ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АРЕНДНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПРОМСТРОЙПРОЕКТ

П О С О Б И Е 2.91 к СНиП 2.04.05-91

Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения

Москва 1993 г.

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АРЕНДНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПРОМСТРОЙПРОЕКТ

П О С О Б И Е 2.91 к СНиП 2.04.05-91

Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения

Главный инженер института И.Б.Львовский

Главный специалист Б.В.Баркалов

Москва 1993 г.

УДК 697.911

Рекомендовано к изданию решением Технического Совета арендного предприятия Промстройпроект.

Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05.91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения. /Промстройпроект М. 1993г. стр.42/

Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05.91. "Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения" разработано Промстройпроектом (канд. техн. наук Б.В.Баркалов) при участии СантехНИИпроекта (инж. В.В.Невский).

Расчет поступлений теплоты с учетом ее аккумуляции ограждениями помещения и оборудованием, представленный в данном Пособии, разработанный по методике д.т.н. В.Н.Богословского, более обоснован, чем применяющийся в практике проектирования расчет по СНиП П-33-75. При этом максимальный (расчетный) расход воздуха на ассимиляцию теплоты солнечной радиации сокращается на 40% от расхода без учета аккумуляции теплоты. В Пособии приведены также данные о поступлении теплоты от людей.

Пособие предназначено для специалистов в области отопления и вентиляции.

Рецензент доктор технических наук В.П.Титов

Редактор инженер К.В.Агафонова

ПЕРЕЧЕНЬ ПОСОБИЙ

к СНиП 2.04.05-91

"Отопление, вентиляция и кондиционирование"

1.91. Расход и распределение приточного воздуха

2.91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения

3.91. Вентиляторные установки

4.91. Противодымная защита при пожаре

5.91. Размещение вентиляционного оборудования

6.91. Огнестойкие воздуховоды

7.91. Схемы прокладки воздуховодов в зданиях

8.91. Численность персонала по эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования

9.91. Годовой расход энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования

10.91. Проектирование антикоррозийной защиты

11.91. Расчетные параметры наружного воздуха для типовых проектов

12.91. Рекомендации по расчету инфильтрации наружного воздуха в одноэтажные производственные здания.

13.91. Противопожарные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования.

Заявки принимаются отделом комплексной информатизации проектирования (ОКИП) Промстройпроекта по адресу 119827, ГСП, Москва, Г-48, Комсомольский проспект, 42 2(тел. 242-37-64, 242-10-45). по вопросам оплаты тел. 245-95-24

Настоящее "Пособие к СНиП 2.04.05-91" защищено авторским правом, не должно воспроизводиться или использоваться никаким способом и никакими средствами - электронными или механическими, включая фотокопирование или информационные фонды и системы выдачи, без письменного разрешения института Промстройпроект.

Содержание.

	стр.
1. Расчетные формулы	3
2. Примеры расчетов поступлений теплоты солнечной радиации в помещения	9
3. Таблица 1. Поверхностная плотность теплового потока (прямой/рассеянной) радиации в июле, прошедшего через вертикальное или горизонтальное остекление световых проемов, Вт/м2, время начала и окончания радиации	14
Таблица 2. Сопротивление теплопередаче и коэффициенты теплопропускания заполнений световых проемов	24
Таблица 3. Высота h_s и азимут солнца A_s на различных широтах в июле	25
Таблица 4. Коэффициенты облученности	26
Таблица 5. Показатель поглощения теплового потока солнечной радиации, "$a_п$"	27
Таблица 6. Коэффициент Θ_i гармонического изменения температуры наружного воздуха	29
Таблица 7. Поверхностная плотность потока солнечной радиации (прямая/рассеянная), поступающей на горизонтальную поверхность, Вт/м2, в июле	30
Таблица 8. Поверхностная плотность потока солнечной радиации (прямая/рассеянная), поступающей на вертикальную поверхность северной ориентации, Вт/м2, в июле	31
Таблица 8а. То же для южной ориентации	32
Таблица 8б. То же для юго-восточной и юго-западной ориентации	33
Таблица 8в. То же для северо-восточной и северо-западной ориентации	34
Таблица 8г. То же для восточной и западной ориентации	35
Таблица 9. Тепловыделения от взрослых людей, Вт ..	36
Таблица 10 - к примеру 1	37
Таблица 11 - к примеру 1	38
4. Список литературы	39
5. Рисунки 1 - 3	40

1. Расчетные формулы.

1. В Пособии рассматриваются поступления теплоты в помещения солнечной радиации и от людей. Другие поступления теплоты следует учитывать по заданиям технологов, опытным или литературным данным.

2. Поступления теплоты, Q Вт, в помещение от солнечной радиации через остекленные световые проемы и массивные ограждающие конструкции зданий различного назначения для наиболее жаркого месяца года (июля) и заданного или каждого часа суток, следует рассчитывать по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^{a} Q_i + \sum_{i=1}^{b} Q_{i,м} , \qquad (1)$$

где:

Q_i. - тепловой поток, Вт, через i-й световой проем;

$Q_{i,м}$ - тепловой поток, Вт, через i-е массивное ограждение;

a,b - число световых проемов и массивных ограждений.

Расчетным является максимальный тепловой поток $Q_{макс}$, Вт, выбираемый из часовых поступлений теплоты за период, когда в помещении работают или отдыхают люди или ведется производственный процесс.

3. Тепловой поток прямой и рассеянной солнечной радиации (далее "солнечной радиации") через i-й световой остекленный проем (далее "световой проем"), Вт, следует определять по формуле:

$$Q_{oc} = Q_{oc,i} \cdot a_п + Q_{\Delta t} , \qquad (2)$$

где:

Q_{oc}.- тепловой поток, Вт, солнечной радиации через остекленный световой проем, определяемый по п.п. 4-9;

$a_п$ - показатель поглощения теплового потока солнечной радиации, определяемый по п.п. 10-12;

$Q_{\Delta t}$.- тепловой поток теплопередачей через световой проем по п. 13.

Примечание. При определении поступлений теплоты для расчета систем вентиляции, величину $Q_{\Delta t}$ допускается не учитывать.

4. Тепловой поток, Вт, солнечной радиации через световой проем рассчитывается по формуле:

$$Q_{oc,i} = (q_п K_1 + q_р K_2) K_3 K_4 A_{oc} , \qquad (3)$$

где:

$q_п, q_р$ - поверхностная плотность теплового потока, Вт/кв.м, через остекленный световой проем в июле в данный час суток, соответственно от прямой ($q_п$) и рассеянной ($q_р$) солнечной радиации, принимаемая для вертикального и горизонтального остекления по табл.1, а для наклонного остекления рассчитывается по п.5;

$K_1 = K_{п,г} \cdot K_{п,в}$ - коэффициенты облученности прямой солнечной радиацией для учета площади светового проема, незатененной горизонтальной $K_{пг}$ и вертикальной К плоскостями в строительном исполнении, рис.1а, определяемые по п. 6;

$K_2 = K_г \cdot K_в$.. - коэффициенты облученности для учета поступления рассеянной солнечной радиации через световые проемы, не

затененные горизонтальной и вертикальной наружными солнцезащитными плоскостями в строительном исполнении, определяемые по п. 7;

K_3 - коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств (шторы, маркизы, жалюзи и др. изделия заводского изготовления), принимаемые по прил. 8 СНиП II-3-79**.

$K_ц$ - коэффициент теплопропускания остеклением световых проемов, принимаемые по табл. 2;

A_{oc} - площадь светового проема (остекления), кв.м.

5. Поверхностная плотность тепловых потоков, (Вт/кв.м), поступающих в помещение в данный час суток через наклонное (рис.2) остекление от прямой и рассеянной солнечной радиации $q_п$, $q_р$ следует определять по формулам:

для остекления а - при $0° \leq A_{s,oc} \leq 90°$ или $270° \leq A_{s,oc} \leq 360°$;

$$q_п = q_{п,г} \cdot \cos\angle + q_{п,в} \cdot \sin\angle ; \qquad (4)$$

$$q_р = q_{р,г} \cdot \cos\angle + q_{р,в} \cdot \sin\angle ; \qquad (5)$$

для остекления б - при $90° \leq A_{s,oc} \leq 270°$;

$$q_п = q'_{п,г} \cdot \cos\angle - q'_{п,в} \cdot \sin\angle ; \qquad (6)$$

$$q_р = q'_{р,г} \cdot \cos\angle - q'_{р,в} \cdot \sin\angle ; \qquad (7)$$

где:

$q_{п,г}, q_{п,в}$, $q_{р,г}, q_{р,в}$ - поверхностная плотность тепловых потоков, Вт/кв.м, поступающих от прямой (п) и рассеянной (р) солнечной радиации соответственно через горизонтальное (г) и вертикальное (в) остекление той же ориентации, что и наклонное остекление "а", принимаемые по табл.1;

$q'_{п,в}, q'_{р,в}$ - поверхностная плотность тепловых потоков, Вт/кв.м, поступающих от прямой и рассеянной солнечной радиации через вертикальное остекление, ориентация которого соответствует остеклению "в" противоположна ориентации наклонного остекления "а", принимаемые по табл.1;

$\angle$ - угол наклона остекления к горизонтальной плоскости, град.(рис.2).

Примечание: Если при вычислении по формулам (4) и (6) величина $q_п$ окажется отрицательной, то следует считать $q_п = 0$, т.к. в этом случае остекление находится в тени.

6. Коэффициенты $K_{п,г}$ и $K_{п,в}$ для формулы (3) определяются по формулам:

$$K_{п,г} = 1 - H^{-1} (l_1 \, tg h_s / \cos A_{s,oc} - r) \qquad (8)$$

$$K_{п,в} = 1 - B^{-1} (l_2 | tg A_{s,oc} | - s) , \qquad (9)$$

где:

H, B - высота и ширина светового проема, м;

l_1, l_2 - ширина горизонтальных и вертикальных строительных солнцезащитных плоскостей, рис. 1а; при отсутствии солнцезащитных плоскостей, но при расстоянии кромки стен от остекления 150 мм и более рекомендуется их учитывать как плоскость, затеняющую оконный проем;

h_s - высота солнца - угол, град., между направлением солнечного луча и его проекцией на горизонтальную плоскость, принимаемая по табл.3, рис.1б;

$A_{s,oc}$ - солнечный азимут остекления светового проема, град., определяемый по п.8;

r, s - расстояние, м, от солнцезащитных плоскостей соответственно до вертикального или горизонтального края светового проема (рис.1а).

Примечания: 1. При отсутствии солнцезащитных устройств (СЗУ) в формулах (8) и (9) следует принимать r = s = 0.

2. Если при вычислениях по формулам (8) и (9) :

а) $K_{п,г} \leq 0$ или $K_{п,в} \leq 0$, то следует принять $K_t = 0$, т.е. световой проем полностью затенен;

б) $K_{п,г} > 1$ или $K_{п,в} > 1$, то следует принять $K_t = 1$ или $K_{п,в} = 1$, т.к. тень от солнцезащитного устройства не доходит до светового проема.

