффициент облученности .....	22
2. Сопротивления теплопередаче и коэффициенты теплопропускания заполнений световых проемов .....	23
3. Высота и азимут солнца на различных широтах в июле (для северного полушария) и в январе (для южного полушария) .....	24
4. Пример расчета теплопоступлений от солнечной радиации .....	25
5. Плотность теплового потока, поступающего от прямой и рассеянной солнечной радиации через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов в июле (для северного полушария) и в январе (для южного полушария) .....	39
6. Коэффициент ассимиляции теплопоступлений от солнечной радиации .....	44
7. Коэффициент $\Theta$ для каждого часа суток .....	47
8. Солнечная радиация, поступающая на поверхности ограждающих конструкций здания .....	48

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации составлены в дополнение к "Единым техническим условиям (ЕТУ) на проектирование промпредприятий и других объектов, строящихся в зарубежных странах\*" при техническом содействии СССР".

1.2. Рекомендации предназначены для определения теплопоступлений в помещения при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха зданий и сооружений, размещаемых в тропической зоне земного шара (от 34° северной до 34° южной широты).

### 2. МАКСИМАЛЬНЫЕ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЕ ЗА СЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

2.1. Максимальные теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации через светопрозрачные и массивные ограждающие конструкции для наиболее жаркого месяца года (июля - для северного полушария, января - для южного полушария)  $Q_{\text{рад}}^{\text{макс}}$  определяются путем выбора максимального значения из суммарных теплопоступлений  $Q_{\text{рад}}$ , Вт [ккал/ч], для данного часа суток, рассчитанных по формуле

$$Q_{\text{рад}} = \sum_{i=1}^{N_p} Q_{pi}^{ak} + \sum_{l=1}^{m_0} Q_{mi} + \sum_{l=1}^{n_p} Q_{li} \Delta t_i, \quad (I)$$

---

\* В настоящее время действует ряд ЕТУ, составленных для конкретных зарубежных стран, например, "Единые технические условия на проектирование предприятий и других объектов, строящихся в социалистической Эфиопии при техническом содействии СССР" (Промстройпроект, Москва, 1981) и др.

где  $Q_{\rho i}^{AK}$  - тепловой поток, поступающий в помещение в данный час суток за счет солнечной радиации через световые проемы  $i$  - той ориентации с учетом аккумуляции теплоты ограждениями и оборудованием, рассчитываемый в соответствии с требованиями раздела 3, Вт [ккал/ч];

$Q_{mi}$  - тепловой поток в данный час суток через  $i$  - тое массивное ограждение, определяемый в соответствии с требованиями раздела 4, Вт [ккал/ч];

$Q_{ati}$  - тепловой поток для данного часа суток, обусловленный теплопередачей через заполнение  $i$  -того светового проема, определяемый по разделу 5, Вт [ккал/ч];

$m, n_0$  - количество соответственно массивных и светопрозрачных ограждений;

$N_0$  - количество различных ориентаций светопрозрачных ограждений, через которые проникает солнечная радиация.

2.2. Максимальное значение  $Q_{\rho i}^{AK \text{ рад}}$  выбирается за те часы, в течение которых предусматривается занятость помещения людьми или продолжается производственный процесс.

2.3. При проектировании вентиляции, в том числе с испарительным (адиабатическим) охлаждением воздуха, величина  $\sum_{i=1}^{n_0} Q_{ati}$  в формуле (I) не учитывается.

### 3. ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЕ ЗА СЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ЧЕРЕЗ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ

3.1. Тепловой поток  $Q_{\rho i}^{AK}$ , Вт [ккал/ч], поступающий в данный час суток в помещение за счет солнечной

радиации через заполнение световых проемов  $l$ -той ориентации, с учетом аккумуляции теплоты ограждающими конструкциями и оборудованием следует определять по формуле

$$Q_{pi}^{AK} = Q_{pi}^{max} \cdot \alpha_p, \quad (2)$$

где  $Q_{pi}^{max}$  - максимальное значение теплового потока, поступающего в помещение за счет солнечной радиации через светопрозрачные ограждения  $l$ -той ориентации, Вт [ккал/ч]. Указанное максимальное значение выбирается из почасовых значений теплового потока, определяемых по п.3.2;

$\alpha_p$  - коэффициент ассимиляции теплоступлений от солнечной радиации, принимаемый для различных часов суток в соответствии с требованиями п.3.6.

3.2. Тепловой поток, поступающий в помещение за счет солнечной радиации через светопрозрачные ограждения  $l$ -той ориентации в данный час суток  $Q_{pi}$ , Вт [ккал/ч], следует определять по формуле

$$Q_{pi} = (q_n \cdot K_{инс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot \beta_{сз} \cdot K_{зап} \cdot F_o, \quad (3)$$

где  $q_n, q_p$  - плотность теплового потока, поступающего через одинарное остекление в июле для северного полушария и в январе - для южного полушария в данный час суток соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации, принимаемая для вертикального и горизонтального остекления по приложению 5 и для наклонного остекления - в соответствии с требованиями п.3.4, Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(м<sup>2</sup>·ч)];

- $K_{\text{инс}}$  - коэффициент инсоляции, определяемый по п. 3.5;
- $K_{\text{обл}}$  - коэффициент облученности для вертикальных и горизонтальных элементов солнцезащитных устройств, принимаемый по приложению I;
- $\beta_{\text{сз}}$  - коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства, принимаемый по приложению 8 главы СНиП П-3-79<sup>М</sup>;
- $K_{\text{зап}}$  - коэффициент теплопропускания заполнения световых проемов, принимаемый по приложению 2;
- $F_0$  - площадь светового проема, определяемая по его наименьшим размерам, м<sup>2</sup>.

3.3. Плотность теплового потока, поступающего через одинарное наклонное остекление, и коэффициент инсоляции определяются в зависимости от солнечного азимута остекления  $A_{\text{с.о}}$  (угла между горизонтальной проекцией солнечного луча и нормалью к поверхности остекления).

Солнечный азимут изменяется от 0 до 360° и в соответствии с рис. 1 и 2 рассчитывается по формуле

$$A_{\text{с.о}} = |A_{\text{с}} - A_0|, \quad (4)$$

где  $A_0$  - азимут остекления светового проема (угол между горизонтальной проекцией нормали к плоскости остекления и южным направлением), град;

$A_{\text{с}}$  - азимут солнца (угол между южным направлением и горизонтальной проекцией солнечного луча), град., определяемый по приложению 3.

Азимуты  $A_0$  и  $A_{\text{с}}$  изменяются от -180° до +180°, при этом западные азимуты считаются положительными, а восточные отрицательными.

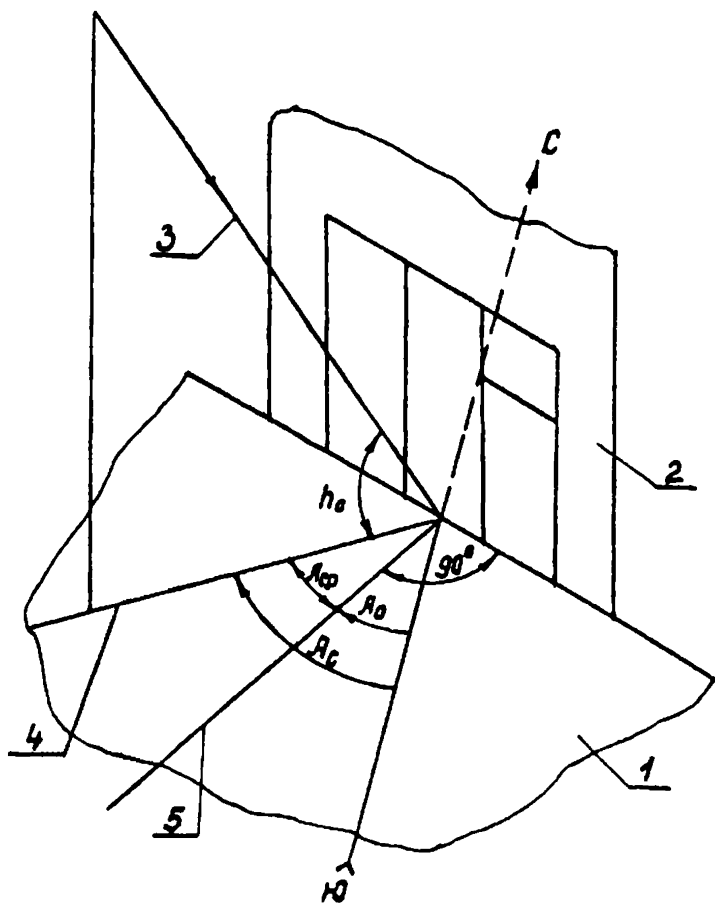


Рис. 1. К расчету солнечного азимута вертикального остекления

1 - горизонтальная плоскость; 2 - плоскость остекления светового проема; 3 - солнечный луч; 4 - горизонтальная проекция солнечного луча; 5 - нормаль к плоскости остекления



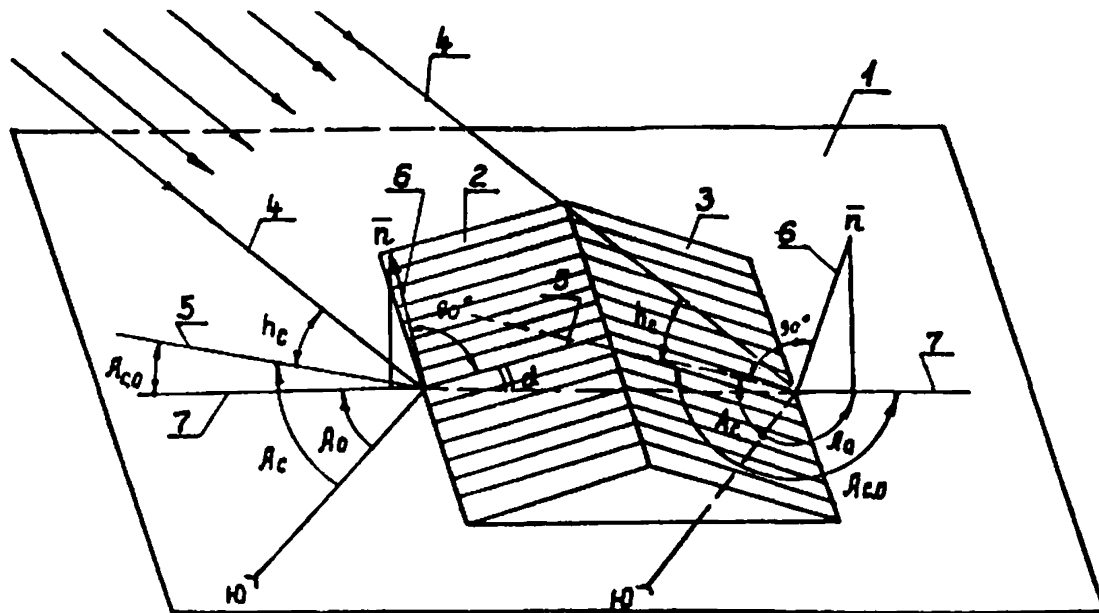


Рис. 2. К расчету солнечного азимута наклонного остекления

1 - горизонтальная плоскость; 2,3 - плоскость остекления; 4 - солнечный луч; 5 - горизонтальная проекция солнечного луча; 6 - нормаль к поверхности остекления; 7 - проекция нормали к поверхности остекления на горизонтальную плоскость

3.4. Плотность теплового потока, поступающего через одинарное наклонное остекление в данный час суток от прямой и рассеянной солнечной радиации,  $q_n, q_p$ , Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(м<sup>2</sup>·ч)], следует рассчитывать по формулам: при  $0^\circ \leq \alpha_{с.о} < 90^\circ$  или  $270^\circ < \alpha_{с.о} \leq 360^\circ$  (см. рис. 2, плоскость остекления 2)

$$q_n = q_n^r \cdot \cos \alpha + q_n^s \cdot \sin \alpha; \quad (5)$$

$$q_p = q_p^r \cdot \cos \alpha + q_p^s \cdot \sin \alpha; \quad (6)$$

при  $90^\circ \leq \alpha_{с.о} < 270^\circ$

(см. рис.2, плоскость остекления 3)

$$q_n = q_n^r \cdot \cos \alpha - \bar{q}_n^s \cdot \sin \alpha; \quad (7)$$

$$q_p = q_p^r \cdot \cos \alpha - \bar{q}_p^s \cdot \sin \alpha, \quad (8)$$

где  $q_n^r, q_n^s, q_p^r, q_p^s$  - плотности тепловых потоков, Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(м<sup>2</sup>·ч)], поступающих от прямой и рассеянной солнечной радиации соответственно через горизонтальное и вертикальное одинарное остекление той же ориентации, что и наклонное, принимаемые по приложению 5;

$\bar{q}_n^s, \bar{q}_p^s$  - плотности тепловых потоков, Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(м<sup>2</sup>·ч)], поступающих соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации через вертикальное одинарное остекление, ориентация которого противоположна ориентации наклонного остекления, принимаемые по приложению 5;

$\alpha$  - угол наклона остекления к горизонтальной поверхности, град. (см. рис.2).

