НИИСФ
Госстроя СССР

Рекомендации

по технико-экономической оценке освещения производственных зданий



Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ (НИИСФ)
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1983

УДК 628. 977.1.003.13

Рекомендованы к изданию решением секции строительной светотехники Научно-технического совета НИИСФ Госстроя СССР

Рекомендации по технико-экономической оценке освещения производственных зданий НИИСФ Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1983.—40 с.

Содержит основные методические положения и нормативы для расчета приведенных затрат на естественное, искусственное и совмещенное освещение, а также методику расчета экономического эффекта от применения рациональных проектных решений рассматриваемых систем освещения.

Для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций, занятых разработкой, проектированием и внедрением систем освещения промышленных зданий.

Табл. 21

Разработаны Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР.

Составители: канд. экон. наук, проф. *В. А. Варежкин*, канд. техн. наук *Н. Н. Киреев*, инженеры *Л. А. Обросова, Д. Д. Шемякин, Н. И. Кегелес.*

Р $\frac{3201010000-342}{047(01)-83}$ Инструкт.-нормат., II вып.—81—82

© Стройиздат, 1983

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации предназначены для выбора наиболее экономичного варианта освещения производственных зданий при их проектировании и для определения экономического эффекта от применения рациональных проектных решений освещения этих зданий.

1.2. Оценку проектных решений следует производить путем сравнительного анализа технико-экономических показателей вариантов освещения здания, удовлетворяющих требованиям и рекомендациям главы СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение».

1.3. В качестве эталона для сравнения вариантов освещения принимается вариант с достаточным по нормам естественным освещением в соответствии с требованиями главы СНиП II-4-79.

1.4. Основным экономическим критерием при сравнительной оценке вариантов являются приведенные затраты на освещение, состоящие из затрат на естественное и искусственное освещение. При разнице 5% варианты считаются равноэкономичными.

1.5. Дополнительным экономическим критерием являются суммарные энергозатраты на освещение, которые используются для оценки равноэкономичных по приведенным затратам вариантов освещения.

1.6. Вариант освещения с наименьшими приведенными затратами и наименьшими суммарными энергозатратами является наилучшим и рекомендуется для практической реализации.

1.7. Технико-экономические показатели относят на общую расчетную единицу измерения — 1 м^2 развернутой площади здания. Под развернутой площадью понимается площадь, определенная по размерам в плане между внутренними поверхностями наружных стен.

1.8. Структура приведенных затрат (в общем виде) определяется формулой:

$$П = E_н C + M, \qquad (1)$$

где C — сметная стоимость конструкции «в деле», руб/м^2;

$E_н$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, 1/год;

M — годовые эксплуатационные расходы, руб/(м^2·год).

Примечание. Показатели сметной стоимости сравниваемых вариантов рассчитываются в едином уровне цен с применением единой сметно-нормативной базы и учетом условий района строительства. При определении сметной стоимости строительства по типовым и экспериментальным проектам, не привязанным к конкретным условиям строительства, накладные расходы принимают в размере 16,5% прямых затрат на общестроительные работы и 14,9% — затрат на внутренние санитарно-технические работы; на электромонтажные работы — в размере 75% заработной платы рабочих.

1.9. Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в строительстве принимается в размере $E_н = 0{,}12$ (для районов Крайнего Севера и приравненных к ним районов $E_н = 0{,}08$).

1.10. Последовательность выбора наиболее экономичного варианта.

1. По плану размещения производственных участков цеха следует установить разряды зрительной работы и определить преобладающий разряд работы по занимаемой площади:

I вариант освещения: определить необходимое количество фонарей или окон и количество светильников при нормированном для естественного освещения значении КЕО $e_н$ (табл. 1 главы СНиП II-4-79) и рассчитать по формулам приведенные затраты $П_I$ и суммарные энергозатраты W_I на общее освещение (эталонный вариант);

II вариант освещения: определить необходимое количество фонарей или окон и количество светильников при нормированном для совмещенного освещения значении КЕО $e_{нс}$ (табл. 1 главы СНиП II-4-79) и рассчитать по формулам приведенные затраты $П_{II}$ и суммарные энергозатраты W_{II} на общее освещение;

III вариант освещения: определить необходимое количество фонарей или окон и количество светильников при наименьшем допустимом для совмещенного освещения значении КЕО $e_{мин}$ (табл. 6 главы СНиП II-4-79) и рассчитать по формулам приведенные затраты $П_{III}$ и суммарные энергозатраты W_{III} на общее освещение.

2. Сравнить варианты освещения по приведенным и суммарным энергетическим затратам и выбрать наиболее экономичный вариант.

2. ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Верхнее освещение

2.1. Годовые приведенные затраты на верхнее естественное освещение ($П_в$) представляют сумму приведенных затрат на покрытие, отопление и вентиляцию здания:

$$П_в = П_ф + П_{от} + П_{вн}, \qquad (2)$$

где $П_ф$ — годовые приведенные затраты на покрытие, обусловленные устройством фонарей, руб/(м² · год);

$П_{от}$ — годовые приведенные затраты на отопление, обусловленные дополнительными теплопотерями через фонари, руб/(м² · год).

$П_{вн}$ — годовые приведенные затраты на вентиляцию, обусловленные дополнительными теплопоступлениями через фонари, руб/(м² · год).

2.2. Годовые приведенные затраты на покрытие следует определять по формуле

$$П_ф = [E_н(C_ф - C_к) + 0{,}01(a_ф C_ф - a_к C_к) + \\ + в_ф M_{оп}]\frac{S_ф N_ф}{S}, \qquad (3)$$

где $C_ф$ — сметная стоимость 1 м² конструкции фонаря «в деле», руб/м² (принимается по данным проектных организаций, ориентировочные значения для Москвы, по данным ЦНИИПромзданий, приведены в табл. 1 прил. 1);

$C_к$ — сметная стоимость 1 м² глухой части покрытия, руб/м² (принимается по данным проектных организаций);

$a_ф$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт фонарей, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$a_к$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт покрытия, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$M_{оп}$ — годовые расходы на протирку остекления фонарей от пыли, руб/(м²·год) (принимается по табл. 3 прил. 1);

$в_ф$ — отношение площади светового проема фонаря к площади фонаря в покрытии;

$S_ф$ — площадь фонаря в покрытии, м²;

$N_ф$ — количество фонарей в покрытии, шт;

S — развернутая площадь помещения, м².

2.3. Годовые приведенные затраты на отопление следует определять по формуле

$$П_{от} = (E_н C_{от.ф} + 0{,}01 a_{от} C_{от.ф} + M_{от.ф}) \frac{в_ф S_ф N_ф}{S}, \qquad (4)$$

где $C_{от.ф}$ — сметная стоимость системы отопления, руб/м², связанная с теплопотерями через фонари;

$a_{от}$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт системы отопления, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$M_{от.ф}$ — удельные затраты на отопление, обусловленные теплопотерями через 1 м² светопроема фонаря, руб/(м²·год).

Сметная стоимость системы отопления $C_{от.ф}$, компенсирующей дополнительные теплопотери через 1 м² остекления фонаря, руб/м², определяется по формуле

$$C_{от.ф} = C_т\, 1{,}3 \left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_к}\right) [t_{р.з} + \Delta t(H - 2) - t_{з.5}], \qquad (5)$$

где $R_о$ — сопротивление теплопередаче светопрозрачного заполнения фонаря, м²·°С/Вт (принимается по табл. 5 прил. 1);

$R_к$ — сопротивление теплопередаче покрытия, м²·°С/Вт (определяется расчетом по п. 2.14 главы СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника»);

$C_т$ — удельная стоимость устройства системы отопления, руб/Вт (принимается по табл. 6 прил. 1);

1,3 — коэффициент, учитывающий добавочные потери тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации;

$t_{р.з}$ — внутренняя температура воздуха рабочей зоны зимой в рабочее время, °С, принимается равной 18°С;

$t_{з.5}$ — расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, °С (принимается по графе 18 табл. 1 главы СНиП II-А.6-72 «Строительная климатология и геофизика»);

Δt — температурный градиент по высоте помещения, равный 0,2—0,5° С/м для производств с тепловыделениями не более 23 Вт/м³;

H — высота помещения до покрытия, м.

Годовые эксплуатационные затраты на отопление $M_{от.ф}$ руб/(м²·год), компенсирующее дополнительные теплопотери через 1 м² светопрозрачного заполнения фонаря $q_{от.ф}$, ГДж/(м²·год), следует определять следующим образом:

а) при постоянном режиме отопления

$$M_{от.ф} = q^{п}_{от.ф} Ц_т l_т; \quad (6)$$

$$q^{п}_{от.ф} = 24 \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_к}\right) [t_{р.з} + \Delta t(H-2) - t_{з.ср}] 1{,}3 z_{от}; \quad (7)$$

б) при переменном режиме отопления, то есть при наличии дежурного отопления в нерабочее время:

$$M_{от.ф} = q^{д}_{от.ф}(l_т Ц_т + 4{,}7 Ц_э); \quad (8)$$

$$q^{д}_{от.ф} = 3{,}6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_к}\right) \{[t_{р.з} + \Delta t(H-2) - t_{з.ср}] T_р +$$

$$+ [t_{д.з} + \Delta t(H-2) - t_{з.ср}] (8760 - T_р)\} 1{,}3 \frac{z_{от}}{365}, \quad (9)$$

где $q^{п}_{от.ф}$ — дополнительные теплопотери через 1 м² светопрозрачного заполнения фонаря в год, ГДж/(м²·год) при постоянном режиме отопления;

$q^{д}_{от.ф}$ — то же, при наличии дежурного отопления;

24 — число часов, сут;

3,6 — коэффициент, выражающий соотношение между килоджоулями и ваттчасами;

365 — длительность года, сут;

8760 — длительность года, ч;

$T_р$ — время работы предприятия в год, ч (принимается: при односменной работе $T_р$ =2150 ч, при двухсменной работе $T_р$ =4300 ч, при трехсменной работе $T_р$=6500 ч;

$t_{з.ср}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С (принимается по графе 22 табл. 1 главы СНиП II-А.6-72);

$t_{д.з.}$ — температура в рабочей зоне в нерабочее время (дежурная температура), принимаемая равной 5° С;

$z_{от.}$ — длительность отопительного периода, сутки (принимается по графе 21 табл. главы СНиП II-А.6-72);

74, — удельный расход электроэнергии в системе воздушного отопления, кВт·ч/ГДж;

$Ц_э$ — единичная стоимость электроэнергии, руб/(кВт·ч) (принимается по табл. 7 прил. 1);

$l_т$ — коэффициент, учитывающий изменение стоимости тепловой энергии на перспективу (принимается по п. 2.14 главы СНиП II-3-79*);

$Ц_т$ — стоимость 1 ГДж тепла для данного территориального района, руб/ГДж, определяемая следующим образом;

при теплоснабжении от теплоэлектростанций — в соответствии с вводимым с 1 января 1982 г. новым тарифом на тепловую и электрическую энергию, а также с учетом коэффициента, отражающего изменение стоимости тепловой энергии на перспективу и равного 1,2 для промзданий с нормальным режимом (принимается по табл. 7 прил. 1);

при теплоснабжении от местной котельной — по себестоимости отпускаемого тепла;

для типовых проектов — по действующему прейскуранту для Мосэнерго (табл. 7 прил. 1).