7. Коэффициенты $K_г$, $K_в$ принимаются по табл.4 в зависимости от солнцезащитных углов плоскостей l_1 и l_2 по рис. 1а, определяемых по формулам:

$$\beta = \operatorname{arctg} [l_1 / (H + r)] \qquad (10)$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} [l_2 / (B + s)], \qquad (11)$$

где:

H, B, l_1, l_2, r, s - принимаются по п.5 и рис. 1а.

8. Солнечный азимут светового проема, $A_{s,oc}$ град., определяется разностью углов азимута солнца и азимута светового проема (рис.1б и 3)

$$A_{s,oc} = |A_s - A_{oc}| \qquad (12)$$

где:

A_s - азимут солнца, град. - угол между направлением на юг и горизонтальной проекцией солнечного луча;

A_{oc} - азимут светового проема, град., угол между перпендикуляром к остеклению и направлением на юг;

A_s, A_{oc} - для восточной половины небосклона отрицательны, а для западной половины положительны.

Азимуты световых проемов, ориентированные по основным странам света имеют следующие значения: ЮВ -45°, В -90°, СВ -135°, С -180°, Ю±0°, ЮЗ 45°, З 90°, СЗ 135°.

9. Затенение светового проема наружными солнцезащитными плоскостями (в строительном исполнении) рассчитывается по формулам (8) - (11) или графическим построением тени по методу Л.А. Глаубяница [5]. Для графического расчета на горизонтальном разрезе окна через точки m_1 и m_2 (на гранях защитных ребер, (рис.1а) проводятся горизонтальные проекции солнечных лучей до пересечения их с плоскостью стекол.

Отрезки прямых a_1 - $в_1$, a_1 - $в_2$, a_2 - $в_3$ определяют ширину тени, падающей на стекло в данный час суток. Пересечение продолжения прямых $в_1$ - m_1, $в_2$ - m_1 и $в_3$ - m_2 с проекцией грани горизонтального защитного элемента (козырька) прямой А - Б обозначаются точки c_1, c_2 ... c_3, c_n. Полученные отрезки прямых c_1 - $в_1$, c_2 - $в_2$

... $c - в_3$ и $c_n - в_n$ заменяются соответственно равными им отрезками $d_1 f$, $d_2 f$, ... $d_n f$, которые откладываются на прямой f D, проведенной вдоль защитного козырька на вертикальной проекции окна.

Для каждого расчетного часа через точки d_1, d_2 ... d_n проводят вертикальные проекции солнечных лучей до пересечения с плоскостью стекол в точках g_1, g_2 ... g_n. Длины отрезков fd_1, fd_2 ... fd_n представляют высоты тени, создаваемой козырьком на стеклах светового проема.

На фасаде светового проема строятся границы полученной тени и вычисляется площадь затененной и свободной части светового проема (см. пример 2).

10. Показатель "a_n" - поглощения ограждениями и оборудованием теплового потока прямой и рассеянной солнечной радиации, передаваемого воздуху помещения конвективными потоками, определяется по табл.5. в зависимости от отношения $\sum У / \Delta$, в котором $\sum У$ - показатель суммарного усвоения теплоты ограждениями и оборудованием помещения [1], Вт/град.С:

$$\sum У = У_1 A_1 \cdot У_2 A_2 + ..+ У_n A_n + У_{об} ; \qquad (13)$$

Δ - показатель интенсивность конвективного теплообмена в помещении (м):

$$\Delta = 2,55 \ (A_1 + A_2 + ... + A_n + A_{об}) , \qquad (14)$$

$У_1 ... У_n$ - коэффициенты теплоусвоения, Вт/(кв.м.град.С), для стен, покрытий и пола принимаются по формулам пунктов 3.4*, 3.5, 3.6* и 4.2* СНиП П-3-79** [4], причем в расчете учитывается только один-два активных внутренних слоя конструкции ограждения со стороны помещения;

A_1 - A_n - внутренние поверхности ограждений помещения и поверхности оборудования, м2.

11. Коэффициенты теплоусвоения для ограждений и оборудования определяются по формулам, Вт/(кв.м.град.С):

для окон и остекления фонарей

$$У_{ок} = 1/(R_{ос} - 1/\alpha_{вн}) , \qquad (15)$$

где:

$R_{ос}$ - термическое сопротивление теплопередаче остеклений световых проемов, принимаемс по прил. 6* СНиП П-3-79**;

$\alpha_{вн}$ - коэффициент теплоотдачи, принимаемый по табл. 4* СНиП П-3-79**;

для перегородок производится расчет для половины их толщины по формуле:

$$У_м = R_м \cdot S^2_м , \qquad (16)$$

где:

$R_м$ - термическое сопротивление части слоя, м, перегородки, разделенной по оси симметрии;

$S_м$ - коэффициент теплоусвоения материала слоя на границе разделения.

Для оборудования [1,2]

$$У_{об} = 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot G \cdot C , \qquad (17)$$

где:

$G_{об}$ - масса оборудования, кг; с - удельная теплоемкость оборудования, Дж/(кг град.С), для металла 481,5 Дж/(кг град.С).

12. Для определения почасовых поступлений теплоты расходуемой на нагревание приточного воздуха, следует по табл.1 найти время начала прямой радиации $Z_н$ и продолжительность прямой радиации через остекленные поверхности помещения $\Delta Z_п$, а затем по табл.5, руководствуясь найденными значениями $\Delta Z_р$ по строке, соответствующей отношению $\Sigma У / \Delta$ находят значения показателя $a_п$ для начала радиации Z и затем для всех часов суток Z + 1, Z + 2 и т.д.

Умножая значение максимального теплового потока солнечной радиации Q_i (найденного по п.п. 4 - 9) на полученный показатель $a_п$ определяют почасовые поступления теплоты, Вт, в помещение, расходуемые на нагревание воздуха (см. пример 1).

13. Тепловой поток теплопередачей, Вт, для данного часа суток через остекленный световой проем (остекление) рассчитывается по формуле:

$$Q_{\Delta t} = (t_{нар} + 0,5\Theta_i A_{м,с} - t_п) A_{ос} / R_{ос} , \quad (18)$$

где:

$t_{нар}$ - средняя за сутки температура наружного воздуха, град.С, принимаемая равной температуре июля по графе 8 таблицы "Температура наружного воздуха" СНиП 2.01.01-82 [6];

$A_{м,с}$ - максимальная суточная амплитуда температуры наружного воздуха в июле, град.С, принимаемая по СНиП 2.01.01-82;

Θ_i - коэффициент, выражающий гармоническое изменение температуры наружного воздуха, принимаемый по табл. 6 ;

$t_п$ - температура воздуха в помещении, град.С, принимаемая по СНиП 2.04.05-91 [8];

$A_{ос}$, $R_{ос}$ - площадь, кв.м, и приведенное сопротивление теплопередаче, кв.м град.С/Вт, остекления светового проема, принимаемое по прил. 6* СНиП II-3-79** или по табл.2 Пособия.

14. Тепловой поток, Вт, через массивную ограждающую конструкцию (наружную стену или покрытие) $Q_м$, для данного часа суток (Z) следует определять по формуле.

$$Q_м = [\frac{1}{R}(t_{нар} + \rho \frac{J_{ср}}{\alpha_{нар}} - t_в) + \frac{\beta_к \cdot \alpha_{вн}}{\nu}(0,5\Theta_i A_{м,с} + \frac{\rho}{\alpha_{нар}} \Theta_\Sigma A_j)] A_м , \quad (19)$$

где:

R - сопротивление теплопередаче массивной ограждающей конструкции (наружной стены, покрытия), кв.м град.С/Вт, принимаемое в соответствии с требованиями п.п.2.6-2.9 СНиП. П-3-79**;

$t_{нар}$, $t_п$ - средняя температура наружного воздуха в июле, по СНиП 2.01.01-82 [6] и температура воздуха в помещении;

ρ - коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью ограждающей конструкции, принимаемый по приложению 7 СНиП П-3-79** [4];

$J_{ср}$ - среднесуточное значение поверхностной плотности теплового потока суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/кв.м, поступающей в июле следует принимать по табл.7 для горизонтальной и табл.8 для вертикальной поверхности;

$\beta_к$ - коэффициент, равный 1 - при отсутствии вентилируемой воздушной прослойки в ограждении (покрытии) и равным 0,6 для всех других ограждающих конструкций;

ν - величина затухания амплитуды колебаний температуры на-

ружного воздуха в ограждающей конструкции, определяемая по п. 3.4* СНиП П-3-79** или по формуле [1]:

$$\nu = 2^{\Sigma D}\left(0{,}83 + 3\frac{\Sigma R}{\Sigma D}\right)\nu_e\nu_a \quad , \qquad (20)$$

где:

ΣR - термическое сопротивление ограждения Вт/(кв.м град.С);
ΣD - тепловая инерция ограждения;

$\nu_e = 0{,}85+0{,}15\frac{S_2}{S_1}$ - для многослойных конструкций; (21)

$\nu_a = 1+0{,}5R_a\frac{\Sigma D}{\Sigma R}$ - для конструкций с воздушной прослойкой; (22)

S_1, S_2 - коэффициенты теплоусвоения материалов первого и второго слоев по ходу тепловой волны, Вт/(кв.м град.С), по СНиП II-3-79**.

Θ_1, Θ_2 - коэффициенты, принимаемые по табл. 6 для каждого часа суток соответственно при $\xi = \varepsilon + 15$; $\xi_1 = \xi + Z$;
ε - запаздывание температурных колебаний в ограждении определяется по п.15; Z - время максимума суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, принимаемое по табл.7 и 8;
$A_{мс}$ - по п. 13;
A_j - амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), принимая по п.16;
$A_м$ - площадь массивной ограждающей конструкции (наружной стены, покрытия), кв.м;
$\alpha_н$, $\alpha_{вн}$ - коэффициенты теплоотдачи наружной и внутренней поверхности ограждения Вт/(м2 . 'С), определяемые соответственно по формуле (24) и табл. 4* СНиП П-3-79**.

15. Запаздывание температурных колебаний в ограждающей конструкции ε, в часах, определяется по формуле

$$\varepsilon = 2{,}7\Sigma D - 0{,}4 \quad , \qquad (23)$$

где:

ΣD - тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по п. 2.4* СНиП П-3-79**.

16. Амплитуда суточных колебаний суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) A_j, Вт/кв.м, определяется по формуле:

$$A_j = J_{макс} - J_{ср} \quad , \qquad (24)$$

где:

$J_{макс}, J_{ср}$ - максимальное и среднесуточное значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), поступающей на наружное ограждение, принимается по табл. 7 или 8.