**Примечание.** Если при вычислении по формулам (5) и (7) величина  $q_n$  окажется отрицательной, то следует считать  $q_n = 0$ , так как в этом случае остекление находится в тени.

3.5. Коэффициент инсоляции  $K_{инс}$ , равный отношению освещенной солнцем площади вертикального светового проема (окна, вертикальной стенки светоаэрационного фонаря и т.д.) ко всей его площади, при  $0^\circ \leq A_{с.о} < 90^\circ$  и  $270^\circ < A_{с.о} \leq 360^\circ$  определяется по формулам:

при наличии горизонтального элемента затенения

$$K_{инс}^{гор} = I - \frac{I}{H} \left( \frac{L_r \cdot tg \cdot h_c}{\cos A_{с.о}} - a \right); \quad (9)$$

при наличии вертикального элемента затенения

$$K_{инс}^{вер} = I - \frac{I}{B} (L_B | tg A_{с.о} | - b) \quad (10)$$

где  $H$  - высота светового проема, м;

$B$  - ширина светового проема, м;

$L_r, L_B$  - ширина выступающих (от плоскости внутренней поверхности стекла) соответственно горизонтальных и вертикальных элементов затенения, м;

$h_c$  - высота солнца (угол между направлением солнечного луча и его проекцией на горизонтальную плоскость), град., принимаемая по приложению 3;

$A_{с.о}$  - солнечный азимут остекления, град., определяемый в соответствии с требованиями п.3.3;

$a, b$  - расстояние соответственно от верха светового проема до горизонтального элемента затенения и от вертикального края светового

проема до вертикального элемента затенения, м.

Геометрические параметры  $\angle r, \angle \beta, a, b, H, B$  проиллюстрированы на рис. 3.

При  $90^\circ \leq \angle_{c,0} \leq 270^\circ$   $K_{\text{инс}} = 0$ .

Коэффициент инсоляции при наличии горизонтальных и вертикальных элементов затенения следует определять по формуле

$$K_{\text{инс}} = K_{\text{инс}}^{\text{гор}} \cdot K_{\text{инс}}^{\text{вер}} \quad (\text{II})$$

Примечания: 1. При отсутствии солнцезащитных устройств в формулах (9) и (10) следует принимать  $a = b = 0$ .

2. Если при вычислениях по формулам (9), (10):

а)  $K_{\text{инс}}^{\text{гор}} \leq 0$  или  $K_{\text{инс}}^{\text{вер}} \leq 0$ , то

следует принять  $K_{\text{инс}} = 0$

(полное затенение светового проема);

б)  $K_{\text{инс}}^{\text{гор}} > 1$  или  $K_{\text{инс}}^{\text{вер}} > 1$ , то

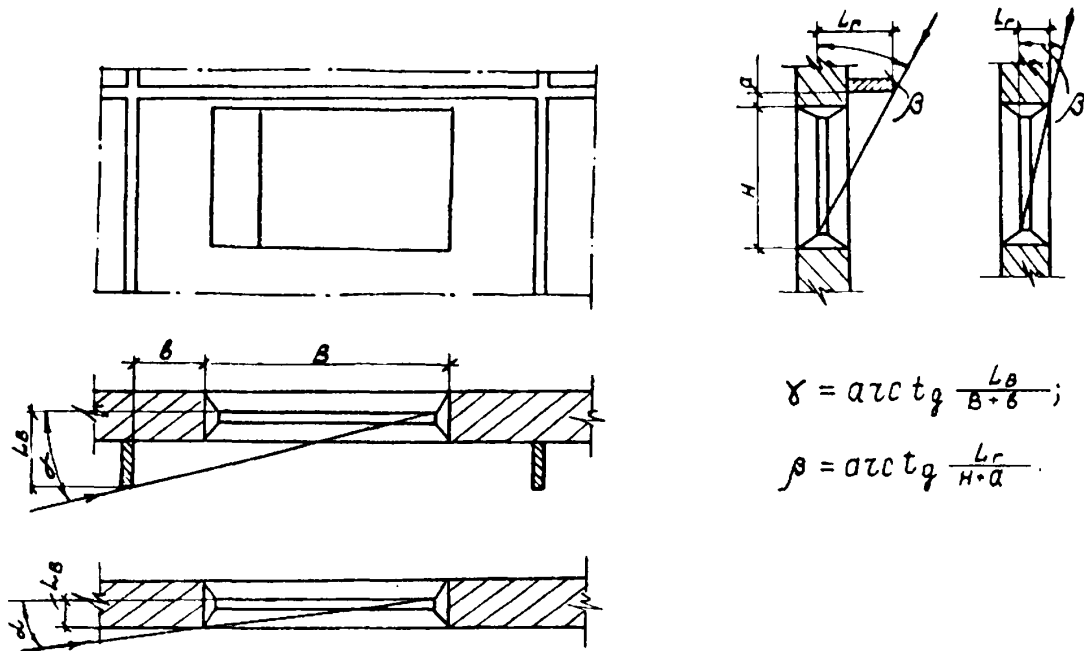
следует принять  $K_{\text{инс}}^{\text{гор}} = 1$  или  $K_{\text{инс}}^{\text{вер}} = 1$

$K_{\text{инс}}^{\text{вер}} = 1$  (тень от солнцезащитного

устройства не доходит до светового проема).

Для наклонного и горизонтального остекления, которое, как правило, не имеет солнцезащитных устройств, коэффициент инсоляции следует принять  $K_{\text{инс}} = 1$ .

При наличии солнцезащитных устройств у горизонтального или наклонного остекления, а также при их сложной конфигурации площадь затенения остекления для расчета коэффициента инсоляции определяется путем графических построений.



$$\gamma = \arctg \frac{Lb}{B+B};$$

$$\beta = \arctg \frac{Lr}{H+a}.$$

Рис. 3. Геометрические параметры окна для определения коэффициентов инсоляции и облученности

3.6. Коэффициент ассимиляции тепlopоступлений от солнечной радиации  $q_p$ , проникающей через заполнения световых проемов, в различные часы суток, отсчитанных от времени начала инсоляции  $Z_{и}$ , принимается по приложению 6 в зависимости от продолжительности инсоляции  $\Delta Z_{и}$  и величины  $\frac{Y_{пом}}{\lambda_k}$ , в которой

$Y_{пом}$  - показатель теплоусвоения помещения, Вт/°С [ккал/(ч·°С)], рассчитываемый по п.3.7;

$\lambda_k$  - показатель интенсивности конвективного теплообмена в помещении, Вт/°С [ккал/(ч·°С)], определяемый по п. 3.11.

Время начала инсоляции  $Z_{и}$  (начала проникновения в помещение прямой солнечной радиации) и ее продолжительность  $\Delta Z_{и}$  определяется по приложению 5 в зависимости от ориентации остекления и географической широты местности с учетом коэффициента инсоляции  $K_{инс}$  (при его положительных значениях).

3.7. Показатель теплоусвоения помещения  $Y_{пом}$ , Вт/°С [ккал/(ч·°С)], определяется по формуле

$$Y_{пом} = Y_{огр} + Y_{об}, \quad (12)$$

где  $Y_{огр}$ ,  $Y_{об}$  - показатели теплоусвоения соответственно внутренних поверхностей ограждений и поверхностей оборудования, Вт/°С [ккал/(ч·°С)], рассчитываемые в соответствии с требованиями п.п.3.8 - 3.10.

3.8. Показатель теплоусвоения внутренних поверхностей ограждающих конструкций  $Y_{огр}$  определяется по формуле

$$Y_{огр} = \sum_{i=1}^n Y_{si} \cdot F_i, \quad (13)$$

где  $Y_{вi}$  - коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности  $i$ -го ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) [ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С)], определяемый по п.3.9;

$F_i$  - площадь  $i$ -го ограждения, м<sup>2</sup>;

$N$  - количество ограждающих конструкций в помещении.

3.9. Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения  $Y_{в}$  вычисляют в зависимости от тепловой инерции  $D$  слоев ограждения, определяемой по п. 2.4 СНиП П-3-79<sup>МХ</sup>:

а) если первый слой ограждения имеет тепловую инерцию  $D_I \geq I$ , то величина  $Y_{в}$  принимается равной коэффициенту теплоусвоения материала первого слоя ограждения  $S_I$ ;

б) если первый слой ограждения имеет тепловую инерцию  $D_I < I$ , а тепловая инерция первых двух слоев  $D_I + D_2 \geq I$ , то величина  $Y_{в}$  вычисляется по формуле

$$Y_{в} = \frac{R_1 \cdot S_I^2 + S_2}{1 + R_1 \cdot S_2}; \quad (14)$$

в) если первые  $\Pi$  слоев ограждения ( $\Pi \geq 2$ ) имеют суммарную тепловую инерцию

$$D_I + D_2 + \dots + D_{\Pi} < I,$$

а тепловая инерция  $\Pi + I$  слоев

$$D_I + D_2 + \dots + D_{\Pi+I} \geq I,$$

то коэффициент теплоусвоения внутренних слоев вычисляется последовательно, начиная с  $\Pi$ -го слоя до первого следующим образом:

для  $\Pi$ -го слоя по формуле

$$Y_{\Pi} = \frac{R_{\Pi} \cdot S_{\Pi}^2 + S_{\Pi+1}}{1 + R_{\Pi} \cdot S_{\Pi+1}}, \quad (15)$$

для  $i$ -го слоя ( $i = \Pi - 1, \Pi - 2, \dots, I$ ) по формуле

$$Y_i = \frac{R_i \cdot S_i + Y_{i+1}}{1 + R_i \cdot Y_{i+1}}. \quad (16)$$

При этом величина  $Y_B$  принимается равной коэффициенту теплоусвоения внутренней поверхности первого слоя

$$Y_B = Y_I ;$$

г) если все слои ограждения, состоящего из  $K_{\text{слоев}}$  имеют суммарную тепловую инерцию

$$D_1 + D_2 + \dots + D_K < I,$$

то расчет  $Y_B$  ведется так же, как в случае "в" и начинается с вычисления коэффициента теплоусвоения внутренней поверхности наружного  $K$ -го по формуле

$$Y_K = \frac{R_K \cdot S_K^2 + \alpha_N}{1 + R_K \cdot \alpha_N} ; \quad (I7)$$

д) если ограждение подвержено с обеих сторон воздействию периодических температурных колебаний (внутренние перегородки, перекрытия), то его делят плоскостью на две части с одинаковой тепловой инерцией. Расчет  $Y_B$  ведется по вышеуказанной методике для соответствующей части ограждения, наружная поверхность которой совпадает с данной плоскостью раздела. При этом в формуле (I7) следует принять  $\alpha_N = 0$ ;

е) коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности окна вычисляется по формуле

$$Y_B = \frac{\alpha_B}{\alpha_B \cdot R_0^{ок} - 1} . \quad (I8)$$

В формулах (I4) - (I8)

$R_1, R_n, R_L, R_K$  - термическое сопротивление,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  [ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$ ], первого,  $n$ -го,  $L$ -го,  $K$ -го слоев ограждения, вычисляемое по п.2.5 СНиП П-3-79<sup>ЖЖ</sup>;

$S_1, S_2, S_n, S_{n+1}, S_L, S_K$  - расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого,



второго, П-го (П+I)-го, l -го, К-го слоя ограждения, принимаемые по приложению 3\* СНиП П-3-79<sup>ЖЖ</sup>, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) [ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С)];

$R_{\sigma}^{OH}$  - сопротивление теплопередаче заполнения светового проема, м<sup>2</sup>·°С/Вт [м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал], принимаемое по приложению 2;

$\gamma_1, \gamma_n, \gamma_l, \gamma_{i+1}, \gamma_k$  - коэффициенты теплоусвоения внутренней поверхности соответственно первого, П-го, l - го, (i+I)-го, К-го слоев ограждения, Вт (м<sup>2</sup>·°С) [ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С)];

$\alpha_B, \alpha_H$  коэффициенты теплопередачи на внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) [ккал/(м<sup>2</sup>·ч·°С)], определяемые по табл. 4 и формуле (24) СНиП П-33-79<sup>ЖЖ</sup>. При этом скорость ветра для северного полушария выбирается за июль, а для южного полушария - за январь.