2.4. Приведенные затраты на вентиляцию для удаления теплоизбытков, возникающих от проникновения солнечной радиации через светопрозрачное заполнение фонарей, следует определять по формуле

$$П_{вн} = (E_н C_{вн.\,ф} + 0{,}01 a_{вн} C_{вн\ ф} + M_{вн.\,ф}) \frac{в_ф S_ф N_ф}{S}, \qquad (10)$$

где $C_{вн.\,ф}$ — сметная стоимость системы вентиляции, руб/м²;

$a_{вн}$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт системы вентиляции, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$M_{вн.\,ф}$ — удельные годовые затраты на вентиляцию, руб/(м² · год).

Сметная стоимость устройства системы вентиляции, компенсирующей теплопоступления через 1 м² остекления фонарей, руб/м², определяется по формуле

$$C_{вн.\,ф.} = \frac{3{,}6 m\, Q_{макс}\, \tau_e \beta_{с.\,з} (C_{пв} + C_{вв})}{1{,}21 \cdot \Delta t_{р.\,з}}, \qquad (11)$$

где m — коэффициент, учитывающий долю теплопоступлений в рабочую зону от проникающей в помещение солнечной радиации (принимается по табл. 8 прил. 1);

$Q_{макс}$ — максимальное значение интенсивности суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), поступающей в рабочее время в июле на поверхности различной ориентации, Вт/м² (принимается по табл. 9 прил. 1; если ориентация вертикального светопроема неизвестна, условно выбирают юго-западное направление);

τ_e — энергетический (интегральный) коэффициент пропускания солнечного излучения светопрозрачным заполнением светопроемов (принимается по табл. 5 прил. 1);

$\beta_{с.\,з}$ — коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (принимается по табл. 10 прил. 1);

$C_{п.\,в}$ и $C_{в.в}$ — удельные стоимости устройства систем приточной и вытяжной вентиляции, руб. · ч/м³ (принимается по табл. 11 прил. 1);

1,21 — теплоемкость 1 м³ воздуха, кДж/(м³ · °С);

$\Delta t_{р.\,з}$ — разность между температурой воздуха в рабочей зоне летом и температурой наружного воздуха, °С (принимается равной 3° С в соответствии с прил. 2 и 1 главы СНиП II-33-75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»).

Годовые эксплуатационные расходы на вентиляцию $M_{вн.\,ф}$, руб/(м² · год), следует определять по формулам:

$$M_{вн.\,ф.} = q_{вн.\,ф.} Ц_э; \tag{12}$$

$$q_{вн.\,ф.} = \frac{3{,}6\, m\, Q_{ср} \tau_e \beta_{с.\,з} T_р z_{вн} (N_{пв} + N_{вв})}{1{,}21 \cdot 365 K_р\, \Delta t_{р.з}}, \tag{13}$$

где $q_{вн.\,ф}$ — теплоизбытки от проникающей через 1 м² светопрозрачного заполнения фонаря солнечной радиации, кВт · ч/(м² · год);

$Q_{ср}$ — среднее суточное значение интенсивности суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) в летнем периоде, Вт/м² (принимается по табл. 12 прил. 1);

$z_{вн}$ — продолжительность вентиляционного периода, сутки (принимается по табл. 12 прил. 1);

$N_{пв}$ — удельный расход электроэнергии на приточную вентиляцию без охлаждения воздуха, принимаемый равным $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ кВт · ч/м³;

$N_{вв}$ — удельный расход электроэнергии на вытяжную вентиляцию, принимаемый равным $0{,}1 \times 10^{-3}$ кВт · ч/м³;

$k_р$ — коэффициент перехода от средней суточной радиации к средней за время работы, принимаемый равным: 1 — для работы в три смены; 0,68 — для работы в две смены; 0,018 (λ—20) — для работы в одну смену, где λ — широта здания, град с. ш.

Остальные обозначения те же, что в формулах (9) и (11).

Боковое освещение

2.5. Приведенные затраты на устройство систем бокового естественного освещения определяются по формуле

$$П_б = П_о + П_{от} + П_{вн}, \tag{14}$$

где $П_о$ — годовые приведенные затраты на устройство окон в стенах, руб/(м²·год);

$П_{от}$ — годовые приведенные затраты на отопление, обусловленные дополнительными теплопотерями через окна, руб/(м² · год);

$П_{вн}$ — годовые приведенные затраты на вентиляцию, обусловленные дополнительными теплопоступлениями летом через окна, руб/(м²·год).

2.6. Годовые приведенные затраты на устройство окон в стенах следует определять по формуле

$$П_о = [E_н(C_о - C_{ст}) + 0{,}01(a_о C_о - a_{ст} C_{ст}) + в_о M_{оп}] \frac{S_о N_о}{S}, \tag{15}$$

где $C_о$ — сметная стоимость конструкции окна «в деле», руб/м² (принимается по данным проектных организаций);

$C_{ст}$ — сметная стоимость конструкции стены «в деле», руб/м² (принимается по данным проектных организаций);

$a_о$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт окон, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$a_{ст}$ — годовой норматив отчислений на амортизацию и текущий ремонт стен, % (принимается по табл. 2 прил. 1);

$в_о$ — отношение площади светового проема окна к площади окна в стене;

$M_{оп}$ — годовые расходы по очистке окон от пыли, руб/(м²·год) (принимается по табл. 3 прил. 1);

$S_о$ — площадь окна в стене, м²;

$N_о$ — число окон, шт;

S — развернутая площадь помещения, м².

2.7. Годовые приведенные затраты на отопление, связанные с дополнительными теплопотерями через окна, следует определять по формуле

$$П_{от} = (E_н C_{от.\,о} + 0{,}01 a_{от} C_{от.\,о} + M_{от.\,о}) \frac{в_о S_о N_о}{S}, \qquad (16)$$

где $C_{от.о}$ — сметная стоимость системы отопления, руб/м², связанная с теплопотерями через окна;

$a_{от}$ — то же, что в формуле (4);

$M_{от.о}$ — удельные затраты на отопление, обусловленные теплопотерями через 1 м² светопроема окна, руб/(м²·год).

Сметная стоимость системы отопления $C_{от.\,о}$ для компенсации теплопотерь через 1 м² остекления окна, руб/м², определяется по формуле

$$C_{от.\,о} = C_т \cdot 1{,}3 \cdot \left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_{ст}}\right)(t_{р.\,з} - t_{з.5}), \qquad (17)$$

где $R_о$ — сопротивление теплопередаче светопрозрачного заполнения окна, м²°С/Вт (принимается по табл. 5 прил. 1);

$R_{ст}$ — сопротивление теплопередаче стен, м²°С/Вт (определяется расчетом по п. 2 главы СНиП II-3-79*). Остальные обозначения те же, что и в формуле (5).

Годовые эксплуатационные затраты на отопление $M_{от.о}$, руб/(м²·год), компенсирующее дополнительные теплопотери через 1 м² остекления окна $q_{от.о}$, ГДж/(м²·год), следует определять следующим образом:

а) при постоянном режиме отопления:

$$M_{от.\,о} = q^{п}_{от.о}(Ц_т\, l_т + 4{,}7\, Ц_э); \qquad (18)$$

$$q^{п}_{от.\,о} = 24 \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_{ст}}\right)(t_{р.\,з} - t_{з.\,ср})\, z_{от} \cdot 1{,}3; \qquad (19)$$

б) при переменном режиме отопления, то есть при дежурном отоплении в нерабочее время:

$$M_{от.\,о} = q^{д}_{от.\,о}\,(l_т Ц_т + 4{,}7 Ц_э); \qquad (20)$$

$$q^{д}_{от.\ о} = 3{,}6 \cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{R_о} - \frac{1}{R_{ст}}\right)[(t_{р.\ з} - t_{з.\ ср.})\, T_р + (t_{д.\ з.} - t_{з.\ ср.})\,(8760 - T_р)]\ 1{,}3 \cdot \frac{z_{от}}{365}, \qquad (21)$$

где $q^{п}_{от.\ о}$ и $q^{д}_{от.\ о}$ — дополнительные теплопотери через 1 м² светопрозрачного заполнения окна в год, ГДж/(м²·год), соответственно при постоянном режиме отопления и при наличии дежурного отопления.

Остальные обозначения те же, что и в формулах (7), (9), (17).

2.8. Приведенные затраты на вентиляцию для удаления теплоизбытков, возникающих от проникания солнечной радиации через светопрозрачное заполнение окон, определяются по формуле:

$$П_{вн} = (E_н C_{вн.\ о} + 0{,}01 a_{вн} C_{вн.\ о} + M_{вн.\ о}) \frac{в_о S_о N_о}{S} \qquad (22)$$

Сметная стоимость системы вентиляции $C_{вн.\ о}$, компенсирующей теплопоступления через 1 м² остекления окна, руб/м², и годовые расходы на вентиляцию $M_{вн.\ о}$ для удаления этих теплопоступлений, руб/(м²·год), определяются по формулам (11) и (12), принимая $m = 1$.