17. Выделения теплоты от взрослых людей в производственных помещениях в зависимости от затрат энергии (категории тяжести выполняемой работы и температуры воздуха в рабочей или обслуживаемой зоне помещений) принимаются по табл.9.

Тепловыделения от людей в жилых зданиях в теплый период года не учитывается, а в холодный период являются частью величины бытовых тепловыделений, определяемых в соответствии со СНиП 2.04.05-91.

Тепловыделения от людей в общественных зданиях и административно-бытовых помещениях промышленных предприятий принимаются по СНиП на проектирование этих зданий или по ведомственным нормативным документам.

2. Примеры расчетов поступлений теплоты от солнечной радиации.

Пример 1. Определить поступление теплоты солнечной радиации в производственное помещение в одноэтажном здании в Москве (56 град.СШ), имеющем окна в ЮЗ стене без солнцезащитных устройств. Влияние солнцезащиты - см. пример 2. В помещении поддерживается постоянная температура воздуха 22 град.С. Характеристика ограждающих конструкций помещения приведена в табл. 10. В помещении установлено технологическое оборудование общей массой 3000 кг, при общей поверхности 200 кв.м.

Решение. Расчеты произведены по методике профессора В.Н. Богословского [1].

1. Максимальный тепловой поток солнечной радиации через окна площадью 85 кв.м находим по формуле (3) и табл.1, при максимальной плотности потока прямой радиации 479 и рассеянной 108 Вт/кв.м, при коэффициенте теплопропускания K_4 = 0,61 (по табл.2) и отсутствии защитных устройств на окнах K_1 = 1; K_2 = 1 и K_3 = 1:

$$Q_{ос,с} = (479 \times 1 + 108 \times 1) \times 1 \times 0{,}61 \times 85 = 30436 \text{ Вт.}$$

2 Для определения показателя $a_п$ поглощения помещением теплового потока солнечной радиации по п.10 находим коэффициенты теплоусвоения, Вт/(кв.м град.С):

для окон по формуле (15) $Ч_{ос} = 1/(0{,}34 - 1/8{,}7) = 4{,}44$;

для стены по слою керамзитобетона D = 3,2 > 1;

по п. 3.5 СНиП П-3-79** $Ч_{вн} = S = 5{,}03$;

для покрытия по слою пенобетона, при D > 1, по п. 3.5 СНиП П-3-79** $Ч_{вн} = S = 2{,}19$;

для перегородок при D/2 = 0,56 < 1 по формуле (16)

$$Ч_м = 0{,}0315 \times 17{,}98^2 = 10{,}2;$$

для пола при D_1 = 0,63 > 0,5 по формуле (27) СНиП П-3-79**

$$Ч_п = 2 \times S_1 = 2 \times 16{,}43 = 32{,}9;$$

для оборудования по формуле (17)

$$Ч_{об} = 3{,}6 \times 10^{-5} \times 3000 \times 481{,}5 = 52.$$

3. Показатель суммарного теплоусвоения помещения по формуле (13):

$$\Sigma Ч = 4{,}44 \cdot 85 + 5{,}03 \cdot 22 + 2{,}19 \cdot 216 + 10{,}2 \cdot 260 + 32{,}9 \cdot 216 + 52 = 10772 \text{ Вт/град.С.}$$

4. Показатель интенсивности конвективного теплообмена по формуле (14):

$$\Delta = 2{,}55(85 + 22 + 216 + 260 + 216 + 200) = 2547{,}5 \text{ Вт/град.С.}$$

5. Показатель поглощения помещением теплового потока солнеч-

ной радиации по п. 10:

$$a_п = \varphi \Sigma Y / \Delta = \varphi (10772/2547,5) = \varphi\ 4,2.$$

6. По табл. 1 находим общую продолжительность радиации через ЮЗ окна ΔZ = 10ч и начало радиации в Z = 10ч, по табл. 5 при $a_п$ = 4,2 находим величины показателя $a_п$ = 0,18 для Z = 10ч; $a_п$ = 0,19 для Z + 1 = 11ч и т.д. для всех часов суток и записываем их в первую строку табл. 11.

7. Умножим $Q^{макс}_{ост.т}$ = 30436 Вт на показатели $a_п$; полученные часовые поступления теплоты, поглощенные помещением и переданные его воздуху, вносим во вторую строку табл. 11.

8. По формуле (18) определяем величину теплового потока теплопередачей через окна, Вт.

$$Q_{\Delta t} = (18,1+0,5\Theta_1 \times 18,5-22)85/0,34 = 2300\Theta_1 - 975,$$

где Θ_1 - определяется по табл. 6 на пересечении графы, соответствующей 15 часам и строки для этого часа, где Θ_1 = 1, что соответствует максимальному поступлению теплоты через окна. Вправо и влево от этого значения по строке 15 находим значения Θ_1, которые записываем в строку 3 табл. 11, а в строках 4 и 5 почасовые поступления теплоты через окна.

9. Определяем величину теплового потока, Вт, через наружную стену (табл. 6) по формуле (19) для

$$Q_м = [\frac{1}{0,83}(18,1+\frac{0,7\cdot 202}{27,1} - 22)+\frac{8,7}{22,3}(0,5\Theta_1 \times 18,5 + \frac{0,7}{27,1}\Theta_2 \cdot 497)]\ 22.$$

$Q_м = 34,9+79\Theta_1+110,2\Theta_2$; при $\Theta_1 = \Theta_2$; $Q_м = 34,9+189,2\Theta_1$ Вт,

где: $T_{ср} = 202$; $A_i = 699-202 = 497$ Вт/кв.м по табл. 8 для 56 град. СШ; $\lambda_м = 1,16(5+10\sqrt{3,37}) = 27,1$ Вт/(кв.м град.С).

По формуле (20) затухание амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в стене:

$$\nu = 2^{3,57}(0,83+3\frac{0,83}{3,57})(0,85+0,15\frac{5,03}{6,7}) \approx 17 \text{ раз.}$$

Расчет по значительно более сложной формуле (21) СНиП П-33-79** дает ν = 22,3 раза - принято в расчете.

10. Поступление теплового потока через наружную стену запаздывает на 2,7D-0,4 = 2,7x3,57-0,4 = 9,2 ч по сравнению с поступлением максимального теплового потока на ЮЗ вертикальную плоскость в 15 ч, т.е. максимальное поступление теплоты через стену будет в 15+9,2 = ~24 часа при Θ_1 = 1, которое в табл. 6 находится на пересечении строки 24ч и графы 24.

Поэтому по строке 24 находим все остальные значения величины Q_1, записываем их в строку 6 табл. 11 по $Q_м = 34,9+189,2Q$. Вт - находим все его значения, приведенные в строке 7 табл. 11.

11. Определяем величину теплового потока, Вт, через бесчердачное покрытие по формуле (19):

$$Q = [\frac{1}{1,685}(18,1+\frac{0,9\cdot 327}{27,1} -22)+\frac{8,7}{43,9}(0,5\Theta_1\ 18,5+\frac{0,9}{27,1}\Theta_2 \cdot 490)]216 =$$

$$=892,2+393,8\Theta_1+696,6\Theta_2 .$$

где: A_j = 691+126-327 = 490 Вт/кв.м по табл.7 для 56 град. СШ. По формуле (20)

ν = $2^{3,93}$ $(0,83+3,0\frac{1685}{3,93})(0,85+0,15\frac{10,5}{3,53})$ = 42 раза, принято по формуле (21) СНиП II-33-79** 43,9 раза.

Поступление теплового потока через покрытие теплопередачей от наружного воздуха запаздывает на 2,7x3,93 - 0,4 = 10,2ч по сравнению с поступлением максимального потока от наружного воздуха в 15ч, т.е. максимум наступит в 15+10,2 = 25,2 или в 1 час ночи.

Этому соответствует Θ_1 = 1. По аналогии с п. 10 данные для Θ_1 берем на строке 1 табл.6 и записываем почасовые поступления теплоты 393,8 Θ_1 в строку 9.

12. Максимальный тепловой поток солнечной радиации на горизонтальную поверхность покрытия поступает в 12ч и с запаздыванием 2,7x3,93 - 0,4 = 10,2ч, т.е. в 22ч поступит в помещение, чему соответствует Θ_2 = 1. Данные для Θ_2 берем на строке 22 табл. 6 записываем в строку 10 табл. 11, вычисляем и записываем почасовые поступления теплоты 696,6 Θ_2 в строку 11, а в строке 12 приводятся общие поступления теплоты через покрытие.

13. Суммарный максимальный тепловой поток, нагревающий воздух помещения (строка 13 табл. 11) приходится на 17 часов солнечного времени. Он составляет 13,8 кВт или 43% от суммарных максимальных потоков теплоты 30,4 +1,29-0,14+0,88 = 32,4 кВт, рассчитанных с учетом максимального потока солнечной радиации через остекление.

Пример 2. Определить максимальное поступление теплового потока солнечной радиации в 17 часов солнечного времени в помещение, характеристика которого дана в примере 1. Запроектирована защита окон горизонтальными и вертикальными плоскостями в строительном исполнении - козырьками шириной 600 мм и ребрами шириной 500 мм (рис.3). Высота окон 2 м и ширина 1,2 м, размер r = 0,2 м и S = 0,15 м. Азимут окон 45 град. Солнечный азимут окон $A_э$ = 95-45 = 50 град. Азимут солнца (A_s) для периода 17 часов по табл. 3 равен 95 град.

Решение. По формулам (8) и (9) определяем коэффициенты

$K_{п,г}$ = 1 - 2^{-1} (0,6tg21/cos50 -0,2) = 0,92;

$K_{п,в}$ = 1 - $1,2^{-1}$ (0,5tg50 -0,15) = 0,628; и $K_1 = 0,92 \cdot 0,628 = 0,578$;

Определяем солнцезащитные углы по формулам (10) и (11):

β = arctg (0,6/2,2) = 15,25°,

γ = arctg (0,5/1,35) = 20,3°

По табл. 4 находим $K_г$ = 0,77; $K_в$ = 0,85; K_2 = 0,77x0,85 = 0,65.

Тепловой поток солнечной радиации в 17 часов по формуле (3) составит:

Тепловой поток при максимальной плотности, принятой в примере 1, с полученными выше коэффициентами K_1 и K_2 по формуле (3) от прямой и рассеянной радиации составит: (479x0,578 + 108x0,65)x1 x0,61x85 = 17995 Вт или 59% от максимального теплового потока для незатененного окна. С учетом показателя поглощения $a_п$, равного для 17 часов 0,39, тепловой поток, поглощаемый воздухом помещения составит 0,39x177995 = 7018 Вт. Поступления от теплопередачи, согласно табл. 11 для 17 часов равны 1026 - 14 + 876 = 1888 Вт, всего 7018 + 1888 = 8906 Вт или 65% от теплового потока через незатененные окна.