Примечания: I. Порядок нумераций слоев в формулах (I4) - (I7) принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

2. Коэффициент теплоусвоения  $S_{в.п}$  воздушных прослоек принимается равным 0.

3. IO. Показатель теплоусвоения поверхностей оборудования, Вт/°С [ккал/(ч·°С)], определяется по формуле

$$\gamma_{об} = m \cdot \sum_{i=1}^{n_{об}} c_i \cdot G_i, \quad (I9)$$

где  $m$  - коэффициент, равный 0,036 при расчетах в системе СИ и [0,13] - при расчетах в системе МКГСС;

$c_j$  - удельная теплоемкость материала  $j$ -го оборудования,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ ];

$G_j$  - масса  $j$ -го оборудования, кг;

$n_{об}$  - количество единиц оборудования.

3.II. Показатель интенсивности конвективного теплообмена в помещении,  $\text{Вт}/^\circ\text{C}$  [ $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ ], определяется по формуле

$$\lambda_k = \alpha_k \cdot F_{\text{пом}}, \quad (20)$$

где  $\alpha_k$  - коэффициент конвективного теплообмена на внутренних поверхностях ограждений и поверхностях оборудования, принимаемый равным  $2,55 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$  [ $2,19 \text{ ккал}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ ]

$F_{\text{пом}}$  - сумма площадей всех поверхностей ограждений и оборудования, обращенных в помещение,  $\text{м}^2$ .

#### 4. ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЕ ЗА СЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ЧЕРЕЗ МАССИВНЫЕ (НЕПРОЗРАЧНЫЕ) ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

4.I. Тепловой поток  $Q_{ml}$ , Вт [ $\text{ккал}/\text{ч}$ ], поступающий в помещение за счет солнечной радиации через  $l$ -ую массивную ограждающую конструкцию в данный час суток, следует определять по формуле

$$Q_{ml} = \left[ \frac{1}{R_0} (t_{н}^{cp} + \rho \frac{J_{cp}}{\alpha_n} - t_n) + \frac{\beta_k \cdot \alpha_B \cdot}{\gamma} \cdot (0,5 \cdot \sigma_1 \cdot A_{t_n} + \frac{\rho}{\alpha_n} \cdot \sigma_2 \cdot A_j) \right] \cdot F_l, \quad (21)$$

- где  $R_0$  - сопротивление теплопередаче массивной ограждающей конструкции (наружной стены, покрытия), принимаемое в соответствии с требованиями п.п. 2.6<sup>\*</sup>; 2.7; 2.8; 2.9<sup>\*</sup> СНиП П-3-79<sup>\*\*</sup>,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  [ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$ ];
- $t_N^{cp}$  - средняя за сутки температура наружного воздуха самого жаркого месяца года, принимаемая по данным ЕТУ для конкретной страны,  $\text{°C}$ ;
- $\rho$  - коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по приложению 7 СНиП П-3-79<sup>\*\*</sup>;
- $J$  - средняя за сутки суммарная (прямая и рассеянная солнечная радиация, поступающая на наружное ограждение (вертикальное заданной ориентации или горизонтальное), принимаемая по приложению 8,  $\text{Вт}/\text{м}^2$  [ $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ];
- $\alpha_B, \alpha_H$  - то же, что в формулах (17) и (18);
- $t_n$  - заданная температура воздуха в помещении,  $\text{°C}$
- $\beta_n$  - коэффициент, принимаемый равным 0,6 при наличии в ограждении (покрытии) вентилируемой воздушной прослойки и равным 1 - для всех других ограждающих конструкций;
- $\psi$  - величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции, определяемая по п. 3.4<sup>\*</sup> СНиП П-3-79<sup>\*\*</sup>;
- $\sigma_1, \sigma_2$  - коэффициенты, принимаемые по приложению 6 для каждого часа суток соответственно при  $E_1 = E + I_5$  и  $E_2' = E + Z_j$  макс.

Здесь  $E$  - период запаздывания температурных колебаний в ограждении, определяемый по п. 4.2, а  $Z_{\mathcal{J}}^{\text{макс}}$  - время максимума суммарной солнечной радиации, падающей на ограждение заданной ориентации, выбираемое по приложению 8, ч ;

$A_{tH}$  - максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха самого жаркого месяца года, принимаемая по данным ЕТУ для конкретной страны, °С;

$A_{\mathcal{J}}$  - амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), рассчитываемая по п. 4.3, Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(ч·м<sup>2</sup>)];

$\mathcal{F}$  - поверхность  $l$ -той массивной ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>.

4.2. Период запаздывания температурных колебаний в ограждении  $E$ , ч, определяется по формуле

$$E = 2,7 \cdot D - 0,4, \quad (22)$$

где  $D$  - тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по п.2.4 СНиП П-3-79<sup>ЖЖ</sup>.

4.3. Амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации  $A_{\mathcal{J}}$ , Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(ч·м<sup>2</sup>)], определяется по формуле

$$A_{\mathcal{J}} = \mathcal{J}_{\text{макс}} - \mathcal{J}_{\text{ср}}, \quad (23)$$

где  $\mathcal{J}_{\text{макс}}$  - максимальная суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация, поступающая на наружное ограждение, выбираемая по приложению 8, Вт/м<sup>2</sup> [ккал/(м<sup>2</sup>·ч)] ;

$\mathcal{J}_{\text{ср}}$  - то же, что в формуле (21).

5. ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯ ЧЕРЕЗ  
СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ ОТРАЖАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ,  
ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕЙ

5.1. Тепловой поток  $Q_{\Delta t_i}$ , Вт [ккал/ч], для данного часа суток, обусловленный теплопередачей через заполнение  $i$ -го светового проема следует рассчитывать по формуле

$$Q_{\Delta t_i} = \frac{t_H - t_{II}}{R_0^{OK}} \cdot \mathcal{F}_0, \quad (24)$$

где  $t_H$  - температура наружного воздуха в самый жаркий месяц года, °С, соответствующая данному часу суток, определяемая по п.5.2;

$t_{II}$  - то же, что в формуле (21);

$R_0^{OK}$  - то же, что в формуле (18);

$\mathcal{F}_0$  - то же, что в формуле (3).

5.2. Температура наружного воздуха  $t_H$ , °С, соответствующая данному часу суток, равна

$$t_H = t_H^{CP} + \sigma_1 \cdot A_{tH}, \quad (25)$$

где  $t_H^{CP}$ ,  $A_{tH}$  - то же, что в формуле (21);

$\sigma_1$  - коэффициент, принимаемый по приложению 7 при  $E = 0$ , то есть при  $E_I = 15$ .

Приложение I

Коэффициент облученности  $K_{\text{обл}}$

Тип солнцезащитной конструкции	Коэффициент облученности при значениях солнцезащитных углов $\beta$ и $\gamma$ по рис.3. град.					
	10	20	30	40	50	60
	Горизонтальная	0,84	0,7	0,58	0,47	0,36
Вертикальная	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68	0,63

Примечание. Коэффициент облученности при наличии горизонтальных и вертикальных элементов затенения следует определять как произведение соответствующих коэффициентов  $K_{\text{обл}}^{\text{гор}}$  и  $K_{\text{обл}}^{\text{верт}}$ .

Приложение 2

Сопротивление теплопередаче и коэффициенты тепло-  
пропускания заполнений световых проемов

Наименование заполнения светового проема	Сопротивление теплопередаче	Коэффициент теплопропускания заполнения светового проема
	$R_{ок}$ $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / ккал$	
Одинарное остекление в деревянных переплетах	<u>0,17</u> 0,2	0,75
Одинарное остекление в металлических переплетах	<u>0,15</u> 0,18	0,9
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	<u>0,34</u> 0,4	0,6
Двойное остекление в металлических спаренных переплетах	<u>0,31</u> 0,36	0,68
Блоки стеклянные пустотелые при ширине швов между ними 6 мм	<u>0,32</u> 0,37	0,58
Профильное стекло швеллерного сечения	<u>0,16</u> 0,19	0,72
Профильное стекло коробчатого сечения	<u>0,34</u> 0,39	0,64
Органическое стекло одинарное	<u>0,19</u> 0,22	I
Органическое стекло двойное	<u>0,36</u> 0,42	0,9
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	<u>0,34</u> 0,4	0,6
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	<u>0,31</u> 0,36	0,66

Приложение 8

ВЫСОТА  $h_c$  И АЗИМУТ  $A_c$  СОЛНЦА НА РАЗЛИЧНЫХ ШИРОТАХ,  
ГРАД., В ИЮЛЕ (ДЛЯ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ) И В ЯНВАРЕ  
(ДЛЯ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ)

Истинное солнечное время, ч		Географическая широта, град. северной или южной широты																	
		0		4		8		12		16		20		24		28		32	
До полу- дня	После полу- дня	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$	$h_c$	$A_c$
6 - 7	17-18	7	111	9	100	10	109	11	109	13	108	14	107	15	106	16	105	17	104
7 - 8	16-17	21	112	23	110	24	108	25	107	26	105	27	103	28	101	29	99	29	97
8 - 9	15-16	35	115	37	113	38	109	39	106	40	103	41	100	42	96	42	93	42	69
9 - 10	14-15	48	122	50	116	52	113	53	108	54	102	55	97	55	91	55	85	55	79
10-11	13-14	60	136	62	130	65	124	67	115	68	105	69	94	69	83	68	73	67	63
11 - 12	12-13	68	163	71	159	75	156	78	151	81	104	84	137	81	39	78	32	75	27
Полюдь		70	180	74	180	78	180	82	180	86	180	89	180	86	0	82	0	78	0

Примечание. Азимуты солнца до 12 ч считаются отрицательными и принимаются со знаком "-" и после 12 ч - положительными и принимаются со знаком "+".



П Р И М Е Р

расчета теплопоступлений от солнечной радиации

Определить максимальные теплопоступления от солнечной радиации в помещение промышленного предприятия, обогреваемое системой кондиционирования воздуха.

Исходные данные

Место строительства - г.Бейра (Народная Республика Мозамбик)

Географическая широта -  $20^{\circ}$  южной широты.

Самый жаркий месяц года - январь.

Среднесуточная температура наружного воздуха в январе  $t_{\text{ср}} = 27,4^{\circ}\text{C}$ .

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более  $v = 4,1$  м/с.

Максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в январе  $\Delta t_{\text{н}} = 7,5^{\circ}\text{C}$ .

Расчетная температура воздуха в помещении  $t_{\text{п}} = 25^{\circ}\text{C}$ .

Режим работы предприятия - круглосуточный.

Наружная стена площадью  $F_{\text{н.с}} = 120$  м<sup>2</sup> (ориентирована на юго-запад):

наружный и внутренний облицовочные слои из известково-песчаного раствора  $\rho_0 = 1600$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $\delta = 0,015$  м;  $\lambda = 0,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $S = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

заполнитель из керамзитобетона  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $\delta = 0,21$  м;  $\lambda = 0,33$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $S = 5,03$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Бесчердачное покрытие площадью  $F_{\text{п}} = 216$  м<sup>2</sup>:

водоизоляционный ковер  $\rho_0 = 600$  кг/м<sup>3</sup>;  $\delta = 0,01$  м;  
 $\lambda = 0,17$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $S = 3,53$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

выравнивающий слой (керамзитобетон)  $\rho_0 = 1800$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $\delta = 0,02$  м;  $\lambda = 0,8$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);  $S = 10,5$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

утеплитель из пенобетона  $\rho_0 = 400 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $\lambda = 0,14 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ ;  $\delta = 0,2 \text{ м}$ ;  $S = 2,19 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$ ;  
 несущая железобетонная плита  $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $\delta = 0,035 \text{ м}$ ;  $\lambda = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ ;  $S = 17,98 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$ .