3. ОБЩЕЕ ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

3.1. Приведенные затраты на устройство общего искусственного освещения включают в себя сметную стоимость системы искусственного освещения и годовые расходы на ее эксплуатацию

$$П_и = E_н C_и + M_и, \qquad (23)$$

где $C_и$ — сметная стоимость устройства электроосвещения, руб/м²;

$M_и$ — годовые эксплуатационные расходы на систему искусственного освещения, руб/(м²·год);

$E_н$ — принимается соответственно п. 1.9.

3.2. Сметная стоимость $C_н$ принимается по смете к проекту или рассчитывается по формуле

$$C_и = N(C_л n_л + C_а + C_м + \gamma + 10^{-3} \alpha P_л C_{мс} n_л) \frac{1}{S}, \qquad (24)$$

где N — общее число светильников одного типа в осветительной установке, шт. (см. п. 3.3);

$C_л$ — цена одной лампы, руб. (ориентировочно принимается по табл. 13 прил. 1 или по действующим прейскурантам);

$n_л$ — число ламп в одном светильнике, шт.;

$C_а$ — цена одной осветительной арматуры, руб. (ориентировочно принимается по табл. 13 прил. 1 или по действующим прейскурантам);

$C_м$ — стоимость монтажа одной осветительной арматуры, руб. (ориентировочно принимается по табл. 13 прил. 1 или по действующим прейскурантам);

γ — составляющая стоимости статических конденсаторов, применяемых для повышения коэффициента мощности в установках с лампами ДРЛ и ДРИ, руб. (принимается по табл. 14 прил. 1);

α — коэффициент, учитывающий потери энергии в пускорегулирующих аппаратах газоразрядных ламп (принимается по табл. 14 прил. 1);

$P_л$ — мощность одной лампы, Вт;

$C_{мс}$ — стоимость монтажа электрической части осветительной установки (щитки, сеть и т. п.) на 1 кВт установленной мощности ламп и потерь в ПРА (для установок с газоразрядными лампами), руб/кВт, ориентировочно принимаемая равной 100 руб/кВт.

3.3. Количество светильников одного типа определяют расчетом по методу коэффициента использования

$$N = \frac{EK_{з.\,и}Sz}{n_л F_л \psi_{св}}, \qquad (25)$$

где E — нормированная освещенность для общего освещения, определяемая разрядом выполняемой зрительной работы, лк (в зависимости от степени обеспеченности помещения естественным светом принимается по табл. 1 главы СНиП II-4-79 или повышается на ступень по шкале освещенностей);

$K_{з.\,и}$ — коэффициент запаса для искусственного освещения (принимается по графе 6 и 7 табл. 3 главы СНиП II-4-79);

z — коэффициент, учитывающий неравномерность освещения и принимаемый равным 1,15 для ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ и 1,1 — для люминесцентных ламп;

$F_л$ — световой поток одной лампы, лм (принимается по табл. 15 прил. 1);

$\psi_{св}$ — коэффициент использования светового потока светильника, зависящий от индекса помещения i и отражающих свойств поверхностей помещения $\rho_{ср}$ (определяется по таблицам 5—3 ÷ 5—20 «Справочной книги для проектирования электрического освещения» под ред. Г. М. Кнорринга. Ленинград, Энергия, 1976 г.).

3.4. Годовые эксплуатационные расходы по содержанию систем искусственного освещения следует определять по формуле

$$M_и = M_а + M_о + M_э, \qquad (26)$$

где $M_а$ — годовые затраты на амортизацию и текущий ремонт системы искусственного освещения, руб/(м²·год);

$M_о$ — годовые затраты на обслуживание системы искусственного освещения, руб/(м² · год);

$M_э$ — стоимость израсходованной за год электроэнергии с учетом потерь в сетях, руб/(м²·год).

3.5. Отдельные составляющие эксплуатационных затрат рассчитываются по формулам:

$$M_а = 0{,}13N(C_а + C_м + \gamma + 10^{-3}\alpha P_л C_{мс}\, n_л)\frac{1}{S}; \qquad (27)$$

$$M_о = N\left[n_ч C_ч + \frac{n_л T_и (C_л + C_э)}{T_л}\right]\frac{1}{S}; \qquad (28)$$

$$M_э = q_э T_и Ц_э, \qquad (29)$$

при этом установленная мощность на освещение 1 м² развернутой площади помещения кВт/м², определяется по формуле

$$q_э = 10^{-3}\alpha\, P_л n_л N (1 + \beta)\frac{1}{S}, \qquad (30)$$

где 0,13 — коэффициент, учитывающий амортизационные отчисления и отчисления на текущий ремонт осветительных установок;

$n_ч$ — число чисток осветительных арматур в год (принимается по табл. 16 прил. 1);

$C_ч$ — стоимость одной чистки, руб. (принимается по табл. 17 прил. 1);

$C_з$ — стоимость замены одной лампы, руб/год (принимается по табл. 17 прил. 1);

$T_л$ — номинальный срок службы ламп (принимается по табл. 15 прил. 1);

β — коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в осветительной сети, (принимается по табл. 14 прил. 1);

$T_и$ — продолжительность работы осветительной установки в год, зависящая от коэффициента естественной освещенности КЕО помещения и от нормируемой освещенности E, определяемой разрядом выполняемой зрительной работы по главе СНиП II-4-79.

3.6. Расчет КЕО при боковом и верхнем естественном освещении производится по прил. 5 главы СНиП II-4-79.

3.7. Продолжительность использования общего искусственного освещения зависит от найденного в п. 3.6. значения КЕО, нормированной освещенности E, сменности работы и светового климата места расположения здания. Расчет времени использования производится по формуле

$$T_и = T_0 + T_1 e^{-и}, \qquad (31)$$

где e — среднее значение КЕО при верхнем или верхнем и боковом естественным освещении;

T_0 — коэффициент, численно равный времени использования искусственного освещения в течение года для выполнения работы определенной точности при естественном освещении, создаваемом светом полностью открытого небосвода (принимается по табл. 18 прил. 1);

T_1 — коэффициент, численно равный увеличению времени использования искусственного освещения при снижении значения КЕО до 1% (принимается по табл. 18 прил. 1);

и — показатель степени, определяемый светоклиматическим поясом и количеством рабочих смен (принимается по табл. 18 прил. 1).

В табл. 19—21 прил. 1 приведены значения времени использования искусственного освещения для нескольких величин КЕО и нормированной освещенности E.

3.8. При боковом естественном освещении помещение условно можно разделить пополам на две зоны (прилегающую к окнам и удаленную от окон), поскольку обычно в таких помещениях искусственное освещение включается не сразу, а постепенно, начиная

с наиболее удаленной от окон зоны. Затем по графикам рис. 4 или 5 «Руководства по проектированию естественного освещения зданий», (Москва, Стройиздат, 1976 г.) надо найти среднее значение КЕО в этих зонах и по табл. 19, 21 прил. 1, интерполируя и экстраполируя их значения по КЕО, определить время работы половины осветительной установки в удаленной от окон зоне $T_{уд}$ и время работы половины осветительной установки в прилегающей к окнам зоне $T_{бл}$, тогда

$$T_{и} = \frac{1}{2}(T_{уд} + T_{бл}). \quad (32)$$

4. СОВМЕЩЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

4.1. Совмещенное освещение, допускаемое для ряда помещений производственных зданий в соответствии с главой СНиП II-4-79, характеризуется уменьшением относительной площади остекления помещения и возмещением недостаточного по нормам естественного освещения дополнительным искусственным при условии выполнения специфических требований к уровню и качеству искусственного освещения в зависимости от степени достаточности естественного освещения.

При совмещенном освещении допускается снижение КЕО относительно его нормированных значений, но не менее указанных в табл. 6 главы СНиП II-4-79.

Уменьшение количества естественного света в помещении вызывает необходимость повышения доли искусственного освещения, то есть приводит к увеличению затрат на осветительные установки, лампы, электроэнергию и т. д.

4.2. Приведенные затраты на естественное освещение (боковое, верхнее или комбинированное) рассчитываются в соответствии с разд. 2, а на искусственное освещение — в соответствие с разд. 3.

Если реальное значение КЕО в помещении равно нормированному значению КЕО для совмещенного освещения (табл. 1 главы СНиП II-4-79), то освещенность от системы общего искусственного освещения должна быть равна нормированной E (табл. 1 главы СНиП II-4-79). В противном случае, в формуле (25) освещенность от системы общего искусственного освещения следует повышать на одну ступень E по шкале освещенностей.

4.3. Приведенные затраты на совмещенное освещение определяются по формуле

$$П_{с} = П_{е} + П_{и}, \quad (33)$$

где $П_{е}$ — приведенные затраты на естественное освещение, руб./(м²·год);

$П_{и}$ — приведенные затраты на искусственное освещение, руб./(м² · год).

4.4. В зависимости от вида естественного освещения приведенные затраты по совмещенному освещению определяются по формулам:

$$П_{с} = П_{б} + П_{и}; \quad (34)$$

$$П_{с} = П_{в} + П_{и}; \quad (35)$$

$$П_{с} = П_{б} + П_{в} + П_{и}. \quad (36)$$

4.5. Помещения, где допускается снижение КЕО относительно нормированного значения, следует проектировать с таким значением КЕО, при котором приведенные затраты на освещение минимальны.

5. ОЦЕНКА ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ ПО СУММАРНЫМ ЭНЕРГОЗАТРАТАМ

5.1. Энергетическая оценка системы освещения не учитывает стоимости конструкций и энергии, а фиксирует только суммарный расход тепловой и электрической энергии в системах естественного и искусственного освещения, выраженный в килограммах условного топлива.

5.2. Оценка вариантов освещения по суммарным энергозатратам позволяет проектировщику выбрать из двух-трех равноэкономичных по приведенным затратам вариантов наименее энергоемкий вариант освещения, что особенно важно в условиях дефицита энергии.