Затенение окон от прямой и рассеянной радиации составит (1 - 0,59) 2,4 = 0,984 м2. Графическое решение затенения окна представ-

лено на рис. 3. При этом затенение окна от прямой радиации составило:

0,46x2 + 0,74x0,04 = 0,95 м2.

Более подробные данные по средствам солнцезащиты см.[7].

Пример 3. Определить величину теплового потока солнечной радиации, поступающего в 17 ч в помещение, характеристика ограждений которого приведена в примере 1. Помещение дополнительно оборудовано зенитным фонарем с двухслойными стеклопакетами в металлических переплетах площадью 20 кв.м. Окна помещения затенены козырьками и ребрами, как указано в примере 2.

1. Максимальное поступление теплового потока через затененные окна принимаем по примеру 2 - 8906 Вт.

2. Начало поступления теплового потока через фонарь по табл. 1 в 5ч и окончание 20ч, т.е. продолжительность радиации 15ч. Максимальный тепловой поток через фонарь 606+93 = 699 Вт/(кв. град.С) в 12ч солнечного времени.

3. Коэффициент теплоусвоения для фонаря по формуле (15) 1/(0,31-1/8,7) = 5,1 Вт/(кв.м град.С).

4. Показатель суммарного теплоусвоения помещения (по аналогии с п. 3 примера 1):

$$4,44\cdot85+5,1\cdot20+5,03\cdot22+2,19(216-20)+10,2\cdot260+32,9\cdot216+52 = 10830.$$

5. Показатель интенсивности конвективного теплообмена остается равным 2547,5 Вт/град.С по п. 4 примера 1. Следовательно и показатель поглощения теплового потока воздухом помещения

$$a_п = \varphi\,(10830/2547,5) = \varphi\,4,2$$

6. При максимальной продолжительности прямой солнечной радиации 12ч, вместо 15ч отсутствующих в табл.5, находим для $\Sigma У/Д$ = 4,2, при скорректированном начале радиации 7ч (вместо 5) для ΔZ = 17-7 = 10, т.е. для часа Z+10 - соответствующему 17 часам, по табл. 5 величину $a_п$ = 0,415.

Тогда расчетный тепловой поток солнечной радиации через фонарь по формулам (2), (3) и (13), с учетом $Q_{\Delta t}$ по аналогии с п. 8 расчета для примера 1

$$Q_j a_п + Q_{\Delta t} = 20(606.1+93.1)0,68.1.0,415+20(18,1+0,71.9,2-22)/0,31 = 3945+170 = 4115 \text{ Вт}.$$

7. Тепловой поток через окна и непрозрачные конструкции помещения в расчетные 17ч по примеру 2 равен 8906 Вт и через фонарь 4115 Вт, или всего в помещение поступит 8906+4115=13021 Вт

Пример 4. Определить коэффициенты облученности прямой солнечной радиацией K_1 и облученности рассеянной радиации K_2 светового проема в наружной стене здания (44 град.СШ) восточной ориентации ($A_{ос}$ = -90гр.) для 8ч.30мин. Высота окна Н =2,5м, ширина Б =2м. Имеются наружные солнцезащитные устройства: горизонтальные (козырек) и вертикальные (ребра); $l_г$ = 0,5 м; $l_в$ = 0,5 м; г = 0,2 м; s = 0,3 м, см. рис. 1.

Решение. Коэффициент K_1 при азимуте окна $A_{ос}$ = -90 град.:

по табл. 3 : A_s = -78 град.; h_s = 40 град.

по пункту 8 : $A_{s,ос}$ = -78 град.-(-90 град.) = 12 град.

По формулам (8) и (9) : $K_{п,г} = 1 - \frac{1}{2,5}\left(\frac{0,5 tg40}{\cos 12} - 0,2\right) = 0,91;$

$K_{г,в} = 1 - \frac{1}{2}(0,5tg12^\circ - 0,3) = 1,1.$

В соответствии с примечанием 2 к п. 6 следует принять $K_{п,в} = 1$.

По п. 4 : $K_1 = 0,91.1 = 0,91$ или 91% площади светового проема будет облучаться прямой солнечной радиацией.

Определяем солнцезащитные углы β и γ по формулам (10) и (11)

$$\beta = arctg \frac{0,5}{2,5+0,2} = 10^\circ 30'; = arctg \frac{0,5}{2+0,3} = 12^\circ 15';$$

по найденным углам β и γ по табл. 4 определяем $K_г = 0,84$ и $K_в = 0,9$.

Коэффициент для учета облучаемости рассеянной радиацией по п. 4 ; $K_2 = 0,9x0,84 = 0,76$.

Пример 5. Определить поступление теплоты прямой и рассеянной солнечной радиации между 15 и 16 часами через остекление треугольного фонаря общей площадью 42 кв.м. Остекление ориентировано стороной "а" (рис.2) на ЮЗ (азимут остекления Аос = 55 град. и стороной "в" на СВ ($A_{ос}$ = -125). Здание расположено в местности 48°СШ. α =25°.

Решение. На широте 48 град. азимут солнца между 15 и 16 часами, согласно табл. 3 равен 76 град., высота солнца 40 град. По формуле (12) определяем солнечный азимут для остекления : $A_{S,ос}$ = 76-55 = 21° ; 0°< 21 < 90°; "в" 76 - (-125) = 201°; 90°< 201<270°.

При найденных солнечных азимутах остекления расчет ведем по формулам (4) и (5) для остекления "а" и по формулам (6) и (7) для "в", определив по табл. 1 :$q_{п;г}$ = 420 Вт/кв.м, $q_{п,в}$ = 427; $q_{р,г}$ = 82; $q_{р,в}$ = 112 Вт/кв.м для ЮЗ ориентации и $q_{п,в}$ = 0 и $q_{р,в}$ = 59 Вт/кв.м - для СВ ориентации.

Тогда для остекления "а" : $q_п$ = 420x0,906+427x0,423 = 561,1 Вт/кв.м, $q_р$ = 82x0,906+112x0,423 = 121,7 Вт/кв.м. Для остекления "в" $q_п$ = 420x0,906-0 = 380,5 Вт/кв.м; $q_р$ = 82x0,906-59x0,423 = 49,3 Вт/кв.м. Всего через остекления треугольного фонаря в помещение поступит:

(561,1+121,7)21+(380,5+49,3)21 = 23364,6 Вт или в среднем 556,3 Вт/кв.м.

Поверхностная плотность теплового потока J $\left(\frac{\text{прямой}}{\text{рассеянный}}\right)$ солнечной радиации в июле, прошедшего через вертикальное или горизонтальное остекление световых проемов, Вт/м2

Таблица 1.

время начала и окончания прямой радиации.

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
36	5-6	56/35	140/27	157/35	42/24	—/17	—/17	—/17	—/17	13/23	18-19
	6-7	62/69	333/76	388/108	170/80	—/51	—/35	—/38	—/46	22/57	17-18
	7-8	8/79	369/108	465/130	279/128	—/79	—/56	—/53	—/57	279/78	16-17
	8-9	—/73	274/104	443/129	335/129	3/81	—/60	—/63	—/60	465/93	15-16
	9-10	—/69	149/34	356/108	321/98	52/83	—/63	—/64	—/62	626/100	14-15
	10-11	—/67	38/71	104/88	237/86	110/83	—/71	—/65	—/65	715/105	13-14
	11-12	—/67	—/67	31/80	126/83	151/83	3/77	—/72	—/65	747/105	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
40	5-6	71/38	170/46	214/46	50/35	—/20	—/20	—/21	—/22	19/31	18-19
	6-7	51/71	350/96	410/112	183/86	—/55	—/42	—/44	—/46	114/62	17-18
	7-8	6/78	345/114	493/133	302/100	—/71	—/56	—/55	—/57	281/78	16-17
	8-9	—/71	258/104	471/121	354/108	60/73	—/60	—/60	—/60	431/87	15-16
	9-10	—/64	116/80	363/99	342/95	150/79	—/63	—/62	—/62	558/93	14-15
	10-11	—/62	—6/71	191/81	274/86	222/83	—/67	—/62	—/65	651/100	13-14
	11-12	—/60	—/67	—35/73	172/77	257/83	45/77	—/65	—/65	692/104	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
44	5-6	84/42	222/53	292/59	72/40	—/23	—/22	—/22	—/23	31/36	18-19
	6-7	42/70	369/98	452/112	209/86	—/55	—/44	—/44	—/44	126/62	17-18
	7-8	—/77	357/110	500/130	333/109	—/71	—/55	—/55	—/55	283/76	16-17
	8-9	—/71	256/101	490/121	398/108	66/79	—/60	—/59	—/60	431/83	15-16
	9-10	—/64	84/80	371/100	387/101	162/81	—/63	—/60	—/62	543/93	14-15
	10-11	—/60	2/71	193/81	305/86	245/84	—/67	—/60	—/64	629/98	13-14
	11-12	—/59	—/67	37/72	214/79	288/85	73/77	—/65	—/65	668/98	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	—
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
48	5-6	93/45	356/60	327/65	95/45	—/27	—/26	—/24	—/26	37/42	18-19
	6-7	35/69	385/98	472/114	237/87	—/55	—/43	—/44	—/44	145/62	17-18
	7-9	—/74	348/107	542/129	363/109	3/73	—/53	—/53	—/53	285/73	16-17
	8-9	—/70	222/99	497/121	427/112	80/81	—/60	—/58	—/59	420/82	15-16
	9-10	—/64	60/81	372/100	419/107	186/86	—/65	—/58	—/62	519/93	14-15
	10-11	—/60	—/71	193/81	352/94	271/87	7/70	—/60	—/64	601/95	13-14
	11-12	—/59	—/67	37/72	251/84	317/88	106/78	—/65	—/65	643/98	12-13

	Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
	С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
52	5-6	102/55	301/69	371/73	116/52	—/31	—/28	—/28	—/28	57/42	18-19
	6-7	26/69	391/98	497/119	272/91	—/59	—/43	—/44	—/44	158/62	17-18
	7-8	—/71	342/106	545/129	328/110	13/76	—/55	—/53	—/53	291/73	16-17
	8-9	—/67	196/96	498/123	448/114	94/85	—/63	—/57	—/58	419/82	15-16
	9-10	—/63	42/79	374/100	429/110	206/87	—/67	—/59	—/60	508/87	14-15
	10-11	—/60	—/69	193/84	333/96	299/90	14/72	—/60	—/62	585/93	13-14
	11-12	—/59	—/65	37/72	272/86	344/91	150/78	—/65	—/63	630/98	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
56	4-5	88/19	165/32	237/27	28/20	—/12	—/13	—/13	—/13	33/20	19-20
	5-6	103/56	344/74	433/74	140/57	—/35	—/28	—/30	—/30	76/42	18-19
	6-7	17/66	401/93	523/115	287/90	—/58	—/42	—/43	—/44	169/57	17-18
	7-8	—/65	339/98	547/122	424/105	22/74	—/53	—/48	—/53	287/71	16-17
	8-9	—/62	174/87	504/114	479/108	128/85	—/64	—/55	—/56	405/78	15-16
	9-10	—/58	26/71	378/91	479/102	245/88	—/67	—/56	—/57	493/87	14-15
	10-11	—/57	—/62	193/76	427/92	347/91	21/72	—/58	—/58	566/91	13-14
	11-12	—/55	—/59	37/67	330/79	398/92	176/76	—/63	—/53	606/93	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
60	3-4	39/7	63/9	95/7	—	—	—	—	—	—	20-21
	4-5	112/28	272/40	291/37	—/28	—/16	—/15	—/14	—/14	49/23	19-20
	5-6	107/51	387/71	448/78	152/58	—/35	—/28	—/30	—/33	92/42	18-19
	6-7	15/59	404/86	542/107	313/85	—/53	—/40	—/40	—/43	178/57	17-18
	7-8	—/57	331/83	556/110	441/96	37/70	—/49	—/45	—/50	284/65	16-17
	8-9	—/55	146/77	509/99	501/98	166/81	—/60	—/50	—/52	391/70	15-16
	9-10	—/51	19/62	378/77	501/92	287/86	—/65	—/51	—/53	466/78	14-15
	10-11	—/51	—/55	193/65	452/84	384/91	70/69	—/53	—/53	534/80	13-14
	11-12	—/50	—/55	37/60	363/74	449/91	215/71	—/56	—/53	578/78	12-13
		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
64	3-4	70/19	126/23	121/19	35/12	—/12	—/9	—/9	—/10	34/15	20-21
	4-5	158/38	330/51	307/51	96/38	—/21	—/19	—/21	—/22	63/30	19-20
	5-6	109/52	429/74	471/85	208/62	—/36	—/28	—/31	—/35	105/42	18-19
	6-7	12/55	408/83	558/105	362/85	—/52	—/38	—/37	—/44	187/57	17-18
	7-8	—/52	316/83	576/106	423/95	57/69	—/46	—/42	—/48	286/62	16-17
	8-9	—/51	133/73	519/95	543/95	194/79	—/58	—/46	—/50	386/62	15-16
	9-10	—/49	12/58	379/74	544/91	331/85	—/64	—/48	—/50	443/72	14-15
	10-11	—/48	—/51	193/62	488/82	435/90	116/67	—/49	—/51	507/67	13-14
	11-12	—/48	—/51	37/57	395/74	495/90	256/70	—/51	—/51	544/65	12-13

	Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
	С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Таблица 1.
продолжение

Географическая широта, градус	Часы до полудня	Ориентация вертикального светового проема (до полудня)								Горизонтальный световой проем	
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
68	2-3	63 / 17	145 / 16	144 / 12	28 / 9	— / 8	— / 6	— / 7	— / 8	29 / 15	21-22
	3-4	112 / 28	281 / 33	258 / 35	70 / 19	— / 19	— / 12	— / 9	— / 14	59 / 31	20-21
	4-5	128 / 44	409 / 58	384 / 65	135 / 42	— / 23	— / 17	— / 19	— / 20	82 / 37	19-20
	5-6	113 / 52	475 / 78	504 / 95	245 / 66	— / 38	— / 28	— / 31	— / 38	134 / 46	18-19
	6-7	9 / 55	412 / 83	534 / 106	336 / 88	7 / 55	— / 38	— / 37	— / 44	198 / 57	17-18
	7-8	— / 51	297 / 83	506 / 106	499 / 99	79 / 69	— / 46	— / 42	— / 48	283 / 62	16-17
	8-9	— / 51	135 / 74	521 / 98	578 / 99	231 / 102	— / 58	— / 46	— / 49	376 / 62	15-16
	9-10	— / 48	5 / 57	394 / 74	583 / 91	369 / 85	— / 65	— / 48	— / 49	440 / 67	14-15
	10-11	— / 48	— / 51	193 / 62	531 / 85	463 / 90	174 / 65	— / 49	— / 50	483 / 67	13-14
	11-12	— / 48	— / 51	37 / 57	442 / 74	523 / 90	302 / 71	— / 51	— / 51	520 / 67	12-13

		Ориентация вертикального светового проема (после полудня)								Горизонтальный световой проем	Часы после полудня
		С	СЗ	З	ЮЗ	Ю	ЮВ	В	СВ		

Примечание: 1. Значения радиации приводятся в табл. 1 в виде дроби:
над чертой - прямой радиации,
под чертой - рассеянной.

2. Истинное солнечное время τ с поясным временем приближенно связано соотношением

$$\tau = \tau_{п} + 4\ (\lambda_{гг} - 0{,}15\ N\ )$$

где: $\lambda_{гг}$ - географическая долгота места строительства в гр.;
N - номер пояса времени, при этом $\tau_{п} = \tau_{д} - n$ (где $\tau_{д}$ - декретное время);
n - установленное отступление от солнечного времени.

где: $\tau_{п}$ - поясное время.
$\tau_{д}$ - декретное время.

3. Плотность теплового потока от рассеянной радиации дана с учетом рассеянного отражения прямой радиации от земной поверхности со средним альбедо 20%.

Таблица 2.

Сопротивление теплопередаче и коэффициенты теплопропускания заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей.)

NN пп	Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче R_{oc} кв.м гр.С/Вт (приведенное)	Коэффициент теплопропускания заполнения светового проема, К
1.	Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18	0,75
2.	Одинарное остекление в металлических переплетах	0,15	0,90
3.	Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39	0,60
4.	Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах.	0,42	0,51
5.	Двойное остекление в металлических раздельных переплетах.	0,34	0,61
6.	Двойное остекление витрин в металлических раздельных переплетах	0,31	0,68
7.	Тройное остекление в деревянных переплетах (спаренный и одинарный)	0,55	0,41
8.	Тройное остекление в металлических переплетах разд.	0,46	0,57
9.	Блоки стеклянные пустотелые размером 194x194x98 при ширине швов 6 мм	0,31	0,55
10.	Блоки стеклянные пустотелые размером 244x244x98 при ширине швов 6 мм	0,33	0,59
11.	Профильное стекло швеллерного сечения	0,16	0,72
12.	Профильное стекло коробчатого сечения	0,31	0,64
13.	Органическое стекло одинарное	0,19	1,0
14.	Органическое стекло двойное	0,36	0,90
15.	Органическое стекло тройное	0,52	0,82
16.	Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах.	0,36	0,60
17.	Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах.	0,31	0,68
18.	Одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах и двухслойные стеклопакеты.	0,53	0,41

Примечание 1.Значения приведенных сопротивлений теплопередачи заполнений световых проемов в деревянных переплетах даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75÷0,85.
При отношении площади остекления к площади заполнения светового проема в деревянных переплетах, равном 0,6÷0,74, указанные в таблице значения R_{oc} следует увеличивать на 10% , а при отношении площадей , равном 0,88 и более, соответственно уменьшать на 5%.
2.Значения R_{oc} взяты по приложению 6* СНиП II-3-79** .

Высота h_s и азимут A_s солнца на различных широтах, град. в июле. Таблица 3.

Истинное солнечное время - часы		Географическая широта, в град.																	
		36		40		44		48		52		56		60		64		68	
до полудня	после полудня	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s
2 - 3	21 - 22																	4	145
3 - 4	20 - 21													1	130	3	131	6	131
4 - 5	19 - 20									3	119	5	120	7	120	9	119	10	118
5 - 6	18 - 19	6	111	8	111	9	111	10	110	12	109	13	108	14	107	15	106	16	104
6 - 7	17 - 18	18	104	19	104	19	100	20	99	21	97	21	95	21	94	21	92	21	91
7 - 8	16 - 17	30	94	29	93	29	90	30	87	30	85	29	82	28	81	27	79	27	77
8 - 9	15 - 16	42	86	41	82	40	78	40	76	38	72	37	69	36	67	34	64	32	61
9 - 10	14 - 15	54	75	52	69	50	65	49	60	47	56	45	53	43	50	40	49	37	45
10 - 11	13 - 14	65	56	62	49	59	45	56	40	54	36	51	33	48	31	44	29	40	28
11 - 12	12 - 13	73	24	69	20	65	18	61	16	58	13	54	12	50	11	46	10	42	9
12 полдень		74	0	70	0	66	0	62	0	58	0	54	0	50	0	46	0	42	0

Таблица 4.

Коэффициенты облученности

Тип солнцезащитной конструкции	Солнцезащитные углы β и γ, град. (по рис.1)					
	10	20	30	40	50	60
Горизонтальная $K_г$	0,84	0,70	0,58	0,47	0,36	0,27
Вертикальная $K_в$	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68	0,63

Примечание.

Коэффициент облученности K_2 при наличии горизонтальных и вертикальных элементов затенения следует определять как произведение соответствующих коэффициентов $K_2 = K_г \times K_в$.

Показатель поглощения теплового потока солнечной радиации "а"$_п$ Таблица 5.

$\Sigma y/\Delta$	Часы суток																							
	Z	Z+1	Z+2	Z+3	Z+4	Z+5	Z+6	Z+7	Z+8	Z+9	Z+10	Z+11	Z+12	Z+13	Z+14	Z+15	Z+16	Z+17	Z+18	Z+19	Z+20	Z+21	Z+22	Z+23	Z+24
	Продолжительность солнечной радиации $\Delta Z_ц$ = 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	0,04	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	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	0,10	0,09	0,08	0,07	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
2,0	0,05	0,14	0,28	0,33	0,24	0,15	0,12	0,11	0,10	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	0,10	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	0,06	0,11	0,22	0,27	0,22	0,15	0,12	0,11	0,10	0,10	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
3,5	0,06	0,10	0,20	0,24	0,21	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
4,0	0,06	0,10	0,18	0,23	0,20	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	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
4,5	0,07	0,10	0,17	0,21	0,19	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	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
5,0	0,07	0,09	0,16	0,20	0,18	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	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
5,5	0,07	0,09	0,15	0,19	0,18	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
6,0	0,07	0,09	0,15	0,19	0,17	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
	Продолжительность солнечной радиации $\Delta Z_ц$ = 6 ч																							
0,5	0,02	0,24	0,50	0,66	0,68	0,52	0,25	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,08	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
1,0	0,04	0,17	0,36	0,50	0,54	0,46	0,28	0,18	0,14	0,12	0,10	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	0,40	0,45	0,41	0,28	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
2,0	0,07	0,13	0,25	0,35	0,39	0,37	0,27	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	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	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
3,0	0,09	0,12	0,21	0,28	0,32	0,31	0,25	0,20	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
3,5	0,09	0,12	0,19	0,26	0,30	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	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
4,0	0,10	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	0,10	0,10
4,5	0,10	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	0,11
5,0	0,11	0,12	0,17	0,22	0,26	0,26	0,23	0,19	0,17	0,16	0,16	0,16	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	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
6,0	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
	Продолжительность солнечной радиации $\Delta Z_ц$ = 8 ч																							
0,5	0,03	0,20	0,41	0,60	0,71	0,72	0,64	0,50	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
1,0	0,06	0,16	0,31	0,45	0,55	0,59	0,55	0,45	0,29	0,20	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	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	0,30	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
2,0	0,10	0,14	0,24	0,33	0,40	0,44	0,44	0,39	0,30	0,23	0,20	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	0,10
2,5	0,11	0,15	0,22	0,30	0,37	0,40	0,40	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
3,0	0,12	0,14	0,21	0,28	0,34	0,37	0,38	0,35	0,29	0,24	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12
3,5	0,13	0,15	0,20	0,27	0,32	0,35	0,36	0,33	0,29	0,24	0,21	0,20	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
4,0	0,14	0,15	0,20	0,25	0,30	0,33	0,34	0,32	0,28	0,27	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
4,5	0,14	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,32	0,31	0,27	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
5,0	0,15	0,16	0,19	0,24	0,28	0,31	0,31	0,30	0,27	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
5,5	0,15	0,16	0,19	0,23	0,27	0,29	0,30	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
6,0	0,15	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29	0,30	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15