Внутренние перегородки площадью  $F_{\text{в.о}} = 160 \text{ м}^2$ ;  
 железобетон  $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;  $\delta = 0,12 \text{ м}$ ;  
 $\lambda = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ ;  $S = 17,98 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$ ;

Пол (перекрытие) площадью  $F_{\text{пл}} = 216 \text{ м}^2$ ;  
 железобетонная плита  $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;  $\delta = 0,045 \text{ м}$ ;  
 $\lambda = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ ;  $S = 17,98 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$ ;

асфальтобетон (наружный слой)  $\rho_0 = 2100 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $\delta = 0,04 \text{ м}$ ;  $\lambda = 1,05 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ ;  $S = 16,43 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{С)}$ .

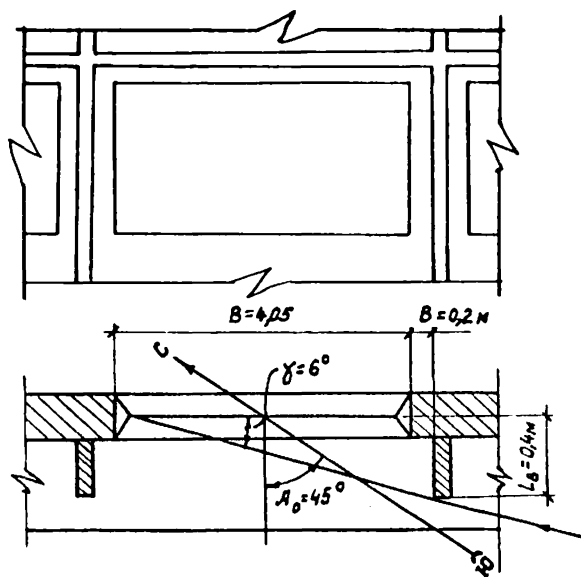
Окно с одинарным остеклением в металлических пере-  
 планетах (6 шт.) каждое площадью  $F_{\text{ок}} = 8,5 \text{ м}^2$ ;  $R_{\text{ок}} =$   
 $= 0,15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ .

В качестве солнцезащиты приняты горизонтальные  
 козырьки над окнами и вертикальные ребра, а также внут-  
 ренние шторы-жалюзи с металлическими пластинами. Разме-  
 ры окон и солнцезащитных устройств указаны на рис. 4  
 приложения 4.

В помещении находятся станки общей массой  
 $\Sigma G = 30 \text{ 000 кг}$  со средней теплоемкостью  
 $c_j = 0,482 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{С)}$ .

Наружная поверхность оборудования составляет

$$F_{\text{об}} = 105 \text{ м}^2.$$



$$\gamma = \arctg \frac{0,4}{4,05 + 0,2} \approx 6^\circ K_{обл}^{впр} = 0,95$$

$$\beta = \arctg \frac{0,7}{2,1 + 0,15} \approx 18^\circ K_{обл}^{гор} = 0,72$$

$$K_{обл} = 0,95 \cdot 0,72 = 0,685$$

Рис. 4. К примеру расчета теплоступлений от солнечной радиации

## РЕШЕНИЕ\*

I. Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций:

а) коэффициенты теплопередачи поверхностей ограждения внутренних поверхностей по табл.4 СНиП П-3-79<sup>хх</sup>

$$\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

наружных поверхностей по формуле (24) СНиП П-3-79<sup>хх</sup>

$$\alpha_{н} = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{4,1}) = 29,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

б) сопротивление теплопередаче по п.2.6<sup>хх</sup> СНиП П-3-79<sup>хх</sup> наружной стены

$$R_o^{нс} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,21}{0,33} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{29,8} = 0,827 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

покрытия

$$R_o^п = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,17} + \frac{0,02}{0,8} + \frac{0,2}{0,14} + \frac{0,035}{1,92} + \frac{1}{29,8} = 1,68 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

в) тепловая инерция  $D$  по п.2.4 СНиП П-3-79<sup>хх</sup>:  
первого слоя наружной стены

$$D_1 = \frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7 = 0,186;$$

второго слоя наружной стены

$$D_2 = \frac{0,21}{0,33} \cdot 5,03 = 3,2;$$

третьего слоя наружной стены

$$D_3 = \frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7 = 0,186;$$

$$D_{н.с} = 3,57$$

---

\* Основные исходные данные и расчетные величины сведены в таблицу данного приложения (примера).

	первого слоя покрытия	
$D_1 = \frac{0,035}{1,92}$	$\cdot 17,98 = 0,33;$	}
	второго слоя покрытия	
$D_2 = \frac{0,2}{0,14}$	$\cdot 2,19 = 3,13$	
	третьего слоя покрытия	
$D_3 = \frac{0,02}{0,8}$	$\cdot 10,5 = 0,26$	}
	четвертого слоя покрытия	
$D_4 = \frac{0,01}{0,17}$	$\cdot 3,53 = 0,21$	

$$D_n = 3,93$$

внутренней стены

$$D_{в.с} = \frac{0,12}{1,92} \cdot 17,98 = 1,12.$$

2. Теплопоступления за счет солнечной радиации через светопрозрачные ограждающие конструкции:

а) солнечный азимут остекления  $A_{с.о}$  по п.3.3 при значениях азимута солнца  $A_c$  по приложению 3 и азимуте остекления  $45^\circ$ :

$$\text{в 6 ч } A_{с.о} = |-107 - 45| = 152^\circ;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\text{в 18 ч } A_{с.о} = |107 - 45| = 62^\circ;$$

б) коэффициент инсоляции  $K_{инс}$  по формуле (II), а его составляющие  $K_{инс}^{гор}$  и  $K_{инс}^{вер}$  - по формулам (9) и (10) при значениях высоты солнца по приложению 3 и размерах солнцезащитных устройств, указанных на рис.4.

$$\text{в 14 ч } K_{инс}^{гор} = 1 - \frac{1}{2,1} \left( \frac{0,7 \cdot t_g}{\cos 49} - 0,15 \right) = -0,239;$$

$$K_{\text{инс}}^{\text{вер}} = I - \frac{I}{4,05} (0,4 | \operatorname{tg} 49 | - 0,2) = 0,939;$$

$$K_{\text{инс}} = 0;$$

.....

$$\text{в 18 ч } K_{\text{инс}}^{\text{гор}} = I - \frac{I}{2,1} \left( \frac{0,7 \cdot \operatorname{tg} 14}{\cos 62} - 0,15 \right) =$$

$$= 0,937;$$

$$K_{\text{инс}}^{\text{вер}} = I - \frac{I}{4,05} (0,4 | \operatorname{tg} 62 | - 0,2) =$$

$$= 0,864;$$

$$K_{\text{инс}} = 0,937 \cdot 0,864 = 0,808.$$

При значениях  $K_{\text{инс}}^{\text{гор}} < 0$ , а также при  $90^\circ \leq \alpha_{\text{с.о}} \leq 270^\circ$

$K_{\text{инс}}$  принят равным 0;

в) коэффициент облученности по приложению I в зависимости от углов солнцезащиты  $\beta$  и  $\delta$  (см. рис. 4 приложения 4)

$$K_{\text{обл.}} = 0,685;$$

г) коэффициент теплопропускания заполнения светового проема по приложению 2

$$K_{\text{зап}} = 0,9;$$

д) коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства по приложению 8 СНиП П-3-79<sup>ЖЖ</sup>

$$\beta_{\text{сз}} = 0,6;$$

е) тепловой поток  $Q_{\text{рл}}$ , Вт, поступающий в помещение по часам суток за счет солнечной радиации через световые проемы, по п. 3.2 при значениях плотности теплового потока, поступающего через одинарное остекление, принятых по приложению 5:

в 6 ч

$$Q_p = (0 \cdot 0 + 6 \cdot 0,685) \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 51 = 131;$$

.....

в 18 ч

$$Q_p = (340 + 0,808 + 51 \cdot 0,685) \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 51 = 8520;$$

ж) коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности отдельных ограждений помещения  $Y_{в}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С):

окна по формуле (18)

$$Y_{в}^{ок} = \frac{8,7}{8,7 \cdot 0,15 - 1} = 1,11;$$

наружной стены при  $D_1 = 0,186 < 1$ ,  $D_1 + D_2 = 0,186 + 3,2 = 3,386 > 1$  по формуле (14)

$$Y_{в}^{нс} = \frac{\frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7^2 + 5,03}{1 + \frac{0,015}{0,7} \cdot 5,03} = 6;$$

покрытия при  $D_1 = 0,33 < 1$   $D_1 + D_2 = 0,33 + 3,13 = 3,46 > 1$  по формуле (14)

$$Y_{в}^{п} = \frac{\frac{0,035}{1,92} \cdot 17,98^2 + 2,19}{1 + \frac{0,035}{1,92} \cdot 2,19} = 5,75;$$

внутренней стены  $D_{в.с} / 2 = 0,56 < 1$  в соответствии с п. 3.9<sub>д</sub>

$$Y_{в}^{в.с} = \frac{\frac{0,12}{1,92} \cdot 0,5 \cdot 17,98^2 + 0}{1 + \frac{0,12}{1,92} \cdot 0,5 \cdot 0} = 10,1;$$

пола при  $L_{пл} / 2 = 1,05 / 2 = 0,525 < 1$  и  $\delta_I' = 0,033$  м  
по п. 3.9 д.

$$Y_{\text{в}}^{\text{пл}} = \frac{\frac{0,033}{1,05} \cdot 16,43^2 + 0}{1 + \frac{0,033}{1,05} \cdot 0} = 8,46;$$

з) показатель теплоусвоения внутренней поверхности ограждающих конструкций помещения по формуле (13):

$$Y_{\text{огр.}} = 1,11 \cdot 6 \cdot 8,5 + 6 \cdot 120 + 5,75 \cdot 216 + 10,1 \cdot 160 + 8,46 \cdot 216 = 5462 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

и) показатель теплоусвоения поверхностей оборудования по формуле (19)

$$Y_{\text{об}} = 0,036 \cdot 0,482 \cdot 30000 = 520,56 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

к) показатель теплоусвоения помещения по формуле (12):

$$Y_{\text{пом}} = 5462 + 520,56 = 5983 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

л) показатель интенсивности конвективного теплообмена по формуле (20):

$$\lambda_k = 2,55(120 + 216 + 160 + 216 + 51 + 105) = 2213,4 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

м) коэффициент ассимиляции тепlopоступлений от солнечной радиации  $a_p$ , проникающей через заполнение световых проемов в различные часы суток, отсчитываемые от времени начала инсоляции

$$Z_n = 15 \text{ ч при ее продолжительности}$$

$$\Delta Z_n = 4 \text{ ч (см. табл. I), по приложению 6 в зависимости от } \frac{Y_{\text{пом}}}{\lambda_k} = \frac{5983}{2213} = 2,7.$$

н) тепловой поток  $Q_{pi}^{\text{ак}}$ , Вт, поступающий в различные часы суток в помещение за счет солнечной радиации через световые проемы с учетом аккумуляции теплоты ограждениями и оборудованием, по п. 3.1 в зависимости от

$$Q_{pi}^{\text{макс}} = 10027 \text{ Вт};$$



$$\text{в I ч} \quad Q_p^{\text{ак}} = 10027 \cdot 0,09 = 920;$$

$$\text{в IБ ч} \quad Q_p^{\text{ак}} = 10027 \cdot 0,29 = 296,2;$$

$$\text{в 24 ч} \quad Q_p^{\text{ак}} = 10027 \cdot 0,09 = 920.$$

3. Теплопоступления за счет солнечной радиации через массивные непрозрачные ограждающие конструкции:

а) коэффициент теплоусвоения наружной поверхности наружных массивных ограждающих конструкций  $\gamma_i$ ,  $\text{Эк}/\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ , по п.3.5 СНиП П-3-79\*:  
первого слоя наружной стены, (считая от внутренней поверхности)

$$\gamma_{\text{I}}^{\text{н.с}} = \frac{\frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7^2 + 8,7}{\text{I} + \frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7} = 8,7\text{I};$$