5.3. Суммарные энергозатраты в системе общего освещения, выраженные в килограммах условного топлива, следует определять по формуле

$$W = A_1 Q_{\text{от. т}} + A_2(Q_{\text{от. э}} + Q_{\text{вн}} + Q_{\text{иск}}), \qquad (37)$$

где A_1—173 кг/Гкал=41,4 кг/ГДж и

A_2— 0,33 кг/(кВт·ч) — удельный расход условного топлива на электростанциях общего пользования на одну отпущенную гигакалорию (на один отпущенный гигаджоуль) тепловой энергии и на один отпущенный киловатт-час электроэнергии (по данным ЦСУ СССР на 1979 г.);

$Q_{\text{от.т}}$ — годовой расход тепловой энергии в системе отопления, ГДж/(м²·год);

$Q_{\text{от. э}}$— годовой расход электроэнергии в системе воздушного отопления, кВт·ч/(м²·год);

$Q_{\text{вн}}$— годовой расход электроэнергии в системе вентиляции, кВт·ч/(м²·год);

$Q_{\text{иск}}$ — годовой расход электроэнергии на искусственное освещение, кВт·ч/(м²·год).

5.4. При верхнем естественном освещении годовой расход тепловой энергии, возмещающей дополнительные теплопотери через фонари зимой, определяется следующим образом:

а) при постоянном режиме отопления

$$Q_{\text{от. т}} = q^{\text{п}}_{\text{от. ф}} \frac{e_{\text{ф}} S_{\text{ф}} N_{\text{ф}}}{S}, \text{ ГД ж/(м}^2\text{·год)}; \qquad (38)$$

б) при наличии дежурного отопления в нерабочее время

$$Q_{\text{от. т}} = q^{\text{д}}_{\text{от. ф}} \frac{e_{\text{ф}} S_{\text{ф}} N_{\text{ф}}}{S}, \text{ ГД ж/(м}^2\text{·год)}. \qquad (39)$$

Обозначения те же, что в формулах (7) и (9).

Годовой расход электроэнергии в системе воздушного отопления

$$Q_{\text{от. э}} = 4{,}7 Q_{\text{от. т}}, \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}. \qquad (40)$$

Годовой расход электроэнергии на приточно-вытяжную вентиляцию для удаления избытков тепла из рабочей зоны от проникающей через фонари солнечной радиации составляет

$$Q_{вн} = q_{вн.\,ф} \frac{в_ф S_ф N_ф}{S}, \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}. \quad (41)$$

Обозначения те же, что в формуле (13).

Годовой расход электроэнергии на общее искусственное освещение составляет

$$Q_{иск} = q_э T_и, \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}. \quad (42)$$

Обозначения те же, что в формулах (30) и (31).

5.5. При боковом естественном освещении годовой расход тепловой энергии, возмещающей дополнительные теплопотери через окна, определяется следующим образом:

а) при постоянном режиме отопления

$$Q_{от.\,т} = q^{п}_{от.\,о} \frac{в_о S_о N_о}{S}, \text{ ГДж/(м}^2\text{·год)}; \quad (43)$$

б) при наличии дежурного отопления в нерабочее время

$$Q_{от.\,т} = q^{д}_{от.\,о} \frac{в_о S_о N_о}{S}, \text{ ГДж/(м}^2\text{·год)}. \quad (44)$$

Обозначения те же, что в формулах (19) и (21).

Годовой расход электроэнергии в системе воздушного отопления, на приточно-вытяжную вентиляцию и искусственное освещение определяется аналогично системе верхнего естественного освещения, то есть по формулам (40), (41) и (42), принимая $m=1$ и время работы общего искусственного освещения по формуле (32).

Таблица 1

НОРМАТИВЫ ДЛЯ РАСЧЕТА

Сметная стоимость «в деле» 1 м² проекции зенитного фонаря $C_ф$ (по территориальному району 1А)

Светопрозрачное заполнение	Стоимость при размерах фонаря, *руб/м²*			
	1,5 . 1,5 м	1,5 . 6,0 м	3 . 3 м	3 . 6 м
Органическое стекло, 1 слой	56	47	38,8	34,4
Органическое стекло, 2 слоя	75,6	55,1	52,5	46
Листовое силикатное стекло, 1 слой	43	33,6	32	25,5
Листовое силикатное стекло, 2 слоя	50	42,6	39,5	31,8
Листовое силикатное стекло, 3 слоя	57	50	47,7	41,8
Стеклопакеты, 1 слой	52	46,2	41	36,4
Стекло профильное, 1 слой	41	31,8	31	24,9
Стекло профильное, 2 слоя	50	40,8	39	35
Стекло профильное 1 слой и стекло листовое 1 слой	51	43,5	39,6	35,5

Таблица 2

Отчисления на амортизацию и текущий ремонт («а») конструкций промышленных зданий с различной производственной средой

Конструкции и системы	Показатель „a", % сметной стоимости конструкций в зданиях с производственной средой			
	нормальной	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
Стены				
Кирпичные неоштукатуренные	1,8	3	3,9	4,6
Кирпичные оштукатуренные мелкоблочные	1,6	2,8	3,7	4,4

Продолжение табл. 2

Конструкции и системы	Показатель „a", % сметной стоимости конструкций в зданиях с производственной средой			
	нормальной	слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
Панельные однослойные	1,5	2,7	3,6	4,3
Панельные многослойные	1,5	2,8	3,6	4,3
Панельные из листовых материалов (алюминия, асбестоцемента и т. п.) с эффективным утеплителем	1,5	7,7	13,8	20,2
Окна и фонари				
Металлические переплеты				
Одинарное остекление	9,5	15	20,6	26,3
Двойное остекление	9,4	14,9	20,5	26,2
Тройное остекление и стеклопакеты	9,3	14.8	20,4	26,1
Деревянные переплеты				
Одинарное остекление	12,5	13,7	14,6	15,3
Двойное остекление	12,4	13,7	14,5	15,2
Тройное остекление и стеклопакеты	12,3	13,5	14,4	15,1
Покрытия				
Рулонные 2-слойные по железобетонному основанию или стяжке	—	6	—	—
То же, 3—5-слойные	—	5,9	—	—
Шиферные	—	7	—	—
Системы отопления и вентиляции	12	13	16	20

Таблица 3

Годовые расходы на протирку остекления окон и фонарей промышленных зданий (на 1 м² остекления)

Содержание пыли, дыма, копоти в воздушной среде помещения, мГ/м³	Высота помещения, м	Годовые расходы на протирку остекления Мо. п, руб/(м²·год)	
		одинарного	двойного
Менее 1	6	0,09	0,17
	10	0,11	0,21
	16 и выше	0,12	0,23
	Фонари	0,31	0,62
От 1 до 5	6	0,13	0,25
	10	0,16	0,32
	16 и выше	0,18	0,35
	Фонари	0,46	0,92
Свыше 5	6	0,17	0,33
	10	0,21	0,42
	16 и выше	0,23	0,47
	Фонари	0,62	1,24

Примечания: 1. Показатели даны для условий Москвы. Для других районов применяются поправочные территориальные коэффициенты по табл. 4.

2. Показатели предусматривают 2-сменный режим работы в помещении. При односменной работе применяется коэффициент 0,7, при 3-сменной — коэффициент 1,3.

Таблица 4

Поправочные территориальные коэффициенты к удельным расходам на стеклопротирочные работы

Территориальные районы по ЕРЕР	Значения поправочного коэффициента
1—6, 10	1
8, 9, 12, 13, 19	1,1
7, 11, 14, 15, 18	1,15
16	1,25
17	1,35

Таблица 5

Сопротивление теплопередаче R_0 и интегральный коэффициент пропускания солнечной радиации τ_e светопрозрачного заполнения окон и фонарей

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче R_0, м².°С/Вт	Интегральный коэффициент пропускания τ_e
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,17	0,83
Одинарное остекление в металлических переплетах	0,15	0,83
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,34	0,69
Двойное остекление в металлических спаренных переплетах	0,31	0,69
Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	0,38	0,69
Двойное остекление в металлических раздельных переплетах	0,34	0,69
Тройное остекление в деревянных переплетах (спаренный и одинарный)	0,52	0,57
Тройное остекление в металлических переплетах	0,48	0,57
Блоки стеклянные пустотелые размером 194×194×98 мм при ширине швов 6 мм	0,31	0,64
Блоки стеклянные пустотелые размером 244×244×98 мм при ширине швов 6 мм	0,33	0,64
Профильное стекло швеллерного сечения	0,16	0,78
Профильное стекло коробчатого сечения	0,34	0,61
Органическое стекло:		
одинарное	0,19	0,87
двойное	0,36	0,76
тройное	0,52	0,66
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	0,34	0,69
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,31	0,69
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в раздельных деревянных переплетах	0,52	0,57
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в металлических переплетах	0,48	0,57

Таблица 6

Удельная стоимость устройства систем отопления

Вид отопления	$С_т$, руб/Вт
Водяное, с радиаторами или бетонными отопительными приборами	0,014
Водяное, с конвекторами	0,011
Воздушное, с отопительными агрегатами	0,007
Воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией	0,004

Таблица 7

Тарифы на тепловую и электрическую энергию для районов СССР, введенные в действие с 1 января 1982 г.*

Энергетическая система	Тариф на тепловую энергию $Ц_т$		Плата за 1 кВт·ч потребленной электроэнергии, коп.
	руб/Гкал	руб/ГДж	
Главцентрэнерго			
Горэнерго	8	1,92	1
Ивэнерго	12	2,87	1,2
Калининэнерго	10	2,4	1,1
Костромэнерго	10	2,4	1
Куйбышевэнерго	7,5	1,8	0,9
Липецкэнерго	11,5	2,75	1
Мордовэнерго	10	2,4	1,2
Мосэнерго	11	2,63	1
Орелэнерго	12	2,87	1,2
Пензаэнерго	10	2,4	1,2
Рязаньэнерго	11	2,63	1,2
Саратовэнерго	8	1,92	0,9
Тамбовэнерго	10	2,4	1,2
Татарэнерго	7	1,67	0,9
Тулаэнерго	7,5	1,8	1,1
Ульяновскэнерго	12	2,87	1,2
Чувашэнерго	8	1,92	1,2

* для предприятий мощностью до 750 кВА тариф на электроэнергию применяется в размере 3 коп/(кВт·ч), кроме Камчатскэнерго, Магаданэнерго, Якутскэнерго — 10 коп/(кВт·ч), а для Сахалинэнерго 10 коп/(кВт·ч) и 6,5 коп/(кВт·ч) (для энергорайона Охинской ТЭЦ).