Таблица 5.
продолжение

Показатель поглощения теплового потока солнечной радиации "$a_п$"

$\Sigma y/\Delta$	Часы суток																								
	Z	Z+1	Z+2	Z+3	Z+4	Z+5	Z+6	Z+7	Z+8	Z+9	Z+10	Z+11	Z+12	Z+13	Z+14	Z+15	Z+16	Z+17	Z+18	Z+19	Z+20	Z+21	Z+22	Z+23	Z+24
Продолжительность солнечной радиации ΔZ_y = 10 ч																									
0,5	0,04	0,17	0,35	0,52	0,66	0,74	0,76	0,71	0,60	0,44	0,24	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
1,0	0,08	0,16	0,28	0,41	0,52	0,60	0,63	0,61	0,55	0,44	0,30	0,22	0,19	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
1,5	0,11	0,16	0,25	0,35	0,44	0,51	0,54	0,54	0,50	0,43	0,32	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
2,0	0,13	0,16	0,24	0,32	0,40	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
2,5	0,15	0,17	0,23	0,30	0,37	0,42	0,45	0,46	0,44	0,39	0,32	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
3,0	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	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16
3,5	0,17	0,18	0,22	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,40	0,37	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
4,0	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	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18
4,5	0,18	0,19	0,22	0,27	0,21	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	0,20	0,19	0,19	0,18
5,0	0,19	0,19	0,22	0,26	0,30	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	0,20	0,20	0,19	0,19
5,5	0,19	0,20	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	0,21	0,20	0,19
6,0	0,20	0,20	0,22	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35	0,34	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
Продолжительность солнечной радиации ΔZ_y = 12 ч																									
0,5	0,06	0,16	0,32	0,47	0,50	0,70	0,77	0,78	0,75	0,68	0,56	0,41	0,24	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
1,0	0,10	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	0,10
1,5	0,14	0,18	0,26	0,34	0,43	0,50	0,55	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	0,16	0,19	0,25	0,32	0,39	0,45	0,50	0,53	0,54	0,52	0,48	0,43	0,35	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16
2,5	0,18	0,20	0,25	0,31	0,37	0,42	0,46	0,49	0,50	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	0,20	0,19	0,18
3,0	0,20	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44	0,47	0,41	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	0,20
3,5	0,21	0,22	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44	0,45	0,45	0,40	0,40	0,38	0,33	0,30	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21
4,0	0,22	0,23	0,26	0,27	0,33	0,37	0,40	0,42	0,44	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,29	0,28	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	0,36	0,36	0,39	0,41	0,42	0,42	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23
5,0	0,23	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,41	0,41	0,40	0,38	0,35	0,32	0,31	0,30	0,30	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	0,40	0,40	0,39	0,38	0,35	0,32	0,32	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24
6,0	0,24	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,39	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24

Примечание: если $Z = m > 24$ ч, то коэффициент $a_п$ принимается для $Z = n - 24$ ч.

Таблица 6.

Коэффициент Θ_i гармонического изменения температуры наружного воздуха для каждого часа суток.

ε_n	Часы суток																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	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
2	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
3	0,87	0,87	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,91	-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	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
5	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	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26
6	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-.05	-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	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
8	-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	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5
9	-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	-0,97	-0,87	-0,71
10	-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	-0,97	-0,87
11	-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	-0,97
12	-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
13	-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
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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1	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	1

Примечание: Если $\varepsilon = a > 24ч$, то значение коэффициента Θ_i принимается для соответствующего часа суток при $\varepsilon = a - 24ч$.

Таблица 7.

Поверхностная плотность потока солнечной радиации $\left(\frac{\text{прямая}}{\text{рассеянная}}\right)$, поступающей на горизонтальную поверхность, Вт/ м2, в июле

Географическая широта, град.	Часы суток до полудня $J_{макс}$							Среднее суточное значение $J_{ср}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	18/35	164/77	334/105	521/133	654/143	770/149	849/151	344
40	56/42	168/84	338/105	509/119	635/126	743/135	788/140	323
44	77/49	181/84	349/102	509/112	621/126	718/131	761/133	331
48	91/56	209/84	356/99	495/112	593/126	685/129	733/133	328
52	119/56	223/84	364/100	495/112	586/119	666/126	719/133	329
56	140/56	237/77	359/96	482/105	572/119	650/122	691/126	327
60	160/56	251/77	359/87	468/91	544/105	615/105	663/105	319
64	174/56	258/77	363/84	468/84	523/98	588/92	628/91	319
68	216/63	272/77	363/84	461/84	523/91	570/92	607/91	332
	Часы суток после полудня							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

Таблица 8

Поверхностная плотность потока солнечной радиации $\left(\frac{\text{прямая}}{\text{рассеянная}}\right)$, поступающей на вертикальную поверхность, северной ориентации, Вт/м2, в июле

Географическая широта, град.	Часы суток до полудня $J_{макс}$							Среднее суточное значение $J_{ср}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	79/32	128/93	58/107	—/99	—/93	—/91	—/91	73
40	105/43	104/95	52/106	—/96	—/86	—/82	—/81	71
44	125/52	99/94	20/104	—/96	—/86	—/81	—/80	72
48	141/60	93/93	—/104	—/94	—/86	—/81	—/80	73
52	155/73	77/93	—/96	—/91	—/85	—/81	—/80	79
56	159/76	64/90	—/87	—/83	—/78	—/77	—/74	80
60	157/70	53/80	—/77	—/73	—/70	—/69	—/67	82
64	160/71	37/74	—/71	—/69	—/66	—/65	—/65	88
68	166/71	20/73	—/70	—/69	—/67	—/65	—/64	104
	Часы суток после полудня							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

Таблица 8а

Поверхностная плотность потока солнечной радиации $\left(\frac{\text{прямая}}{\text{рассеянная}}\right)$, поступающей на вертикальную поверхность, южной ориентации, Вт/м2, в июле

Географическая широта, град.	Часы суток до полудня $J_{макс}$							Среднее суточное значение $J_{ср}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	—	28	98	132	132	133	133	55
40	27	72	95	60 106	150 106	222 109	257 110	110
44	31	73	7 96	99 106	199 110	276 113	314 114	128
48	36	73	28 99	137 110	242 116	327 118	370 120	159
52	43	80	56 102	171 114	282 119	378 121	424 123	169
56	46	78	83 101	207 114	327 120	428 122	479 124	187
60	46	5 72	108 94	250 109	369 116	471 122	534 123	204
64	49	9 71	136 93	279 106	412 114	518 121	582 121	221
68	51 51	14 73	145 93	320 106	465 115	568 121	637 121	241
	Часы суток после полудня							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

Таблица 8г

Поверхностная плотность потока солнечной радиации (прямая / рассеянная), поступающей на вертикальную поверхность, юго-восточной и юго-западной ориентации, Вт/м2, в июле

Географическая широта, град.	Часы суток для юго-восточной ориентации																				Среднее суточное значение
	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	$J_{ср}$
36				60	212	314	395	384	308	200	80										138
				31	108	172	174	133	116	112	104	96	91	84	77	42	21				
40				66	225	364	425	417	352	254	119										147
				46	116	148	146	129	112	104	98	91	85	81	76	56	27				
44				95	256	395	467	460	380	297	150	19									161
				53	116	148	146	136	116	107	104	91	85	81	74	59	30				
48			2	125	286	427	497	492	429	335	190	41									177
			10	62	119	148	151	144	127	113	105	94	88	81	74	58	35	6			
52			5	154	316	457	521	518	465	373	230	65									191
			20	71	122	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12			
56			23	184	346	488	551	561	502	413	260	91									202
			27	77	121	142	145	138	124	107	102	98	92	86	72	56	37	17			
60		12	76	198	377	512	579	582	534	448	295	128									213
		9	35	79	115	130	133	124	113	101	96	93	88	81	66	53	37	23	6		
64		58	140	267	430	541	622	624	570	483	340	169	2								235
		16	46	84	115	129	129	123	112	100	94	92	86	78	63	52	38	26	13		
68	35	105	174	314	456	576	663	669	616	529	378	198	23								259
	12	24	58	90	120	134	134	123	114	101	95	93	87	79	63	52	38	30	19	9	

	Часы суток для юго-западной ориентации																			
	21-22	20-21	19-20	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	4-5	3-4	2-3

Таблица 8.6

Поверхностная плотность потока солнечной радиации $\left(\frac{\text{прямая}}{\text{рассеянная}}\right)$, поступающей на вертикальную поверхность, северо-восточной и северо-западной ориентации, Вт/м2, в июле.

Географическая широта, град.	Часы суток для северо-восточной ориентации $J_{макс}$																						Среднее суточное значение $J_{ср}$
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	
36					183 28	454 102	488 146	393 147	265 114	98 97	— 91	— 87	— 84	— 83	— 81	— 77	— 63	— 23					129
40				11 1	193 63	398 130	428 154	335 140	200 108	55 96	— 91	— 87	— 87	— 84	— 81	— 77	— 63	— 29					123
44				35 6	252 72	419 133	424 149	324 137	170 108	38 96	— 91	— 87	— 86	— 84	— 81	— 74	— 60	— 31					123
48				70 19	191 81	437 133	420 144	305 134	143 109	22 96	— 91	— 87	— 86	— 84	— 80	— 72	— 59	— 35	— 8				125
52				108 32	342 93	449 131	418 143	281 130	119 107	8 93	— 87	— 85	— 84	— 81	— 79	— 72	— 59	— 37	— 12				127
56			23 5	187 44	391 95	460 125	414 133	260 119	93 95	— 84	— 80	— 79	— 78	— 77	— 76	— 72	— 59	— 41	— 16				129
60			73 13	310 53	442 96	469 116	412 112	236 104	65 82	— 73	— 73	— 72	— 72	— 72	— 71	— 67	— 58	— 44	— 24	— 7			134
64		17 7	163 29	395 67	490 101	473 112	395 112	221 99	41 78	— 70	— 70	— 70	— 69	— 67	— 67	— 64	— 59	— 48	— 30	— 16			143
68	29 9	169 19	320 43	465 79	541 106	483 112	366 112	204 100	29 77	— 70	— 70	— 70	— 67	— 66	— 66	— 64	— 60	— 52	— 35	— 23	— 12	— 7	164

Часы суток для северо-западной ориентации																						
22-23	21-22	20-21	19-20	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	4-5	3-4	2-3	1-2	

Поверхностная плотность потока солнечной радиации ($\frac{\text{прямая}}{\text{рассеянная}}$), поступающей в июле на вертикальную поверхность, восточной и западной ориентации Вт/м^2.