второго слоя наружной стены

$$\gamma_{\text{2}}^{\text{н.с}} = \frac{\frac{0,21}{0,33} \cdot 5,03^2 + 8,7\text{I}}{\text{I} + \frac{0,21}{0,33} \cdot 8,7\text{I}} = 3,8\text{I};$$

третьего (внешнего) слоя наружной стены

$$\gamma_{\text{3}}^{\text{н.с}} = \frac{\frac{0,015}{0,7} \cdot 8,7^2 + 3,8\text{I}}{\text{I} + \frac{0,15}{0,7} \cdot 3,8\text{I}} = 5,02;$$

первого слоя, покрытия (считая от внутренней поверхности)

$$\gamma_{\text{I}}^{\text{п}} = \frac{\frac{0,035}{1,92} \cdot 17,98^2 + 8,7}{\text{I} + \frac{0,035}{1,92} \cdot 8,7} = 1,26;$$

второго слоя покрытия

$$Y_2^{\text{п}} = \frac{\frac{0,2}{0,14} \cdot 2,19^2 + 1,26}{1 + \frac{0,2}{0,14} \cdot 1,26} = 2,54;$$

третьего слоя покрытия

$$Y_3^{\text{п}} = \frac{\frac{0,02}{0,8} \cdot 10,5^2 + 2,54}{1 + \frac{0,02}{0,8} \cdot 2,54} = 4,98;$$

четвертого слоя покрытия

$$Y_4^{\text{п}} = \frac{\frac{0,01}{0,17} \cdot 3,53^2 + 4,98}{1 + \frac{0,01}{0,17} \cdot 4,98} = 4,42;$$

б) величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции по п.3.4\* СНиП П-3-79<sup>жж</sup>:

наружной стены

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{н.с}} &= 0,9 \frac{3,57}{\sqrt{2}} \cdot \frac{(8,7+8,7)(5,03+8,71)(8,7+3,81)}{(8,7+8,71)(5,03+3,81)(8,7+5,02)} \\ &\cdot \frac{(29,3 + 5,02)}{29,3} = 18,73; \end{aligned}$$

покрытия

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{п}} &= 0,9 \frac{3,93}{\sqrt{2}} \cdot \frac{(17,98+8,7)(2,19+1,26)(10,5+2,54)}{(17,98+1,26)(2,19+2,54)(10,5+4,98)} \\ &\cdot \frac{(3,53+4,98)(29,3+4,42)}{(3,53+4,42) \cdot 29,3} = 19,48; \end{aligned}$$

в) период запаздывания температурных колебаний в ограждающей конструкции Е, ч, по п.4.2:

в наружной стене при  $D_{н.с} = 3,57$

$$E_{н.с} = 2,7 \cdot 3,57 - 0,4 = 9,2;$$

в покрытии при  $D_{п} = 3,93$

$$E_{п} = 2,7 \cdot 3,93 - 0,4 = 10,2;$$

г) значения и время максимальной суммарной солнечной радиации, величина среднесуточной суммарной солнечной радиации, поступающей на наружные ограждения по криволинейности  $\delta$ :

на наружную стену

$$J_{\text{макс}}^{\text{н.с}} = 658 \text{ Вт/м}^2, \quad J_{\text{ср}}^{\text{н.с}} = 141 \text{ Вт/м}^2.$$

$$Z_{J_{\text{н.с}}}^{\text{макс}} = 15 \text{ ч}$$

на покрытие

$$J_{\text{макс}}^{\text{п}} = 1029 \text{ Вт/м}^2, \quad J_{\text{ср}}^{\text{п}} = 353 \text{ Вт/м}^2,$$

$$Z_{J_{\text{п}}}^{\text{макс}} = 13 \text{ ч};$$

д) амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации по п. 4.3:

для наружной стены

$$\Delta J_{\text{н.с}} = 658 - 141 = 517 \text{ Вт/м}^2;$$

для покрытия

$$\Delta J_{\text{п}} = 1029 - 353 = 676 \text{ Вт/м}^2;$$

е) значения коэффициентов  $\theta_1$  и  $\theta_2$  по приложению 7:

для наружной стены при  $E_1' = 9,2 + 15 = 24,2$  ч

или  $E_1' = 24,2 - 24 = 0,2$  (I-й час суток) и

$$E_2' = 9,2 + 15 = 24,2 \text{ ч или } E_2' = 24,2 - 24 = 0,2$$

(I-й час суток)

$$\sigma_I^{\text{н.с}} = 1; 0,97; 0,87; \dots; 0,71; 0,87; 0,97;$$

$$\sigma_2^{\text{н.с}} = 1; 0,97; 0,87; \dots; 0,71; 0,87; 0,97;$$

для покрытия при  $E_1' = 10,2 + 15 = 25,2$  ч или

$$E_1' = 25,2 - 24 = 1,2 \text{ ч (2-й час суток) и}$$

$$E_2' = 10,2 + 13 = 23,2 \text{ часа (24-й час суток)}$$

$$\sigma_I^{\text{п}} = 0,97; 1; 0,97; \dots; 0,5; 0,71; 0,87;$$

$$\sigma_2^{\text{п}} = 0,97; 0,87; 0,71; \dots; 0,87; 0,97; 1;$$

ж) тепловой поток  $Q_{\text{мл}}$ , Вт, поступающий в помещения за счет солнечной радиации через массивные ограждающие конструкции по п.4.1:

через наружную стену при  $\beta_{\text{к}} = 1; \rho = 0,4$

$$Q_{\text{м н.с}} = \left[ \frac{1}{0,827} (27,4 + 0,4 \frac{141}{29,3} - 25) + \frac{1 \cdot 8,7}{18,73} \right.$$

$$\cdot (0,5 \cdot \sigma_I^{\text{н.с}} \cdot 7,5 + \frac{0,4}{29,3} \cdot \sigma_2^{\text{н.с}} \cdot 517) \Big].$$

$$\cdot 120 = 626 + 209 \cdot \sigma_I^{\text{н.с}} + 847 \cdot \sigma_2^{\text{н.с}};$$

в I ч  $Q_{\text{м н.с}} = 626 + 209 \cdot 1 + 847 \cdot 1 = 1682;$

.....

в 18 ч  $Q_{\text{м н.с}} = 626 + 209 \cdot (-0,26) + 847 \cdot$   
 $\cdot (-0,26) = 352;$

.....

в 24 ч  $Q_{\text{м н.с}} = 626 + 209 \cdot 0,97 + 847 \cdot 0,97 =$   
 $= 1651;$

через покрытие при  $\beta_K = 1$ ;  $\rho = 0,9$

$$Q_{\text{шп}} = \left[ \frac{1}{1,68} (27,4 + 0,9 \cdot \frac{353}{29,3} - 25) + \frac{1 \cdot 8,7}{19,48} \cdot (0,5 \cdot \sigma_I^{\text{ш}} \cdot 7,5 + \frac{0,9}{29,3} \cdot \sigma_2^{\text{ш}} \cdot 676) \right] \cdot 216 = 1704 + 362 \cdot \sigma_I^{\text{ш}} + 2000 \cdot \sigma_2^{\text{ш}};$$

в I час  $Q_{\text{шп}} = 1704 + 362 \cdot 0,97 + 2000 \cdot 0,97 = 3995;$

.....  
в 18 ч  $Q_{\text{шп}} = 1704 + 362 \cdot (-0,5) + 2000 \cdot 0 = 1523;$

.....  
в 24 ч  $Q_{\text{шп}} = 1704 + 362 \cdot 0,87 + 2000 \cdot 1 = 4019.$

4. Теплопоступления в помещение через светопрозрачные ограждающие конструкции, обусловленные теплопередачей:

а) значение коэффициента  $\sigma_I^0$  при  $E = 0$ , то есть при  $E_I' = 15$  по приложению 7

$$\sigma_I^0 = -0,87; -0,97; -1; \dots; -0,26; -0,5; -0,71;$$

б) температура наружного воздуха в каждый час суток, °С, по п. 5.2.

в I ч  $t_H = 27,4 + (-0,87) \cdot 7,5 = 20,9;$

.....  
в 18 ч  $t_H = 27,4 + 0,71 \cdot 7,5 = 32,7;$

.....  
в 24 ч  $t_H = 27,4 + (-0,71) \cdot 7,5 = 22,1;$

в) тепловой поток  $Q_{\text{аток}}$  в каждый час суток, обусловленный теплопередачей через заполнение светового проема. Вт, по п.5,1:

$$\text{в I ч } Q_{\text{сток}} = \frac{20,9 - 25}{0,15} \cdot 51 = - 1394;$$

$$\text{в I8 ч } Q_{\text{сток}} = \frac{32,7 - 25}{0,15} \cdot 51 = 2625;$$

$$\text{в 24 ч } Q_{\text{сток}} = \frac{22,1 - 25}{0,15} \cdot 51 = - 986.$$

5. Максимальные теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации:

а) суммарные теплопоступления  $Q_{\text{рад}}$  рад. Вт, для каждого часа суток по п. 2.1, как сумма теплопоступлений по п.п. 2и), 3ж) и 4в) приложения 4 (примера)

$$\text{в I ч } Q_{\text{рад}} = 920 + 1682 + 3995 - 1394 = 5203;$$

$$\text{в I8 ч } Q_{\text{рад}} = 2962 + 352 + 1523 + 2625 = 7462;$$

$$\text{в 24 ч } Q_{\text{рад}} = 920 + 1651 + 4019 - 986 = 5604;$$

б) максимальные теплопоступления в помещение за счет солнечной радиации  $Q_{\text{рад макс}}$  рад макс выбираются из полученных суммарных теплопоступлений по п. 5а приложения 4 (примера)

$$Q_{\text{рад макс}} = 7583 \text{ Вт в I9 ч}$$

ПЛОТНОСТЬ ТЕПЛОвого ПОТОКА  $q$ , ПОСТУПАЮЩЕГО В ПОМЕЩЕНИЕ ОТ ПРЯМОГО И РАССЕЯННОГО  
СОЛНЕЧНОГО РАДИАЦИОННОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ВЕРТИКАЛЬНОЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ОДИНАРНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ СЕТОВЫХ ПРОЕМОВ В ИЮЛЕ  
(ДЛЯ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ) И В ЯНВАРЕ (ДЛЯ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ)

Приложение 5

Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты	Истинное солнечное время, ч		Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																Горизонтальное остекление		
			Вертикальное остекление до полудня в северном (южном) полушарии																		
			С (Ю)		СВ (ЮВ)		В (В)		ЮВ (СВ)		Ю (С)		ЮЗ (СЗ)		З (З)		СЗ (ЮЗ)				
			Вертикальное остекление после полудня в северном (южном) полушарии																		
	До полудня	После полудня	С (Ю)		СЗ (ЮЗ)		З (З)		ЮЗ (СВ)		Ю (С)		ЮВ (СВ)		В (В)		СВ (ЮВ)				П
0	5-6	18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6-7	17-18	71	31	227	26	233	36	80	38	-	21	-	15	-	15	-	15	25	13	
	7-8	16-17	164	62	424	79	401	107	134	104	-	72	-	46	-	42	-	40	184	52	
	8-9	15-16	191	62	498	93	445	119	116	123	-	98	-	65	-	50	-	56	370	86	
	9-10	14-15	209	62	469	87	393	108	37	119	-	98	-	72	-	67	-	69	540	103	
	10-11	13-14	216	60	403	75	338	93	32	102	-	84	-	62	-	58	-	59	464	89	
	11-12	12-13	212	57	292	67	183	81	-	91	-	84	-	69	-	62	19	61	564	91	
			188	49	162	64	28	74	-	84	-	84	-	84	-	67	86	61	625	94	
	4	5-6	18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6-7	17-18	76	36	255	31	248	46	93	46	-	31	-	17	-	15	-	19	40	19
7-8		16-17	143	65	440	82	412	110	149	106	-	74	-	48	-	42	-	48	198	56	
8-9		15-16	163	66	494	94	444	119	134	123	-	96	-	65	-	60	-	56	386	86	
9-10		14-15	165	66	440	87	387	109	66	116	-	96	-	72	-	67	-	57	565	103	
10-11		13-14	164	64	301	77	214	94	-	104	-	96	-	79	-	72	8	71	681	106	
11-12		12-13	163	58	259	66	184	81	-	89	-	83	-	68	-	62	7	61	586	91	
			140	50	133	64	30	74	-	33	-	83	-	78	-	67	58	61	741	109	
																			637	94	