Продолжение табл. 7

Энергетическая система	Тариф на тепловую энергию $Ц_т$		Плата за 1 кВт·ч потребленной электроэнергии, коп.
	руб/Гкал	руб/ГДж	
Главсеверозападэнерго			
Архэнерго	13	3,1	1,5
Брянскэнерго	11	2,63	1,5
Калининградэнерго	15	3,6	1,5
Карелэнерго	15	3,6	0,9
Колэнерго	13	3,1	0,9
Комиэнерго	15	3,6	1,5
Ленэнерго	11	2,6	1
Смоленскэнерго	12	2,9	1,5
Ярэнерго	9	2,15	1,2
Главюжэнерго			
Белгородэнерго	15	3,6	1,2
Волгоградэнерго	8	1,92	0,9
Воронежэнерго	9	2,15	0,9
Грозэнерго	6	1,44	0,9
Дагэнерго	13	3,1	1,5
Краснодарэнерго	6	1,44	1,5
Курскэнерго	10	2,4	1,2
Ростовэнерго	11,5	2,75	1,5
Севкавказэнерго	—	—	1
Ставропольэнерго	6	1,44	1,5
Главуралэнерго			
Башкирэнерго	6,3	1,51	0,9
Кировэнерго	10	2,4	1,1
Оренбургэнерго	6	1,44	1,1
Пермэнерго	7	1,67	0,9
Свердловскэнерго	6	1,44	0,9
Тюменьэнерго	8	1,92	1,1
Удмуртэнерго	10	2,4	1,1
Челябинскэнерго	8,7	2,09	0,9
Главвостокэнерго			
Барнаулэнерго	8	1,92	1,1
Бурятэнерго	7	1,67	1,1
Иркутскэнерго	5	1,2	0,25
Красноярскэнерго	5	1,2	0,25
Кузбассэнерго	7,1	1,69	0,5
Новосибирскэнерго	8	1,92	0,5
Омскэнерго	7,2	1,72	0,5
Томскэнерго	8	1,92	1

Продолжение табл. 7

Энергетическая система	Тариф на тепловую энергию $Ц_т$		Плата за 1 кВт·ч потребленной электроэнергии, коп.
	руб/Гкал	руб/ГДж	
Главсеверовостокэнерго			
Амурэнерго	10	2,4	1,9
Дальэнерго	15	3,6	2,2
Камчатскэнерго	15	3,6	9
Магаданэнерго	20	4,8	13,5
Сахалинэнерго	20	4,8	9
Хабаровскэнерго	9	2,16	1,2
Читаэнерго	9	2;16	1,2
Якутскэнерго	14	3,34	6
Минэнерго УССР			
Винницаэнерго	8,5	2,04	2
Днепроэнерго	13,5	3,22	1
Донбассэнерго	9	2,16	1
Киевэнерго	12	2,9	1,2
Крымэнерго	12	2,9	2
Львовэнерго	12	2,9	1,5
Одессаэнерго	12	2,9	1,5
Харьковэнерго	12	2,9	1
Минэнерго Казахской ССР			
Алма-Атаэнерго	11	2,6	1,1
Алтайэнерго	9	2,16	0,5
Гурьевэнерго	6	1,44	3,7
Запказэнерго	8	1,92	1,5
Карагандаэнерго	10	2,4	0,9
Кустанайэнерго	9	2,16	1,1
Павлодарэнерго	5	1,2	1,1
Целиноградэнерго	9	2,16	1,1
Южказэнерго	10	2,4	1,1
Энергоснабжение организаций других союзных республик			
Азглавэнерго	7	1,67	1,5
Армглавэнерго	7	1,67	1,5
Белглавэнерго	9	2,16	1,2
Грузглавэнерго	13,5	3,22	1,5
Киргизглавэнерго	8	1,92	1,5
Латвглавэнерго	13,5	3,22	1,5
Литовглавэнерго	11,5	2,75	1,5
Молдавглавэнерго	12	2,9	1,5
Таджикглавэнерго	8	1,92	0,5
Туркменглавэнерго	7	1,67	1,1
Минэнерго Узб. ССР	6	1,44	1
Эстонглавэнерго	10	2,4	1,5

Таблица 8

Коэффициент m, учитывающий долю теплопоступлений в рабочую зону от проникающей в помещение солнечной радиации

Высота помещения H до покрытия, м	Значение m
До 8	0,35
От 8 до 15	0,25
Более 15	0,1

Таблица 9

Максимальные значения суммарной солнечной радиации $Q_{макс}$ в июле при действительных условиях облачности на различно ориентированные поверхности, Вт/м²

Географическая широта, град с. ш.	Ориентация поверхности					
	горизонтальная	вертикальная на				
		север	северо-восток или северо-запад	юг	восток или запад	юго-восток или юго-запад
38	925	182	554	335	685	530
40	855	180	539	346	673	527
42	785	178	523	358	658	524
44	740	176	508	369	645	521
46	705	173	491	380	631	518
48	670	171	475	391	618	515
50	645	169	459	403	605	513
52	620	166	443	414	590	510
54	595	164	426	424	577	507
56	565	162	411	435	562	505
58	540	159	395	447	550	502
60	520	157	379	458	535	500

Таблица 10

Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств $\beta_{с.з.}$

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств $\beta_{с.з.}$
Наружные	
Шторы или маркиза из светлой ткани	0,15
Штора или маркиза из темной ткани	0,2

Продолжение табл. 10

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств $\beta_{с.\ з.}$
Ставня-жалюзи с деревянными пластинами	0,1/0,15
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,2
Межстекольные (непроветриваемые)	
Шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,3/0,35
Штора из светлой ткани	0,25
Штора из темной ткани	0,4
Внутренние	
Штора-жалюзи с металлическими пластинами	0,6/0,7
Штора из светлой ткани	0,6
Штора из темной ткани	0,8

Примечания: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: над чертой — для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, под чертой — под углом 90° к плоскости проема.

2. Коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством следует принимать в два раза меньше.

Таблица 11

Удельная стоимость устройства систем вентиляции, руб·ч/м³

Производительность вентиляционной системы, м³/ч	Стоимость приточной вентиляции	Стоимость вытяжной вентиляции
	$C_{п.\ в.}$	$C_{в.\ в.}$
10000—20000	0,095	0,055
25000—70000	0,07	0,045
70000—150000	0,04	0,02

Таблица 12

Средние суточные значения суммарной солнечной радиации $Q_{ср}$, поступающей в вентиляционном периоде на различно ориентированные поверхности при действительных условиях облачности, Вт/м²

Географическая широта, град с. ш.	Продолжительность вентиляционного периода $z_{вн}$, сут	Ориентация поверхности					
		горизонтальная	вертикальная на				
			север	северо-восток или северо-запад	юг	восток или запад	юго-восток или юго-запад
38	200	289	68	115	97	157	134
40	185	279	66	113	100	156	135
42	170	271	65	110	105	155	136
44	165	262	64	108	108	153	137
46	140	254	63	106	113	151	138
48	125	248	61	104	118	151	140
50	110	236	60	101	122	150	141
52	95	228	59	99	126	149	142
54	80	220	58	97	129	148	143
56	65	211	57	94	133	147	144
58	50	203	56	92	137	146	145
60	35	194	55	90	142	145	146

Таблица 13

Ориентировочная стоимость ламп и светильников, применяемых для освещения промзданий с нормальной средой, руб.

Лампа	Цена лампы $C_л$	Средняя цена светильника $C_а$	Стоимость монтажа светильника $C_м$
		Однолампового	
ДРЛ-250	6,6	14,6	5,7
ДРЛ-400	8,6	20,5	
ДРЛ-700	12	30,5	
ДРЛ-1000	16	33	
ДРЛ-2000	30	63	
		Двухлампового зеркального	
ЛБ-40	0,78	21	4
ЛБ-65	0,85	25	
ЛБ-80	0,9	29	
		Однолампового	
ДРИ-700	25	45	5,7

Таблица 14

Коэффициенты α, β, γ для учета потерь в осветительных установках

Коэффициент	Лампы накаливания	Люминесцентные лампы	Лампы ДРЛ и ДРИ	
			без конденсаторов	с конденсаторами на групповых линиях
α	1	1,2	1,1	1,1
β	0,03	0,037	0,12	0,078
γ	0	0	0	2,6(ДРЛ) 4 (ДРИ)

Таблица 15

Технические данные ламп, наиболее широко применяемых для освещения производственных помещений

Тип ламп	Мощность $P_л$, Вт	Световой поток $F_л$, лм	Срок службы $T_л$, ч
ЛДЦ 65-4	65	2900	10000
ЛД-65-4		3390	
ЛХБ 65-4		3630	
ЛТБ 65-4		3780	
ЛБ 65-4		4325	
ЛДЦ 80-4	80	3380	
ЛД 80-4		3865	
ЛХБ 80-4		4220	10000
ЛТБ 80-4		4300	
ЛБ 80-4		4960	
ДРЛ 125	125	5600	
ДРЛ 250	250	11000	
ДРЛ 400	400	19000	7500
ДРЛ 700	700	35000	
ДРЛ 1000	1000	50000	
ДРИ 250	250	18700	3000
ДРИ 400	400	32000	4000
ДРИ 700	700	59500	5000
ДРИ 1000	1000	90000	3000
ДРИ 2000	2000	190000	1000

Таблица 16

Сроки чистки светильников

Содержание пыли, дыма, копоти в воздушной среде помещения, мг/м³	Число чисток светильников $n_ч$ в год
Не более 1	4
От 1 до 5	6
5 и более	18