Таблица 8 г

Географическая широта, град.	Часы суток для восточной ориентации $J_{макс}$													Среднее суточное значение $J_{ср}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
36	151 45	442 147	535 177	515 174	440 147	286 120	105 108	98	91	86	85	72	47	17	162
40	242 63	476 151	561 179	542 164	442 134	276 110	101 99	88	84	84	81	73	59	28	169
44	332 79	514 151	579 177	563 163	452 135	279 108	105 98	87	81	81	80	73	59	30	180
48	371 88	536 155	590 174	565 164	454 135	279 110	105 98	87	81	79	78	72	59	34	184
52	468 101	579 164	614 174	579 169	461 135	28 113	105 96	87	81	77	77	72	59	41	200
56	432 101	594 156	621 165	579 155	461 121	283 102	105 91	85	79	76	74	65	58	41	201
60	509 105	623 144	632 149	586 134	461 104	285 88	105 81	76	72	69	67	62	54	41	206
64	535 115	635 141	635 143	597 129	463 101	285 84	106 77	70	66	63	63	57	50	42	215
68	572 129	663 145	663 143	611 131	480 101	297 84	106 77	70	66	63	63	57	50	42	239
	Часы суток для западной ориентации														
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	

Таблица 9.

Тепловыделения от взрослых людей.

Показатели	Тепловыделения от взрослых людей, Вт при температуре окружающего воздуха в °С					
	10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя						
Тепловыделения явные	140	116	87	58	41	12
скрытые	23	29	29	35	52	81
полные	163	145	116	93	93	93
При легкой работе (категория I)						
Тепловыделения явные	151	122	99	64	41	6
скрытые	29	35	52	81	105	140
полные	180	157	151	145	146	146
При работе средней тяжести (категория IIа)						
Тепловыделения явные	166	135	108	73	44	7
скрытые	51	66	90	121	150	187
полные	217	201	198	194	194	194
При работе средней тяжести (категория IIб)						
Тепловыделения явные	182	150	119	84	49	9
скрытые	71	97	126	158	193	233
полные	253	247	245	242	242	242
При тяжелой работе						
Тепловыделения явные	198	163	128	93	52	12
скрытые	93	128	163	198	238	279
полные	291	291	291	291	290	291

Таблица 10 к примеру 1.

NN п/п	Конструкция и материал	Плотность кг/м³ ρ	Толщина м δ	Коэффициенты: Удельная теплопроводность Вт/(м²°С) λ	Теплоусвоение Вт/(м²°С) S	Термическое сопротивление м²°С/Вт R	Теплоинерция ΣD
I.	Окна двойные в металлических рамах, площадью 85 м² в Ю-З стене					0,34	0
II.	Наружная стена площадью 22 м², ориентированная на Ю.З.						
1.	Облицовочный слой из известкового песчаного раствора	1600	0,015	0,7	8,7	0,021	0,186
2.	Керамзитобетон	1000	0,21	0,33	5,03	0,636	3,2
3.	Облицовочный слой (см.1)	1600	0,015	0,7	8,7	0,021	0,186
					Всего	0,667 0,83*	3,57
III.	Бесчердачное покрытие площадью 216 м²						
1.	Ковер (рубероид)	600	0,01	0,17	3,53	0,06	0,21
2.	Керамзитобетон	1800	0,02	0,8	10,5	0,025	0,26
3.	Пенобетон	400	0,20	0,14	2,19	1,43	3,13
4.	Плита железобетон	2500	0,035	1,92	17,98	0,018	0,33
					Всего	1,533 1,685*	3,93
IV.	Внутренние перегородки площадью 260 м²						
1.	Железобетон	2500	0,22/2	1,92	17,98	0,063/2	0,56
V.	Пол площадью 216 м						
1.	Железобетонная плита	2500	0,045	1,92	17,98	0,023	0,42
2.	Асфальтобетон	2100	0,04	1,05	16,43	0,038	0,63
					Всего	0,061	1,05

*) с учетом тепловосприятия от наружного воздуха 1/27,1 и теплоотдачи воздуху помещения 1/8,7 м²°С/Вт.

Таблица 11 к примеру 1.

Часы суток		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Тепловой поток солнечной радиации через окна, начало 10ч. Q_{max} = 30436 Вт(макс)																									
1.	θ	0,83	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	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
2.	Q_u	7000	6696	6696	6392	6392	6087	5783	5783	5478	5478	5783	6696	8218	9435	10673	11566	11870	11566	10957	9740	9522	7913	7609	7305
	ч	Тепловой поток через окна теплопередачей $Q_{\Delta t}$ = 2300 θ_1 975 Вт и общий тепловой поток																							
3.	θ_1	-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
4		-2976	-3206	-3275	-3206	-2976	-2608	-2125	-1573	-975	-377	175	658	1026	1256	1325	1256	1026	658	175	-377	-975	-1573	-2125	-2608
5.	Всего через окно	4024	3490	3421	3186	3416	3479	3658	4210	4503	5101	5958	7354	9244	10693	11978	12822	12896	12224	11132	9363	7547	6340	5484	4597
Тепловой поток через стену $Q_м$ = 34,9 + 199,2 θ_1 ; θ_1 = θ_2 ; начало 10ч. ξ = 9,2 ч																									
6.	θ_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	1
7.	$\theta_м$	219	200	169	130	84	35	-14	-60	-100	-130	-149	-154	-149	-130	-100	-60	-14	35	84	130	169	200	219	224
Тепловой поток через покрытие Q_m = 892,2 + 393,8 θ_1 + 696,6 θ_2																									
8.	θ_1	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
9.	Q_1	394	382	343	280	197	102	0	-102	-197	-280	-343	-382	-394	-382	-343	-280	-196	-102	0	102	197	280	343	382
10.	θ_2	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	0,97	0,87
11.	Q_2	495	348	181	0	-181	-348	-495	-606	-655	-697	-655	-606	-495	-348	-181	0	181	348	495	606	655	697	655	606
12.	Всего $Q_1+Q_2+892.2$	1781	1622	1416	1172	908	646	397	184	40	-85	-106	-96	3	162	368	612	870	1138	1387	1600	1744	1869	1890	1880
Суммарный тепловой поток, поступающий в помещение																									
13.	Всего	6024	5312	5006	4488	4408	4160	4041	4334	4443	4886	5703	7104	9098	10725	12246	13374	13758 макс	13397	12603	11093	9460	8409	7593	6781

Список литературы.

1.В.Н.Богословский. Строительная теплофизика. Издательство "Высшая школа".Москва,1970.
2.В.Н.Богословский. Тепловой режим зданий.Москва.Стройиздат,1977г.
3.СНиП II-33-75. Отопление,вентиляция и кондиционирование воздуха.
4.СНиП II-3-70**. Строительная теплотехника.Москва,1986г.
5.Справочник проектировщика.ЧастьII.Вентиляция и кондиционирование воздуха.Под редакцией И.Г.Староверова.Стройиздат,1978г.
6.СНиП 2.01.02. Строительная климатология и геофизика, 1983г.
7.Руководство по проектированию и применению солнцезащитных средств в промышленных зданиях.Москва.Стройиздат,1980г.
8.СНиП 2.04.05-91.