Расчетная географическая широта, град. северной или южной полушария		Интенсивность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																		Горизонтальное остекление	
		Вертикальное остекление до полудня в северном (южном) полушарии																			
		С (D)		СВ (ДВ)		В (Ю)		ДВ (СВ)		D (С)		ЮЗ (СЗ)		З (З)		СЗ (ЮЗ)					
		Вертикальное остекление после полудня в северном (южном) полушарии																			
		С (D)		СЗ (ЮЗ)		З (З)		ЮЗ (СЗ)		D (С)		ДВ (СВ)		В (В)		СВ (ДВ)					
		П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р		
8	5-6	16-19	5 4	2 2	10 9	2 2	14 12	2 2	3 3	2 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	6-7	17-18	80 69	42 36	283 243	36 31	270 232	51 44	101 87	52 45	-	36	-	19	-	19	-	21	47	24	
	7-8	16-17	123 106	67 58	445 383	86 74	422 363	114 98	163 140	110 95	-	78	-	49	-	43	-	49	219	62	
	8-9	15-16	129 111	71 61	480 413	96 83	444 383	120 103	159 137	124 107	-	94	-	65	-	60	-	57	405	90	
	9-10	14-15	120 103	69 59	412 354	87 75	381 328	110 95	94 81	114 98	-	94	-	71	-	67	-	67	585	103	
	10-11	13-14	115 99	64 55	259 223	76 65	208 179	94 81	9 8	100 86	-	94	-	78	-	71	-	70	706	106	
	11-12	12-13	112 96	58 50	112 96	73 63	31 27	86 74	-	96 82	-	94	-	90	-	78	37	70	753	110	
	12	5-6	16-19	14 12	3 3	17 15	3 3	28 24	3 3	8 7	3 3	-	2	-	2	-	-	-	-	-	
6-7	17-18	84 72	48 41	300 258	42 36	286 246	60 52	107 92	59 51	-	40	-	21	-	23	-	23	60	28		
7-8	16-17	113 97	70 60	456 392	89 77	428 368	117 101	174 150	114 98	-	78	-	50	-	46	-	51	229	66		
8-9	15-16	95 82	71 61	471 405	98 84	444 382	121 104	184 158	124 107	-	94	-	64	-	62	-	57	427	93		
9-10	14-15	79 68	71 61	381 328	93 80	379 326	112 96	126 108	112 96	-	94	-	71	-	67	-	66	601	106		
10-11	13-14	64 55	65 55	224 193	74 64	206 177	94 81	28 24	98 84	-	94	-	78	-	71	-	69	716	108		
11-12	12-13	64 55	62 53	80 69	72 62	29 25	86 74	-	94 81	-	94	-	87 75	-	78	16	69	761	110		



Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																			
	Вертикальное остекление до полудня в северном (южном) полушарии																		Горизонтальное остекление	
	С (Ю)		СВ (ЮВ)		В (В)		ЮВ (СВ)		Ю (С)		ЮЗ (СЗ)		З (З)		СЗ (ЮЗ)					
	Вертикальное остекление после полудня в северном (южном) полушарии																			
	С (Ю)		СЗ (ЮЗ)		З (З)		ЮЗ (СЗ)		Ю (С)		ЮВ (СВ)		В (В)		СВ (ЮВ)		П		Р	
До полудня	После полудня	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	
16	5-6	18-19	2I 18	7 6	35 30	6 5	42 36	7 6	I2 10	7 6	-	5 4	-	3 3	-	2 2	-	3 3	3 3	3 3
	6-7	17-18	83 7I	5I 44	322 277	46 40	304 26I	67 58	II6 100	60 52	-	43 37	-	22 19	-	26 22	-	26 22	76 65	34 30
	7-8	16-17	94 8I	72 62	446 384	92 79	435 374	I20 103	I90 163	II5 99	-	80 69	-	5I 44	-	49 42	-	5I 44	249 215	7I 6I
	8-9	15-16	65 56	73 63	45I 388	II3 86	444 382	I2I 104	205 I76	I24 107	-	93 80	-	64 55	-	60 52	-	58 50	440 378	96 82
	9-10	14-15	40 34	72 62	348 299	87 75	377 324	II2 96	I64 14I	109 94	-	93 80	-	70 60	-	9I 78	-	65 56	614 528	106 9I
	10-11	13-14	27 23	67 58	186 160	79 64	206 I77	94 8I	56 48	95 82	-	93 80	-	77 66	-	7I 6I	-	67 58	730 627	108 93
	11-12	12-13	29 25	65 56	50 43	77 6I	26 22	85 73	5 4	93 80	-	93 80	-	86 74	-	78 67	7 6	67 58	767 660	II2 96
20	5-6	18-19	28 24	I2 10	52 45	10 9	52 45	10 9	I7 15	14 12	-	7 6	-	5 4	-	6 5	-	6 5	5 4	6 5
	6-7	17-18	8I 70	55 47	340 292	5I 44	319 275	76 65	I23 106	60 52	-	45 39	-	24 2I	-	28 24	-	28 24	90 77	38 33
	7-8	16-17	77 66	74 64	444 382	94 8I	44I 379	123 106	20I 173	II7 10I	-	8I 70	-	5I 44	-	50 43	-	52 45	263 226	76 65
	8-9	15-16	4I 35	74 64	43I 37I	102 88	443 38I	I23 106	227 195	I26 108	-	9I 78	-	63 54	-	62 53	-	58 50	446 384	96 82
	9-10	14-15	I4 I2	74 64	307 264	87 75	373 32I	II2 96	I95 168	107 92	-	9I 78	-	69 59	-	66 57	-	65 56	627 539	106 9I
	10-11	13-14	6 5	69 59	I44 I24	74 64	206 I77	94 8I	87 75	93 80	-	9I 78	-	76 65	-	7I 6I	-	67 58	735 632	108 93
	11-12	12-13	6 5	67 58	24 2I	7I 6I	28 24	85 73	10 9	9I 78	-	9I 78	-	84 72	-	78 67	-	67 58	772 664	II2 96

Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты	Плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																				
	Вертикальное остекление до полудня в северном (южном) полушарии																				Горизонтальное остекление
	До полудня		После полудня		С (Ю)		СВ (ЮВ)		В (В)		ЮВ (СВ)		Ю (С)		ЮЗ (СЗ)		З (З)		СЗ (ЮЗ)		
	Вертикальное остекление после полудня в северном (южном) полушарии																				
	С (Ю)		СЗ (ЮЗ)		З (З)		ЮЗ (СЗ)		Ю (С)		ЮВ (СВ)		В (В)		СВ (ЮВ)		П		Р		
П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р		
24	5-6	16-19	35 30	17 15	84 72	12 10	70 60	17 15	24 21	17 15	-	9 8	-	7 6	-	7 6	-	7 6	7 6	9 8	
	6-7	17-18	78 67	64 55	356 306	58 50	335 288	83 71	132 114	62 53	-	48 41	-	26 22	-	31 27	-	31 27	100 86	41 36	
	7-8	16-17	48 41	77 66	444 382	98 84	448 385	126 108	215 185	119 102	-	81 70	-	53 46	-	51 44	-	53 46	276 237	76 65	
	8-9	15-16	9 8	78 67	408 351	105 90	443 381	124 107	254 218	127 109	-	87 75	-	63 54	-	63 54	-	58 50	453 389	96 82	
	9-10	14-15	-	76 65	270 232	87 75	372 320	114 98	234 201	104 89	-	87 75	-	69 59	-	65 56	-	64 55	629 541	106 91	
	10-11	13-14	-	71 61	105 90	73 63	204 175	93 80	126 108	91 78	4 3	87 75	-	74 64	-	70 60	-	66 57	736 633	108 93	
	11-12	12-13	-	71 61	2 2	69 60	24 21	85 73	29 25	87 75	30 26	87 75	-	81 70	-	78 67	-	66 57	772 664	112 96	
28	5-6	16-19	38 33	21 18	98 84	14 12	87 75	21 18	31 27	21 18	-	12 10	-	9 8	-	10 9	-	10 9	9 8	12 10	
	6-7	17-18	72 62	67 58	374 322	64 55	349 300	91 78	138 119	67 58	-	48 41	-	28 24	-	32 28	-	35 30	106 91	47 41	
	7-8	16-17	28 24	79 68	438 377	101 87	452 389	129 111	228 196	121 104	-	81 70	-	55 47	-	53 46	-	55 47	276 237	77 67	
	8-9	15-16	-	78 67	377 324	106 91	443 381	129 111	278 239	128 110	-	86 74	-	63 54	-	64 55	-	59 51	452 389	96 83	
	9-10	14-15	-	76 65	233 200	86 74	370 318	114 98	259 223	101 87	-	86 74	-	69 59	-	65 56	-	63 54	629 541	106 91	
	10-11	13-14	-	69 59	73 63	72 62	201 173	93 80	166 143	90 77	30 26	96 74	-	73 63	-	69 59	-	65 56	737 634	108 93	
	11-12	12-13	-	69 59	14 12	69 59	30 26	85 73	59 51	86 74	85 73	86 74	-	79 68	-	78 67	-	65 56	772 664	112 96	

Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты	Истинное солнечное время, ч		Плотность теплового потока Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																			
	До полудня	После полудня	Вертикальное остекление до захода в северном (южном) полушарии																Горизонтальное остекление			
			С (Ю)		СВ (ЮВ)		В (В)		ВВ (СВ)		Д (С)		ДЗ (СЗ)		З (З)		СЗ (ЮЗ)					
			Вертикальное остекление после захода в северном (южном) полушарии																			
			С (Ю)		СЗ (ЮЗ)		З (З)		ЮЗ (СЗ)		Д (С)		ДВ (СВ)		В (В)		СВ (ЮВ)					
П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р					
32	5-6	18-19	49 42	28 24	98 93	23 20	119 102	23 20	31 30	23 20	-	14 12	-	10 9	-	12 10	-	14 12	9 8	14 12		
	6-7	17-18	65 56	69 59	383 329	70 60	365 314	101 87	148 127	74 64	-	49 42	-	29 25	-	32 28	-	46 40	108 93	52 44		
	7-8	16-17	16 14	79 68	429 369	105 90	458 394	130 112	244 210	124 107	-	81 70	-	56 48	-	13 11	-	57 49	271 233	77 67		
	8-9	15-16	-	73 63	349 300	107 92	443 381	129 111	298 256	128 110	-	85 73	-	62 53	-	64 55	-	60 52	448 385	98 83		
	9-10	14-15	-	69 59	192 165	85 73	364 313	110 95	281 242	100 86	24 22	85 73	-	67 58	-	65 56	-	62 53	607 522	106 91		
	10-11	13-14	-	67 58	43 37	71 61	193 166	93 80	193 166	87 75	99 85	85 73	-	72 62	-	69 59	-	65 56	730 627	110 95		
	11-12	12-13	-	67 58	-	67 58	33 28	84 72	90 77	84 72	136 117	85 73	7 6	78 67	-	78 67	-	65 56	761 655	112 96		

- ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Ориентации, указанные в скобках, относятся к широтам южного полушария.
2. Истинное солнечное время  $\tau$  с поясным временем  $T$  и приближенно связано соотношением  $\tau = T_n + 0,067 \cdot \lambda_r - 1,005 \cdot N$ , где  $\lambda_r$  г - географическая долгота места строительства, град;  $N$  - номер пояса времени.
3. Если в стране вводится декретное время  $T_d$ , то поясное время выражается зависимостью  $T_n = T_d - \Delta T$ , где  $\Delta T$  - величина смещения декретного времени относительно поясного, ч (например, в СССР в летний период  $\Delta T = 2$  ч.)