Таблица 17

Стоимость чистки одного светильника и индивидуальной замены ламп в светильниках

Средство доступа к светильникам для обслуживания	Стоимость одной чистки $C_ч$, руб. светильника с лампами			Стоимость индивидуальной замены лампы $C_з$, руб.	
	накаливания	ДРЛ и ДРИ	люминесцентными	накаливания, ДРЛ или ДРИ	люминесцентной
Лестницы, стремянки	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5
Напольные передвижные подъемные устройства (вышки) несамоходные	0,5	0,6	0,75	—	—
То же, самоходные	0,6	0,8	1	—	—
Мостовые технологические краны и технологические краны-балки с прицепным мостиком при их технологической загрузке до 25%	0,75	1	1,25	0,24	0,35
То же, до 40%	0,9	1,2	1,5	—	—
» » 60%	1,2	1,6	2	—	—
Мостовые ремонтные краны, ремонтные краны-балки с прицепным мостиком	0,7	0,9	1,1	—	—
Стационарные мостики, галереи, площадки	0,3	0,4	0,5	0,12	0,17

Таблица 18

Коэффициенты для определения времени использования искусственного освещения $T_и$ в различных светоклиматических поясах территории СССР (рис. 1 глава СНиП II-4-79)

Число рабочих смен	Нормируемая освещенность E, лк	I пояс			II пояс			III пояс			IV пояс			V пояс		
		и	T_0	T_1	и	T_0	T_1	и	T_0	T_1	и	T_0	T_1	и	T_0	T_1
1	150	1	400	1120	1,1	300	1060	1,2	200	1000	1,3	100	930	2	0	850
	200		410	1600		310	1540		210	1470		110	1400		10	1330
	300		430	2600		330	2520		230	2450		130	2370		30	2300
	400		450	3600		350	3510		250	3420		150	3330		50	3250
	500		470	4600		370	4500		270	4400		170	4300		70	4200
2	150	0,6	1300	2300	0,7	1270	2220	0,8	1240	2140	1	1210	2060	1,2	1180	1980
	200		1320	2750		1290	2670		1260	2590		1230	2500		1200	2410
	300		1360	3650		1330	3560		1300	3470		1270	3380		1240	3290
	400		1400	4550		1370	4450		1340	4350		1310	4260		1280	4170
	500		1440	5450		1410	5350		1380	5250		1350	5150		1320	5050
3	150	0,5	2920	2800	0,6	2920	2700	0,7	2920	2600	0,8	2920	2500	1	2920	2400
	200		2940	3200		2940	3100		2940	3000		2940	2900		2940	2800
	300		2980	4000		2980	3900		2980	3800		2980	3700		2980	3600
	400		3020	4800		3020	4700		3020	4600		3020	4500		3020	4400
	500		3060	5600		3060	5500		3060	5400		3060	5300		3060	5200

Таблица 19

Время использования общего искусственного освещения $T_и$ (часы) при верхнем естественном освещении для односменной работы с 8 до 16 ч. 30 мин.

Пояс светового климата	Нормированная освещенность E, лк	Время использования $T_и$ при значениях КЕО (%)							
		1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	7
I	150	1150	960	850	770	720	680	620	560
	200	1480	1210	1050	940	870	810	730	640
	300	2150	1730	1470	1300	1170	1080	950	800
	400	2150	2150	1890	1650	1480	1350	1170	960
	500	2150	2150	2150	2000	1780	1620	1390	1130
II	150	980	790	690	620	570	530	480	420
	200	1300	1030	870	770	700	640	570	490
	300	1940	1510	1250	1080	970	880	760	630
	400	2150	1990	1630	1400	1230	1110	950	760
	500	2150	2150	2010	1710	1500	1350	1140	900
III	150	820	640	530	470	420	390	340	300
	200	1110	850	700	600	540	490	420	350
	300	1740	1300	1050	890	770	690	580	470
	400	2150	1740	1390	1180	1010	900	750	580
	500	2150	2150	1740	1450	1250	1100	910	700
IV	150	550	480	380	320	280	250	220	170
	200	940	680	540	450	390	340	280	220
	300	1530	1090	850	700	590	520	420	320
	400	2120	1500	1160	950	800	700	560	420
	500	2150	1920	1480	1200	1010	880	700	510
V	150	380	210	140	90	70	50	40	20
	200	600	340	220	160	120	90	60	40
	300	1050	600	400	290	220	170	120	80
	400	1490	860	570	410	310	250	180	120
	500	1940	1120	740	540	410	330	240	160

Таблица 20

Время использования общего искусственного освещения $T_и$ (часы) при верхнем естественном освещении для двухсменной работы с 6 ч до 22 ч

Пояс светового климата	Нормированная освещенность E, лк	Время использования $T_и$ при значении КЕО (%)							
		1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	7
I	150	3100	2820	2630	2490	2380	2300	2180	2020
	200	3480	3130	2910	2740	2620	2520	2370	2180
	300	4220	3770	3470	3250	3080	2950	2750	2500
	400	4300	4300	4030	3750	3550	3380	3130	2820
	500	4300	4300	4300	4260	4010	3810	3520	3140
II	150	2940	2640	2440	2300	2190	2110	1990	1840
	200	3300	2930	2700	2530	2400	2300	2150	1970
	300	4010	3520	3200	2980	2810	2680	2480	2240
	400	4300	4110	3710	3430	3220	3060	2810	2510
	500	4300	4300	4230	3890	3640	3440	3140	2780
III	150	2820	2470	2270	2130	2020	1950	1830	1690
	200	3130	2750	2500	2340	2210	2110	1970	1810
	300	3810	3290	2970	2740	2570	2440	2260	2030
	400	4300	3840	3430	3150	2940	2780	2540	2260
	500	4300	4300	3900	3560	3310	3110	2830	2490
IV	150	2580	2240	2030	1900	1800	1720	1620	1500
	200	2900	2480	2230	2060	1940	1860	1730	1590
	300	3520	2960	2620	2400	2240	2120	1950	1750
	400	4150	3440	3010	2730	2530	2380	2160	1920
	500	4300	3930	3410	3070	2820	2640	2380	2090
V	150	2400	2040	1840	1710	1620	1560	1470	1370
	200	2680	2250	2000	1840	1740	1660	1550	1430
	300	3260	2670	2340	2120	1970	1860	1720	1560
	400	3840	3100	2670	2400	2210	2070	1880	1680
	500	4300	3520	3000	2670	2440	2280	2050	1810

Таблица 21

Время использования общего искусственного освещения $T_и$, ч, при верхнем естественном освещении для трехсменной работы (круглосуточно)

Пояс светового климата	Нормированная освещенность E, лк	Время использования $T_и$ при значениях КЕО (%)							
		1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	7
I	150	5210	4900	4690	4540	4420	4320	4170	3980
	200	5550	5200	4960	4790	4650	4580	4370	4150
	300	6240	5810	5510	5290	5120	4980	4770	4490
	400	6500	6410	6060	5790	5580	5420	5170	4830
	500	6500	6500	6500	6290	6050	5860	5570	5180
II	150	5040	4700	4480	4320	4190	4100	3950	3760
	200	5370	4980	4730	4540	4400	4290	4120	3900
	300	6040	5550	5230	5000	4820	4680	4460	4190
	400	6500	6120	5730	5450	5240	5020	4810	4480
	500	6500	6500	6240	5900	5650	5450	5160	4770
III	150	4880	4520	4290	4120	4000	3900	3760	3590
	200	5200	4790	4520	4330	4190	4080	3910	3710
	300	5840	5320	4980	4740	4560	4420	4210	3950
	400	6480	5850	5440	5150	4930	4760	4510	4200
	500	6500	6380	5900	5560	5310	5110	4780	4440
IV	150	4730	4360	4120	3960	3840	3740	3610	3450
	200	5040	4610	4330	4140	4000	3900	3740	3510
	300	5660	5100	4760	4520	4340	4200	4000	3760
	400	6270	5600	5180	4890	4670	4500	4260	3970
	500	6500	6100	5610	5260	5010	4810	4520	4180
V	150	4520	4120	3880	3720	3600	3520	3400	3260
	200	4810	4340	4060	3870	3740	3640	3500	3340
	300	5380	4780	4420	4180	4010	3880	3700	3490
	400	5950	5220	4780	4490	4280	4120	3900	3650
	500	6500	5660	5140	4790	4550	4360	4100	3800

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Исходные данные

Объект: сварочный цех завода сварных узлов и деталей Электротехнического комплекса г. Минусинска.

Географическое положение г. Минусинска: XIV территориальный район, 1В строительно-климатический район, III снеговой район и III пояс светового климата СССР.

Климатические характеристики района: средняя температура наиболее холодной пятидневки $t_{35} = -42$°С, средняя температура отопительного периода $t_{з.\,ср.} = -9{,}5$°С, продолжительность отопительного периода $z_{от} = 226$ сут.

Размеры объекта: цех расположен в одноэтажном широкогабаритном здании, ширина цеха $3 \times 36 = 108$ м, длина 156 м, площадь $S = 108 \cdot 156 = 16848$ м², высота до низа ферм 16,2 м, до покрытия $H = 20$ м.

Система естественного освещения: односкатные зенитные фонари площадью $S_ф = 3 \cdot 6 = 18$ м² серии 3212 разд. 123, разработанные Промстройпроектом. Рамы фонарей состоят из двух створок, соединенных между собой при помощи петель. Остекление рам производится витринным неполированным стеклом толщиной 6,5 мм по ГОСТ 7380—77 и образует сборный стеклопакет. Размеры светового отверстия фонаря $2{,}8 \times 5{,}9 = 16{,}5$ м², высота продольных стенок 0,88 и 0,73 м, площадь остекления 17 м². Остекленные рамы, установленные на балки бортового обрамления, имеют уклон 5%. Конструкция фонарей предусматривает возможность мойки верхних и нижних стекол с кровли.