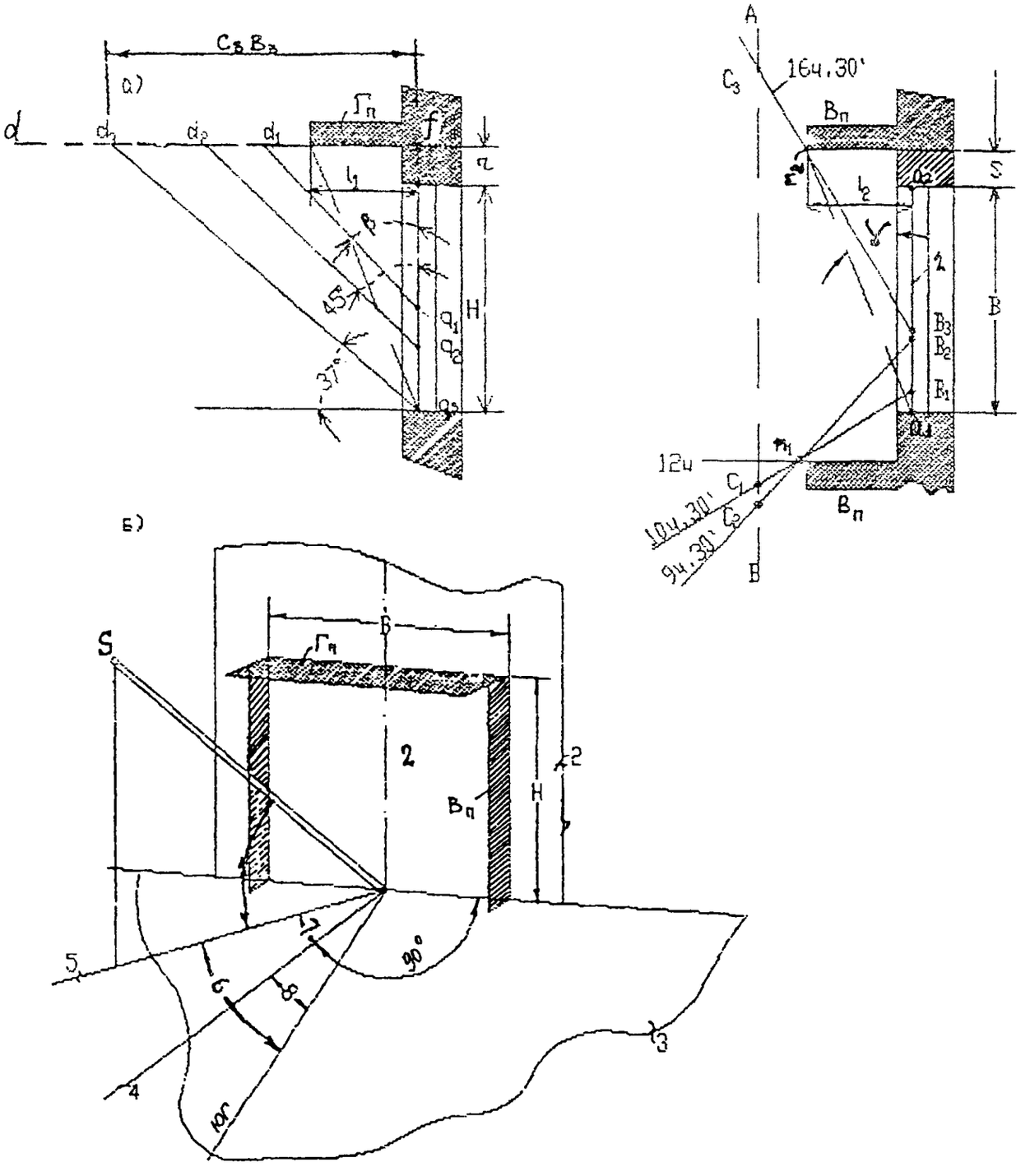


Рис. 1. Световой проем с солнцезащитными плоскостями: а – строительные размеры и построения затенения остекления наружными плоскостями; б – схема влияния влияния высоты и азимутов солнца на световой проем; Н – высота проема; В – ширина проема; Гп – горизонтальная солнцезащитная плоскость; Вп – вертикальная солнцезащитная плоскость; 1 – высота солнца, h_s – град.; 2 – плоскость светового проема; 3 – перпендикулярная плоскость к световому проему; 4 – перпендикуляр к плоскости светового проема; 5 – проекция солнечного луча на плоскость 3; 6 – азимут солнца, A_s , град.; 7 – солнечный азимут остекления светового проема, $A_{s,ос}$, град.; 8 – азимут светового проема, $A_{ос}$.

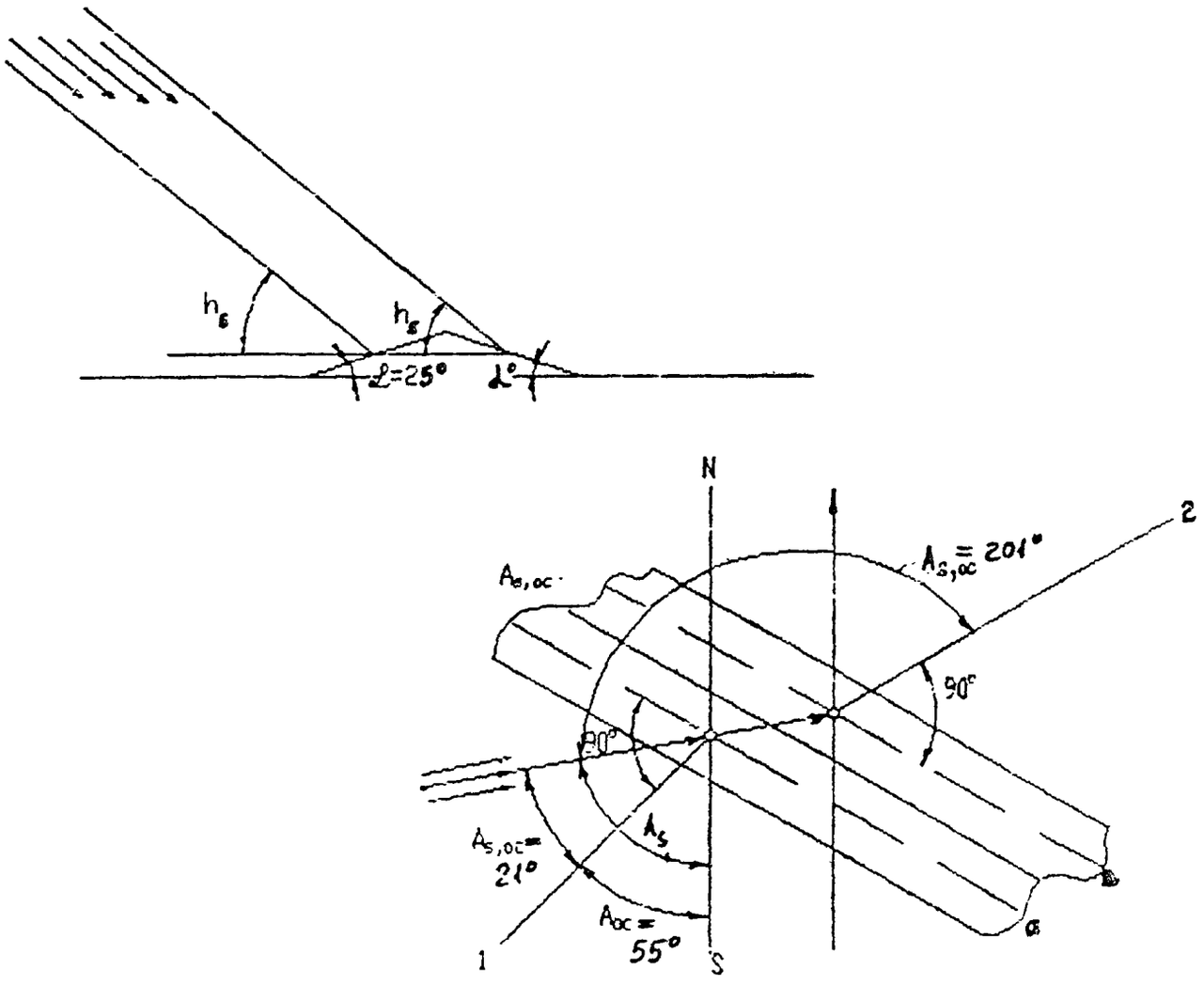
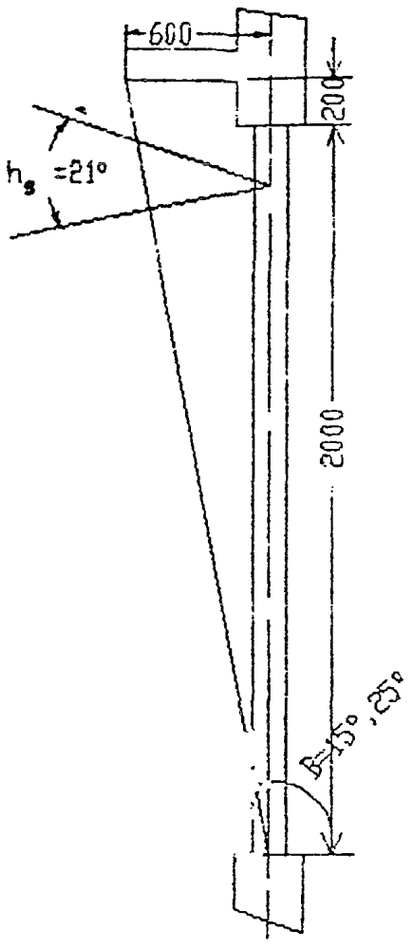
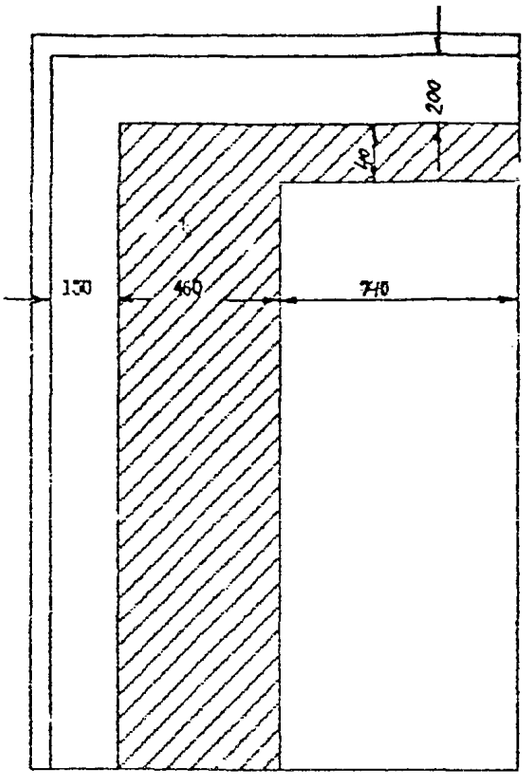


Рис. 2. Световой фонарь с наклонным остеклением а и в:
1 и 2 – перпендикуляры к остеклению.





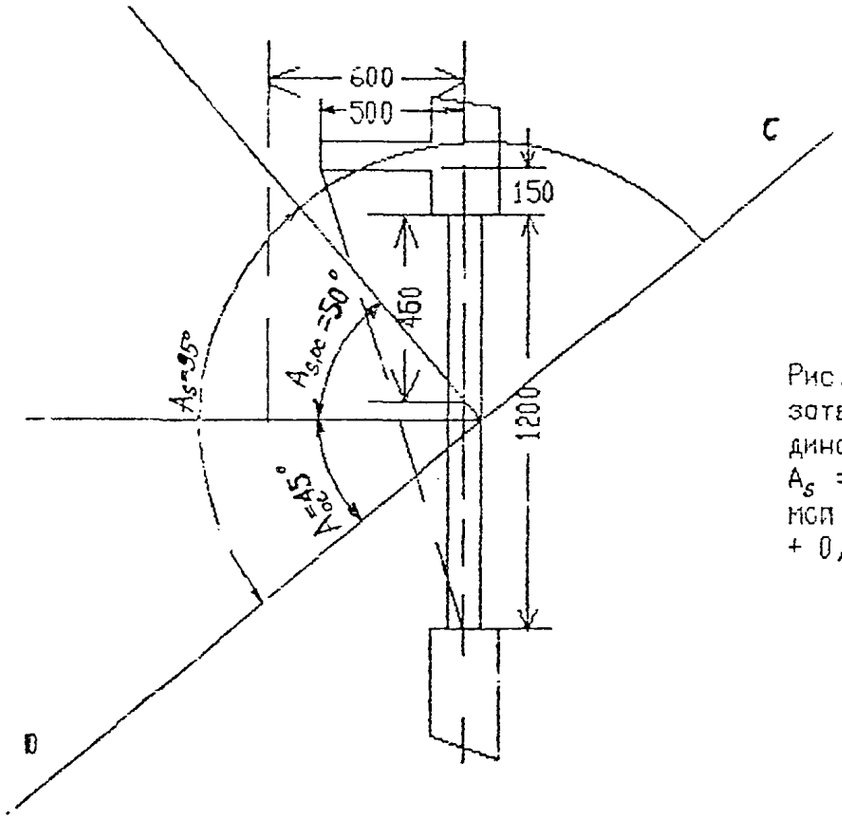


Рис. 3 к примеру 2. Построение затенения окно по заданным координатам стояния солнца: h_s = 21° A_s = 50°. Площадь тени от прямой солнечной радиации 0,46x2 + + 0,04x0,74 = 0,95 кв.м.

gost.e-ecolog.ru