Коэффициент эмиссии излучения от солнечной радиации  $\alpha_p$

$\lambda_n$	Время суток $Z$																								
	$Z_n$	$Z_n+1$	$Z_n+2$	$Z_n+3$	$Z_n+4$	$Z_n+5$	$Z_n+6$	$Z_n+7$	$Z_n+8$	$Z_n+9$	$Z_n+10$	$Z_n+11$	$Z_n+12$	$Z_n+13$	$Z_n+14$	$Z_n+15$	$Z_n+16$	$Z_n+17$	$Z_n+18$	$Z_n+19$	$Z_n+20$	$Z_n+21$	$Z_n+22$	$Z_n+23$	$Z_n+24$
Продолжительность инсоляции $\Delta Z_n = 4$ ч																									
0,5	0,01	0,33	0,61	0,58	0,25	0,12	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
1	0,03	0,22	0,43	0,46	0,27	0,15	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1,5	0,04	0,16	0,33	0,38	0,26	0,16	0,12	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2	0,05	0,14	0,28	0,33	0,24	0,15	0,12	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2,5	0,05	0,12	0,24	0,29	0,23	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
3	0,06	0,11	0,22	0,27	0,22	0,15	0,12	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
3,5	0,06	0,1	0,2	0,24	0,21	0,14	0,12	0,11	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
4	0,06	0,1	0,18	0,23	0,2	0,14	0,12	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
4,5	0,07	0,1	0,17	0,21	0,19	0,14	0,12	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
5	0,07	0,09	0,16	0,2	0,18	0,13	0,12	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
5,5	0,07	0,09	0,15	0,19	0,18	0,13	0,12	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
6	0,07	0,09	0,15	0,19	0,17	0,13	0,12	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Продолжительность инсоляции $\Delta Z_n = 6$ ч																									
0,5	0,02	0,24	0,5	0,66	0,68	0,52	0,25	0,13	0,1	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
1	0,04	0,17	0,36	0,5	0,54	0,46	0,28	0,18	0,14	0,12	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
1,5	0,06	0,15	0,29	0,4	0,45	0,41	0,28	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11	0,1	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
2	0,07	0,13	0,25	0,36	0,39	0,37	0,27	0,2	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
2,5	0,08	0,13	0,22	0,31	0,35	0,34	0,26	0,2	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
3	0,09	0,12	0,21	0,28	0,32	0,31	0,26	0,2	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09
3,5	0,09	0,12	0,19	0,26	0,3	0,28	0,25	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09
4	0,1	0,12	0,18	0,25	0,28	0,28	0,24	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1
4,5	0,1	0,12	0,18	0,23	0,27	0,27	0,23	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1
5	0,11	0,12	0,17	0,22	0,26	0,26	0,23	0,19	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
5,5	0,11	0,12	0,17	0,21	0,25	0,25	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
6	0,11	0,12	0,16	0,21	0,24	0,24	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11

Угол	Часы суток Z																									
	Z <sub>и</sub>	Z <sub>и+1</sub>	Z <sub>и+2</sub>	Z <sub>и+3</sub>	Z <sub>и+4</sub>	Z <sub>и+5</sub>	Z <sub>и+6</sub>	Z <sub>и+7</sub>	Z <sub>и+8</sub>	Z <sub>и+9</sub>	Z <sub>и+10</sub>	Z <sub>и+11</sub>	Z <sub>и+12</sub>	Z <sub>и+13</sub>	Z <sub>и+14</sub>	Z <sub>и+15</sub>	Z <sub>и+16</sub>	Z <sub>и+17</sub>	Z <sub>и+18</sub>	Z <sub>и+19</sub>	Z <sub>и+20</sub>	Z <sub>и+21</sub>	Z <sub>и+22</sub>	Z <sub>и+23</sub>	Z <sub>и+24</sub>	
	Продолжительность инсоляции ΔZ <sub>и</sub> = 8 ч																									
0,5	0,03	0,2	0,41	0,6	0,71	0,72	0,64	0,5	0,24	0,15	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
1	0,06	0,16	0,31	0,45	0,55	0,59	0,56	0,45	0,29	0,2	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,1	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
1,5	0,08	0,15	0,26	0,38	0,46	0,50	0,49	0,42	0,3	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	0,10	0,1	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08
2	0,10	0,14	0,24	0,33	0,4	0,44	0,44	0,39	0,3	0,23	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,1	0,1
2,5	0,11	0,15	0,22	0,30	0,37	0,4	0,4	0,37	0,29	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11
3	0,12	0,14	0,21	0,28	0,34	0,37	0,38	0,35	0,29	0,24	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12
3,5	0,13	0,15	0,2	0,27	0,32	0,35	0,36	0,33	0,28	0,24	0,21	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13
4	0,14	0,15	0,2	0,25	0,3	0,33	0,34	0,32	0,28	0,27	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14
4,5	0,14	0,15	0,2	0,25	0,29	0,32	0,32	0,31	0,27	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
5	0,15	0,16	0,19	0,24	0,28	0,31	0,31	0,3	0,27	0,23	0,22	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15
5,5	0,15	0,16	0,19	0,23	0,27	0,29	0,3	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
6	0,15	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29	0,3	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15

Продолжительность инсоляции ΔZ<sub>и</sub> = 10 ч

0,5	0,04	0,17	0,35	0,52	0,66	0,74	0,76	0,71	0,6	0,44	0,24	0,16	0,13	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
1	0,08	0,16	0,28	0,41	0,52	0,6	0,63	0,61	0,55	0,44	0,3	0,22	0,19	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,1	0,1	0,09	0,09	0,08	0,08
1,5	0,11	0,16	0,25	0,35	0,44	0,51	0,54	0,54	0,5	0,43	0,32	0,25	0,22	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11
2	0,13	0,16	0,24	0,32	0,4	0,45	0,49	0,49	0,46	0,41	0,33	0,27	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
2,5	0,15	0,17	0,23	0,3	0,37	0,42	0,45	0,46	0,44	0,39	0,32	0,27	0,25	0,23	0,21	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
3	0,16	0,18	0,23	0,29	0,34	0,39	0,42	0,43	0,42	0,38	0,32	0,28	0,25	0,24	0,22	0,21	0,21	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16
3,5	0,17	0,18	0,22	0,28	0,33	0,37	0,4	0,41	0,4	0,37	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,2	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
4	0,18	0,19	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,39	0,38	0,36	0,32	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18
4,5	0,18	0,19	0,22	0,27	0,31	0,34	0,37	0,37	0,37	0,35	0,31	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18
5	0,19	0,19	0,22	0,26	0,3	0,33	0,35	0,36	0,36	0,34	0,31	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19
5,5	0,19	0,2	0,22	0,26	0,29	0,32	0,34	0,35	0,35	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,2	0,2	0,19	0,19
6	0,2	0,2	0,22	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35	0,34	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,2	0,2	0,2

Углы $\lambda_K$	Часы суток $Z$																								
	$Z_M$	$Z_M+1$	$Z_M+2$	$Z_M+3$	$Z_M+4$	$Z_M+5$	$Z_M+6$	$Z_M+7$	$Z_M+8$	$Z_M+9$	$Z_M+10$	$Z_M+11$	$Z_M+12$	$Z_M+13$	$Z_M+14$	$Z_M+15$	$Z_M+16$	$Z_M+17$	$Z_M+18$	$Z_M+19$	$Z_M+20$	$Z_M+21$	$Z_M+22$	$Z_M+23$	$Z_M+24$
Продолжительность инсоляции $\Delta Z_M = 12$ ч																									
0,5	0,06	0,16	0,32	0,47	0,5	0,7	0,77	0,78	0,75	0,68	0,56	0,41	0,24	0,16	0,14	0,12	0,11	0,1	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
1	0,1	0,17	0,27	0,38	0,49	0,57	0,63	0,66	0,65	0,61	0,54	0,44	0,31	0,24	0,21	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,1
1,5	0,14	0,18	0,26	0,34	0,43	0,5	0,56	0,58	0,59	0,56	0,51	0,43	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14
2	0,16	0,19	0,25	0,32	0,39	0,45	0,5	0,53	0,54	0,52	0,48	0,43	0,35	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16
2,5	0,18	0,2	0,25	0,31	0,37	0,42	0,46	0,49	0,5	0,49	0,46	0,41	0,35	0,30	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,2	0,19	0,18
3	0,2	0,21	0,25	0,3	0,35	0,4	0,44	0,47	0,48	0,47	0,45	0,41	0,36	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,22	0,22	0,21	0,20	0,2
3,5	0,21	0,22	0,25	0,3	0,34	0,38	0,42	0,44	0,45	0,45	0,4	0,4	0,38	0,32	0,3	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21
4	0,22	0,23	0,26	0,27	0,33	0,37	0,4	0,42	0,44	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,3	0,29	0,29	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22
4,5	0,23	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,42	0,42	0,41	0,38	0,35	0,32	0,3	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23
5	0,23	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,4	0,41	0,41	0,4	0,38	0,35	0,32	0,31	0,3	0,3	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23
5,5	0,24	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,4	0,4	0,39	0,38	0,35	0,32	0,32	0,3	0,3	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24
6	0,24	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,39	0,4	0,39	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,3	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24

Примечание. Если  $Z = m > 24$  ч, то коэффициент  $\sigma_p$  принимается для

$$Z = m - 24 \text{ ч.}$$

КОЭФФИЦИЕНТ  $\theta$  ДЛЯ КАЖДОГО ЧАСА СУТОК

Часы суток

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97
2	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87
3	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71
4	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5
5	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26
6	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0
7	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26
8	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5
9	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71
10	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87
11	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97
12	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1
13	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97
14	0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87
15	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71
16	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5
17	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26
18	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0
19	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26
20	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71	0,5
21	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87	0,71
22	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97	0,87
23	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I	0,97
24	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	I

ПРИМЕЧАНИЕ. Если  $E^I = a > 24$  ч, то значение коэффициента  $\theta$  принимается для соответствующего часа суток при  $E^I = a - 24$  ч.

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ, ПОСТУПАЮЩАЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОТРАЖАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Солнечная радиация  $J$  (кратки  $H$  и длительности  $P$ ), поступающая на вертикальные поверхности северной ориентации в июле (для северного полушария), южной ориентации в январе (для южного полушария)

Часы суток до полудня	Солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup> / [ккал/(м <sup>2</sup> .ч)]																		Часы суток после полудня
	Различия географическая широта, град. северной или южной широты																		
	0		4		8		12		16		20		24		28		32		
	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	
5-6	-	-	-	-	7	I	I2	5	22	8	31	I3	41	I8	53	23	70	29	18-19
	-	-	-	-	6	I	I2	4	19	7	27	II	35	I5	46	20	60	25	
6-7	105	42	115	49	126	56	138	65	136	70	137	74	137	80	137	86	132	91	17-18
	90	36	99	42	108	48	112	56	117	60	118	64	118	69	118	74	114	78	
7-8	244	84	227	87	209	91	188	94	185	98	167	100	148	101	119	104	84	107	16-17
	210	72	195	75	180	78	172	81	159	84	144	86	127	87	102	89	72	92	
8-9	290	84	259	90	231	95	198	96	162	99	126	101	88	105	49	105	7	105	15-16
	249	72	223	77	199	82	170	83	139	85	108	87	76	90	42	90	6	90	
9-10	312	84	270	90	226	98	179	95	131	98	81	100	31	101	1	102	-	102	14-15
	268	72	232	77	194	80	154	82	113	84	70	86	27	87	1	88	-	88	
10-11	317	81	272	86	217	86	180	88	108	91	47	93	-	95	-	97	-	93	13-14
	273	70	231	74	187	74	158	76	93	78	40	80	-	82	-	83	-	80	
11-12	321	77	268	79	212	79	181	84	90	87	28	91	-	94	-	95	-	93	12-13
	276	66	230	68	182	68	150	72	77	75	24	78	-	81	-	82	-	80	
Средняя за сутки	170		158		144		130		115	99	99	85	87	75	81	70	76	65	Средняя за сутки
		146		135		124		112											



Солнечная радиация  $J$  (прямая  $E$  и рассеянная  $P$ ), поступающая на вертикальные поверхности южной ориентации в июле (для северного полушария), северной ориентации в январе (для южного полушария)