Характер работы и рабочих условий: выполняемая зрительная работа относится к IV разряду точности, следовательно, нормируемые значения КЕО и освещенности при общем искусственном освещении в соответствии с табл. 1 главы СНиП II-4-79 составляют $e_н = 4\%$ и $E = 300$ лк. Работа производится в 2 смены. Температурно-влажностные условия нормальные, внутренняя среда слабоагрессивная, пылевыделения от 1 до 5 мг/м³.

Тариф на тепловую и электрическую энергию для Красноярскэнерго (табл. 7 прил. 1): $Ц_т = 1{,}20$ руб/ГДж, $Ц_э = 0{,}25 \cdot 10^{-2}$ руб/(кВт·ч). Расчеты ведутся по двуставочному тарифу, но плата за 1 кВт максимальной нагрузки не учитывается, считая, что для сравниваемых вариантов освещения здания она является приблизительно одинаковой.

Порядок расчета

1. Расчет приведенных затрат на освещение при полном обеспечении работ IV разряда естественным светом проводится в последовательности:

а) Определяем необходимое количество фонарей, при котором среднее значение КЕО составляет: $e_н = 4\%$.

Общий коэффициент светопропускания τ_0 определяется по формуле (7) главы СНиП II-4-79 при условии, что светопропускающим материалом является двухслойное витринное стекло толщиной 6,5 мм и $\tau_1=0{,}87\cdot 0{,}87=0{,}757$, переплет фонаря стальной одинарный открывающийся $\tau_2=0{,}75$, несущими конструкциями являются стальные фермы $\tau_3=0{,}9$, солнцезащитные устройства отсутствуют $\tau_4=1$, влияние защитной сетки $\tau_5=0{,}9$, следовательно,

$$\tau_0 = 0{,}757\cdot 0{,}75\cdot 0{,}9\cdot 1\cdot 0{,}9 = 0{,}46.$$

Коэффициент запаса при уклоне остекления фонаря 5° составляет $K_{з.\,е}=1{,}8$ (табл. 3 главы СНиП II-4-79).

Значение световой характеристики фонаря $\eta_ф$ определяется по табл. 32 главы СНиП II-4-79. Площадь выходного отверстия фонаря $S_2 = 2{,}8\cdot 5{,}9 = 16{,}5$ м², площадь входного отверстия фонаря такая же, площадь боковой поверхности проема

$$S_б = (0{,}\varepsilon 8 + 0{,}73)\cdot(2{,}8 + 5{,}9) = 14 \text{ м}^2.$$

Следовательно,

$$\frac{S_2}{S_1 + S_б} = \frac{16{,}5}{16{,}5 + 14} = 0{,}541.$$

При индексе помещения

$$i = \frac{l_п\, b}{(l_п + b)(H - h_р)} = \frac{156\cdot 108}{(156 + 108)\cdot(20 - 0{,}8)} = 3{,}32.$$

Световая характеристика фонаря $\eta_ф = 1{,}52$.

Коэффициент $r_2 = 1{,}05$ (табл. 33 главы СНиП II-4-79) при средневзвешенном коэффициенте отражения потолка стен и пола $\rho_{ср}=0{,}3$ и количестве пролетов 3.

Коэффициент $=1{,}1$ (табл. 34 главы СНиП II-4-79) для штучных световых проемов в плоскости покрытия.

Пользуясь формулой (6) главы СНиП II-4-79

$$100\frac{N_ф S_2}{S} = \frac{e_н k_{з.\,е}\,\eta_ф}{\tau_0 r_2 k_ф},$$

определяем необходимое количество фонарей

$$N_ф = \frac{4\cdot 1{,}8\cdot 1{,}52}{0{,}46\cdot 1{,}05\cdot 1{,}1}\,\frac{16848}{100\cdot 16{,}52} = 4\cdot 52{,}5 = 210 \text{ шт};$$

б) Годовые приведенные затраты на покрытие, обусловленные устройством фонарей, определяются по формуле (3), принимая следующие значения параметров и коэффициентов: $C_ф = 48$ руб/м², $C_к = 20{,}3$ руб/м² по данным Промстройпроекта, $a_ф = 14{,}9$ %, $a_к = 6$% (по табл. 2 прил. 1), $b_ф = 17/18 = 0{,}94$, $M_{о.\,п.} = 0{,}92\cdot 1{,}15 = 1{,}06$ руб /м²·год (табл. 3 и 4 прил. 1);

$$П_ф = [0{,}12(48 - 20{,}3) + 0{,}01(14{,}9\cdot 48 - 6\cdot 20{,}3) +$$

$$+ 0{,}94\cdot 1{,}06]\frac{18\cdot 210}{16848} = 10{,}25\cdot 0{,}224 = 2{,}3 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

в) Годовые приведенные затраты на воздушное отопление с отопительными агрегатами, поддерживающее в нерабочее время

внутри помещения температуру 5° С, определяются по формулам (4), (5), (8) и (9), принимая следующие значения параметров и коэффициентов:

$R_о = 0{,}31$ м²·°С/Вт (табл. 5 прил. 1); $R_к = 1{,}3$ м²·°С/Вт; $\Delta t = 0{,}4$°С/м. $C_т = 0{,}007$ руб/Вт (табл. 6 прил. 1); $a_{от} = 13$ % (табл. 2 прил. 1);

$$C_{от.\,ф} = 0{,}007 \cdot 1{,}3\left(\frac{1}{0{,}31} - \frac{1}{1{,}3}\right)[18 + 0{,}4 \cdot (20-2) + 42] = 1{,}5 \text{ руб./м}^2;$$

$$q^{д}_{от.\,ф} = 3{,}6 \cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{0{,}31} - \frac{1}{1{,}3}\right)\{[18 + 0{,}4 \cdot (20-2) + 9{,}5]\,4300 +$$

$$+ [5 + 0{,}4 \cdot (20-2) + 9{,}5] \cdot (8760 - 4300)\}\,1{,}3 \times$$

$$\times \frac{226}{365} = 1{,}751 \text{ ГДж/(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$M_{от.\,ф} = 1{,}751(1{,}2 \cdot 1{,}2 + 4{,}7 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-2}) = 2{,}54 \text{ руб./(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$П_{от} = (0{,}12 \cdot 1{,}5 + 0{,}01 \cdot 13 \cdot 1{,}5 + 2{,}54)\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 210}{16848} =$$

$$= 2{,}92 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}224 = 0{,}61 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

г) годовые приведенные затраты на вентиляцию определяются по формулам (10), (11), (12) и (13), принимая следующие значения параметров и коэффициентов: $a_{вн} = 13\%$ (табл. 2 прил. 1); $m = 0{,}1$ (табл. 8 прил. 1); $Q_{макс} = 595$ Вт/м² (табл. 9 прил. 1); $\tau_е = 0{,}69$ (табл. 5 прил. 1); $\beta_{с.\,з} = 1$, $C_{п.\,в} = 0{,}04$ руб.·ч/м³ $C_{вв} = 0{,}02$ руб.·ч/м³ (табл. 11 прил. 1); $Q_{ср} = 220$ Вт/м²; $z_{вн} = 80$ сут.; (табл. 12 прил. 1), отсюда

$$C_{вн.\,ф} = \frac{3{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 595 \cdot 0{,}69 \cdot 1 \cdot (0{,}04 + 0{,}02)}{1{,}21 \cdot 3} = 2{,}44 \text{ руб/м}^2;$$

$$q_{вн.\,ф} = \frac{3{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 220 \cdot 0{,}69 \cdot 1 \cdot 4300 \cdot 80 \cdot 0{,}3 \cdot 10^{-3}}{1{,}21 \cdot 365 \cdot 0{,}68 \cdot 3} = 6{,}26 \text{ кВт ч/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$$M_{вн.\,ф} = 6{,}26 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-2} = 0{,}016 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$П_{вн} = (0{,}12 \cdot 2{,}44 + 0{,}01 \cdot 13 \cdot 2{,}44 + 0{,}016)\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 210}{16848} =$$

$$= 0{,}626 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}224 = 0{,}13 \text{ руб. /(м}^2\cdot\text{год)};$$

д) годовые приведенные затраты на общее искусственное освещение определяются по формулам (23)—(30), учитывая, что:

1) коэффициент использования светового потока светильника РСП-10·700/К с лампой ДРИ-700, светораспределение которого является промежуточным между светораспределением светильников С34ДРЛ и С35ДРЛ, при индексе помещения

$$i = \frac{108 \cdot 156}{(108+156)(16{,}2-1{,}5)} = 4{,}34$$

и средневзвешенном коэффициенте отражения поверхностей помещения $\rho_{ср} = 0{,}3$ (потолок 0,5, стены 0,3, пол 0,1) составляет $\psi_{св} = 0{,}75$ (табл. 5—9 и 5—10 «Справочной книги для проектирования элект-

рического освещения» под ред. Г. М. Кнорринга, Ленинград, Энергия, 1976 г.);

2) при $e_н$=4% общая освещенность равна нормированной E=300 лк, а время использования общего искусственного освещения составляет $T_и$= 2440 ч (табл. 20 прил. 1);

3) остальные параметры и коэффициенты имеют следующие значения $K_{з.и.}$ = 1,8 (табл. 3 глава СНиП II-4-79); $n_л$= 1, $F_л$ = 59500 лм (табл. 15 прил. 1); $C_л$ = 25 руб; $C_а$ = 45 руб; $C_м$=5,7 руб. (табл. 13 прил. 1); α = 1,1; β = 0,078; γ = 4 руб. (табл. 14 прил. 1); $n_ч$ = 6 (табл. 16 прил. 1); $C_ч$= 1,0 руб; $C_э$ = 0,24 руб. (табл. 17 прил. 1); $T_л$= 5000 ч (табл. 15 прил. 1).