Часы суток до полудня	Солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/(м <sup>2</sup> ·ч)]																		Часы суток после полудня	
	Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты																			
	0		4		8		12		16		20		24		28		32			
	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р		
5-6	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-	7	6	10	9	14	12	16	14	19	18-19
6-7	-	28	-	42	-	49	-	53	-	58	-	62	-	65	-	65	-	66	66	17-18
	-	24	-	36	-	42	-	46	-	50	-	53	-	56	-	56	-	57	57	
7-8	-	98	-	101	-	105	-	106	-	108	-	109	-	110	-	109	-	109	109	16-17
	-	84	-	87	-	90	-	91	-	93	-	94	-	95	-	94	-	94	94	
8-9	-	132	-	130	-	128	-	126	-	124	-	122	-	118	-	116	10	114	114	15-16
	-	113	-	112	-	110	-	108	-	106	-	105	-	101	-	100	9	98	98	
9-10	-	132	-	130	-	128	-	126	-	124	-	122	-	118	2	116	66	114	114	14-15
	-	113	-	112	-	110	-	108	-	106	-	105	-	101	2	100	57	98	98	
10-11	-	133	-	130	-	126	-	127	-	125	-	122	14	119	52	116	135	114	114	13-14
	-	114	-	112	-	110	-	109	-	107	-	105	12	112	45	100	116	98	98	
11-12	-	133	-	130	-	128	-	127	-	125	-	122	35	119	98	116	157	114	114	12-13
	-	114	-	112	-	110	-	109	-	107	-	105	30	112	84	100	135	98	98	
<b>Средняя за сутки</b>	55 / 47		55 / 47		55 / 47		56 / 40		56 / 48		56 / 48		59 / 51		67 / 58		85 / 73		<b>Средняя за сутки</b>	

Солнечная радиация  $J$  (прямая  $\Pi$  и рассеянная  $P$ ), поступающая на вертикальные поверхности восточной и западной ориентации в июле (для северного полушария), в январе (для южного полушария)

Часы суток для ориентации $\beta$ (°)	Солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup> / [ккал/(м <sup>2</sup> .ч)]																		Часы суток для ориентации $\beta$ (°)		
	Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты																				
	0		4		8		12		16		20		24		28		32				
	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$	$\Pi$	$P$			
5-6	-	-	-	-	14	1	23	6	45	39	10	58	15	13	70	23	91	31	112	41	18-19
6-7	264	49	281	63	307	70	326	81	345	91	363	102	380	112	398	122	415	137	17-18		
7-8	462	144	473	149	485	154	492	158	500	162	507	166	515	170	520	174	527	177	16-17		
8-9	517	160	516	160	516	162	516	163	516	163	515	166	515	169	515	174	515	174	15-16		
9-10	479	147	472	148	465	149	463	151	459	151	456	151	454	154	451	154	450	150	14-15		
10-11	317	128	314	128	311	128	307	128	304	127	302	127	300	126	297	126	293	126	13-14		
11-12	119	116	117	116	116	116	116	116	115	115	114	115	112	115	110	114	108	108	12-13		
12-13	-	105	-	105	-	105	-	105	-	105	-	105	-	105	-	105	-	105	11-12		
13-14	-	98	-	98	-	97	-	96	-	95	-	95	-	94	-	93	-	93	10-11		
14-15	-	91	-	91	-	91	-	91	-	91	-	90	-	88	-	87	-	87	9-10		
15-16	-	81	-	81	-	81	-	83	-	83	-	84	-	85	-	86	-	86	8-9		
16-17	-	56	-	57	-	58	-	63	-	66	-	67	-	70	-	72	-	72	7-8		
17-18	-	21	-	21	-	24	-	31	-	35	-	37	-	42	-	44	-	44	6-7		
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	5	-	9	-	10	-	10	5-6		
Средняя за сутки	140	120	141	122	144	124	146	126	149	128	152	130	154	133	157	135	160	137	Средняя за сутки		

Солнечная радиация  $J$  (прямая  $J$  и рассеянная  $R$ ), поступающая на вертикальную поверхность северо-восточной и северо-западной ориентации в июле (для северного полушария), юго-восточной и юго-западной ориентации в январе (для южного полушария)

Часы суток для СВ (ЮЗ) ориентации	Солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/м <sup>2</sup> .ч]																		Типы суток для СВ (ЮЗ) ориентации	
	Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты																			
	0		4		8		12		16		20		24		28		32			
	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р		
5-6	-	-	-	-	-	-	-	35	3	42	7	70	10	105	14	119	19	151	23	18-19
6-7	258	35	293	42	324	49	345	56	369	6	60	9	90	12	102	16	130	20	17-18	
7-8	488	107	505	112	510	116	523	121	518	24	516	28	516	33	516	37	505	42	16-17	
8-9	579	126	575	128	564	130	555	133	536	36	520	40	498	44	465	47	436	45	15-16	
9-10	558	119	530	119	501	119	471	119	438	48	405	52	370	56	337	60	300	55	14-15	
10-11	430	105	391	103	355	102	326	101	291	60	254	64	213	68	174	72	143	97	13-14	
11-12	291	101	254	100	211	99	174	98	140	72	98	76	59	81	32	88	-	92	12-13	
12-13	154	96	112	95	70	94	35	93	21	92	-	91	-	91	-	88	-	87	11-12	
13-14	28	95	10	95	-	94	-	93	-	92	-	91	-	90	-	88	-	87	10-11	
14-15	-	93	-	92	-	91	-	90	-	88	-	87	-	86	-	85	-	84	9-10	
15-16	-	80	-	79	-	78	-	77	-	76	-	75	-	74	-	73	-	72	8-9	
16-17	-	76	-	76	-	77	-	77	-	78	-	78	-	79	-	80	-	80	7-8	
17-18	-	65	-	65	-	66	-	66	-	67	-	67	-	68	-	69	-	69	6-7	
18-19	-	63	-	64	-	66	-	69	-	69	-	71	-	72	-	74	-	76	5-6	
Средняя за сутки	159	137	155	133	150	129	148	127	144	124	141	121	138	119	135	116	132	114	Средняя за сутки	

Солнечная радиация  $J$  (прямая  $P$  и рассеянная  $F$ ), поступающая на вертикальные поверхности юго-восточной и юго-западной ориентации в июле (для северного полушария), северо-восточной и северо-западной ориентации в январе (для южного полушария)

Часы суток для ЮВ (СЗ) ориентации	Солнечная радиация, $\text{Эк}/\text{м}^2$ [ $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ]																		Часы суток для ЮЗ (СЗ) ориентации
	Расчетная географическая широта, град. северной или южной широты																		
	0		4		8		12		16		20		24		28		32		
	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	
5-6	-	-	-	-	-	-	10	2	21	7	28	13	33	17	41	22	56	27	18-19
6-7	112	52	128	62	137	71	145	80	155	81	163	82	172	84	180	92	190	100	17-18
7-8	198	140	209	144	223	149	236	154	249	156	262	158	276	160	288	164	300	169	16-17
8-9	198	170	167	144	220	139	167	144	241	207	169	145	263	228	168	145	285	245	15-16
9-10	105	90	160	138	150	129	157	135	185	159	155	133	225	201	256	220	291	250	14-15
10-11	7	6	143	123	21	18	140	120	45	39	136	117	87	75	126	108	128	108	13-14
11-12	-	-	133	114	-	-	130	112	-	-	129	111	-	-	128	110	14	12	12-13
12-13	-	-	126	108	-	-	123	106	-	-	121	104	-	-	119	102	108	100	11-12
13-14	-	-	108	93	-	-	107	92	-	-	106	91	-	-	105	90	104	89	10-11
14-15	-	-	98	84	-	-	98	84	-	-	96	83	-	-	94	81	93	80	9-10
15-16	-	-	88	76	-	-	88	76	-	-	87	75	-	-	86	74	85	73	8-9
16-17	-	-	63	54	-	-	65	56	-	-	66	57	-	-	67	58	70	60	7-8
17-18	-	-	21	18	-	-	23	20	-	-	26	22	-	-	28	24	30	26	6-7
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5-6
Средняя за сутки	80	69	85	73	89	77	101	82	107	87	114	92	122	98	129	105	138	101	Средняя за сутки

Солнечная радиация  $J$  (прямая  $I$  и рассеянная  $P$ ), поступающая на горизонтальную поверхность  
в июле (для северного полушария), в январе (для южного полушария)

Час суток до полуночи	Солнечная радиация, Вт/м <sup>2</sup> [ккал/м <sup>2</sup> ·ч]																		Час суток после полуночи	
	Расчеты для географической широты, град. северной или южной																			
	0		4		8		12		16		20		24		28		32			
	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р		
5-6	-	-	-	-	-	-	9	1	14	2	23	7	37	5	46	15	46	23	18-19	
6-7	84	17	105	26	119	32	137	38	154	47	170	51	179	56	179	64	180	70	17-18	
7-8	271	70	279	75	300	64	314	90	333	97	347	102	355	112	358	105	352	105	16-17	
8-9	451	116	465	116	489	122	508	126	523	128	531	129	533	128	533	130	527	130	15-16	
9-10	628	140	657	140	672	140	681	143	706	143	721	143	723	143	723	143	698	143	14-15	
10-11	754	143	783	143	802	140	814	145	829	146	835	145	836	145	835	145	829	149	13-14	
11-12	826	148	842	148	856	146	865	149	872	148	877	151	878	151	878	151	865	151	12-13	
Сред- няя за сутки	304		315		326		336		345		353		357		359		352		Сред- няя за сутки	
		261		271		280		289		297		303		307		311		315		

ЗНАЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН К ПРИМЕРУ РАСЧЕТА ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ  
СОЛЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Обозначение величины	Значения исходных данных и расчетных величин по часам суток																							
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$t_{ср}$						-107	-103	-100	-97	-94	-137	180	137	94	97	97	100	103	107					
$\Delta t_{с.о}$						152	148	145	142	139	172	135	92	49	52	52	55	58	62					
$h_c$												89	84	69	55	41	27	14						
$K_{гор}$ НС														-0,239	0,297	0,566	0,751	0,937						
$K_{вер}$ НС														0,939	0,923	0,908	0,896	0,864						
$\lambda_{НС}$						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,275	0,514	0,673	0,808						
$\varphi_n$													24	144	307	431	444	340						
$\varphi_p$						6	28	52	58	65	67	67	71	74	87	102	94	51						
$Q_p$						113	526	977	1095	1223	1261	1261	1337	1392	3952	8002	10027	8520						
$\alpha_p$	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,12	0,24	0,29	0,23	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
$Q_{п}^{max}$	920	818	818	818	715	715	715	715	613	613	613	613	613	613	511	1226	2455	2962	2350	1533	1328	1123	1003	920
$\theta_1^{НС}$	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97
$\theta_2^{НС}$	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97
$Q_{НС}^{max}$	1682	1661	1545	1376	1154	901	626	352	98	-124	-293	-398	-430	-398	-293	-124	98	352	626	901	1154	1376	1545	1661
$\alpha_1^p$	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87
$\alpha_2^p$	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1
$Q_{п}^{max}$	3995	3805	3475	3019	2881	1885	878	704	190	-217	-493	-611	-587	-398	-67	389	527	1523	2530	2704	3218	3625	3901	4019
$\theta_{max}^p$	-0,87	-0,97	1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71
$t_{в}$	20,9	20,5	19,9	20,5	20,9	22,1	23,7	25,4	27,4	29,4	31,1	32,7	33,9	34,7	34,9	34,7	33,9	32,7	31,1	29,4	27,4	25,4	23,7	22,1
$Q_{\Delta t_{max}}$	-1394	-1530	-1734	-1530	-1394	-986	-442	136	816	1496	2077	2625	3030	3303	3375	3303	3030	2625	2077	1496	816	136	-442	-986
$Q_{рад}$	5203	4744	4104	3683	3356	2515	1777	1907	1717	1763	1904	2229	2626	3119	3526	4794	6110	7462	7583	6634	6516	6260	6007	5604

Примечание. В рамки заключены: а) максимальная величина  $Q_p^{max}$  для последующего расчета  $Q_p^{AK}$ , выбранная из значений  $Q_p$ ;  
б) максимальные теплопоступления в помещении  $Q_{рад}^{max}$ , выбранные из значений  $Q$  рад.

129179 Подп. к печ. 4/3-87г. Зак. 308 Тир. 7500 ш. Гр. 10к.  
ИИ Сантехпроект, г. Москва, Н.Первомайская, 4