Необходимое количество светильников РСП-10-700/К для обеспечения общей освещенности в цехе E = 300 лк определяется по формуле (25)

$$N = \frac{300 \cdot 1{,}8 \cdot 16848}{1 \cdot 59500 \cdot 0{,}75} = 204 \text{ шт.}$$

Сметная стоимость осветительной установки определяется по формуле (24)

$$C_и = 204(25 \cdot 1 + 45 + 5{,}7 + 4 + 1{,}1 \cdot 0{,}7 \cdot 100 \cdot 1)\frac{1}{16848} =$$

$$= 156{,}7 \cdot 0{,}0121 = 1{,}9 \text{ руб./м}^2.$$

Составляющие эксплуатационных затрат определяются по формулам (27)—(30):

$$M_а = 0{,}13 \cdot 204(45 + 5{,}7 + 4 + 1{,}1 \cdot 0{,}7 \cdot 100 \cdot 1)\frac{1}{16848} =$$

$$= 17{,}1 \cdot 0{,}0121 = 0{,}21 \text{ руб./(м}^2 \cdot \text{год);}$$

$$M_о = 204\left[6 \cdot 1 + \frac{1 \cdot 2440 \cdot (25 + 0{,}24)}{5000}\right]\frac{1}{16848} =$$

$$= 18{,}3 \cdot 0{,}0121 = 0{,}22 \text{ руб./(м}^2 \cdot \text{год);}$$

$$q_э = 1{,}1 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 204(1 + 0{,}078)\frac{1}{16848} =$$

$$= 0{,}83 \cdot 0{,}0121 = 0{,}01 \text{ кВт/м}^2;$$

$$M_э = 0{,}01 \cdot 2440 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-2} = 0{,}06 \text{ руб./(м}^2 \cdot \text{год).}$$

Приведенные затраты на общее искусственное освещение определяются по формуле (23)

$$П_и = 0{,}12 \cdot 1{,}9 + (0{,}21 + 0{,}22 + 0{,}06) =$$

$$= 0{,}23 + 0{,}49 = 0{,}72 \text{ руб./(м}^2 \cdot \text{год);}$$

е) приведенные затраты на естественное освещение, определяемые по формуле (2), и на искусственное освещение составляют

$$П_I = (2{,}3 + 0{,}61 + 0{,}13) + 0{,}72 = 3{,}04 + 0{,}72 = 3{,}76 \text{ руб./(м}^2 \cdot \text{год).}$$

II. Расчет приведенных затрат на совмещенное освещение цеха при нормированном для совмещенного освещения значении КЕО, равном $e_{нс}$=2,4% (табл. 1 главы СНиП II-4-79), проводится по аналогичным формулам и параметрам, используя промежуточные

результаты, полученные при расчете приведенных затрат для I варианта освещения:

а) необходимое количество фонарей, при котором среднее значение КЕО составляет $e_{нс} = 2{,}4\%$, равно:

$$N_ф = 2{,}4 \cdot 52{,}5 = 126 \text{ шт.}$$

Модульная система строительства позволяет равномерно распределить в покрытии $N_ф = 144$ шт. фонарей, то есть реальное значение КЕО составит $e = 2{,}75\%$;

б) годовые приведенные затраты на покрытие, обусловленные устройством фонарей, составляют

$$П_ф = 10{,}25\frac{18 \cdot 144}{16848} = 10{,}25 \cdot 0{,}154 = 1{,}58 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

в) годовые приведенные затраты на воздушное отопление составляют:

$$П_{от} = 2{,}92 \cdot \frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 144}{16848} = 2{,}92 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}154 = 0{,}42 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

г) годовые приведенные затраты на вентиляцию составляют:

$$П_{вн} = 0{,}626 \cdot \frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 144}{16848} = 0{,}626 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}154 = 0{,}09 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

д) годовые приведенные затраты на общее искусственное освещение определяют, учитывая, что при $e = 2{,}75\%$ общая освещенность равна нормированной $E = 300$ лк, а время использования общего искусственного освещения составляет $T_и = 2855$ ч (табл. 20 прил. 1, интерполяция значения $T_и$ между e=2,5% и e=3% при $E = 300$ лк для III пояса), следовательно,

$$N = 204 \text{ шт.};$$

$$C_и = 1{,}9 \text{ руб/м}^2;$$

$$M_а = 0{,}21 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$M_о = 204\left[6 \cdot 1 + \frac{1 \cdot 2855 \cdot (25 + 0{,}24)}{5000}\right]\frac{1}{16848} =$$

$$= 20{,}4 \cdot 0{,}0121 = 0{,}25 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$q_э = 0{,}01 \text{ кВт/м}^2;$$

$$M_э = 0{,}01 \cdot 2855 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-2} = 0{,}07 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

$$П_и = 0{,}12 \cdot 1{,}9 + (0{,}21 + 0{,}25 + 0{,}07) =$$

$$= 0{,}23 + 0{,}53 = 0{,}76 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)};$$

е) приведенные затраты на совмещенное освещение цеха составляют:

$$П_{II} = (1{,}58 + 0{,}42 + 0{,}09) + 0{,}76 = 2{,}85 \text{ руб/(м}^2\cdot\text{год)}.$$

III. Расчет приведенных затрат на совмещенное освещение цеха при наименьшем допустимом значении КЕО, равном $e_{мин} = 1{,}5\%$ (табл. 6 главы СНиП II-4-79), проводится по аналогичным формулам и параметрам, используя промежуточные результаты, полученные при расчете приведенных затрат для I варианта освещения:

а) необходимое количество фонарей, при котором среднее значение КЕО составляет $e_{мин} = 1{,}5\%$, равно:

$$N_ф = 1{,}5 \cdot 52{,}5 = 79 \text{ шт.}$$

Модульная система строительства позволяет равномерно распределить в покрытии $N_ф = 96$ шт. фонарей, то есть реальное значение КЕО составит $e = 1{,}83\%$;

б) годовые приведенные затраты на покрытие, обусловленные устройством фонарей, составляют

$$П_ф = 10{,}25 \frac{18 \cdot 96}{16848} = 10{,}25 \cdot 0{,}103 = 1{,}05 \text{ руб/(м}^2\text{·год)},$$

в) годовые приведенные затраты на воздушное отопление составляют

$$П_{от} = 2{,}92 \frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 96}{16848} = 2{,}92 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}103 = 0{,}28 \text{ руб/(м}^2\text{·год)};$$

г) годовые приведенные затраты на вентиляцию составляют

$$П_{вн} = 0{,}626 \frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 96}{16848} = 0{,}626 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}103 = 0{,}06 \text{ руб/(м}^2\text{·год)};$$

д) годовые приведенные затраты на общее искусственное освещение определяют, учитывая, что при $e = 1{,}83\%$ общая освещенность должна быть повышена до $E = 400$ лк, а время использования общего искусственного освещения составляет $T_и = 3470$ ч (табл. 20 прил. 1), интерполяция значений $T_и$ между $e = 1{,}5\%$ и $e = 2\%$ при $E = 300$ лк для III пояса.

Необходимое количество светильников РСП-10·700/К для обеспечения общей освещенности в цехе $E = 400$ лк составляет

$$N = \frac{400 \cdot 1{,}8 \cdot 16848}{1 \cdot 59500 \cdot 0{,}75} = 272 \text{ шт.}$$

Сметная стоимость осветительной установки составляет соответственно

$$C_и = 156{,}7 \frac{272}{16848} = 156{,}7 \cdot 0{,}0161 = 2{,}53 \text{ руб/м}^2.$$

Составляющие эксплуатационных затрат на искусственное освещение:

$$M_а = 17{,}1 \cdot 0{,}0161 = 0{,}28 \text{ руб/(м}^2\text{·год)};$$

$$M_о = 272 \left[6 \cdot 1 + \frac{1 \cdot 3470(25 + 0{,}24)}{5000}\right] \frac{1}{16848} =$$

$$= 23{,}5 \cdot 0{,}0161 = 0{,}38 \text{ руб/(м}^2\text{·год)};$$

$$q_э = 0{,}83 \cdot 0{,}0161 = 0{,}0134 \text{ кВт/м}^2;$$

$$M_э = 0{,}0134 \cdot 3470 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-2} = 0{,}12 \text{ руб/(м}^2\text{·год)}.$$

Приведенные затраты на общее искусственное освещение составляют

$$П_и = 0{,}12 \cdot 2{,}53 + (0{,}28 + 0{,}38 + 0{,}12) =$$

$$0{,}30 + 0{,}78 = 1{,}08 \text{ руб/(м}^2\text{·год)};$$

е) приведенные затраты на совмещенное освещение цеха составляют

$$П_{III} = (1{,}05 + 0{,}28 + 0{,}06) + 1{,}08 = 2{,}47 \text{ руб/(м}^2\text{·год)}.$$

IV. Расчет приведенных затрат для трех вариантов освещения показал, что II вариант [$П_{II}$ =2,85 руб/(м²·год)] на 24% экономичнее и III вариант [$П_{III}$=2,47 руб/(м²·год)] на 34% экономичнее по сравнению с I вариантом [$П_I$ =3,76 руб/(м²·год)], то есть по приведенным затратам лучшим оказался III вариант освещения цеха.

V. Сопоставление суммарных энергозатрат в трех рассмотренных выше вариантах освещения производится по формулам (37)—(44), используя промежуточные результаты, полученные при расчете приведенных затрат на освещение.

I вариант освещения

Годовой расход тепловой энергии на воздушное отопление определяется по формуле (39), используя результат расчета $q^{д}_{от.ф}$ по формуле (9), сделанной при определении приведенных затрат

$$Q_{от.т} = 1{,}751\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 210}{16848} = 0{,}37 \text{ ГДж/(м}^2\text{·год)}.$$

Годовой расход электроэнергии в системе воздушного отопления определяется по формуле (40)

$$Q_{от.э} = 4{,}7 \cdot 0{,}37 = 1{,}735 \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}.$$

Годовой расход электроэнергии на приточно-вытяжную вентиляцию определяется по формуле (41), используя результат расчета $q_{вн.ф}$ по формуле (13), сделанный при определении приведенных затрат:

$$Q_{вн} = 6{,}26\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 210}{16848} = 1{,}32 \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}.$$

Годовой расход электроэнергии на общее искусственное освещение определяется по формуле (42), используя результат расчета $q_э$ по формуле (30), сделанный при определении приведенных затрат

$$Q_{иск} = 0{,}01 \cdot 2440 = 24{,}4 \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)}.$$

Суммарные энергозатраты в системе общего освещения определяются по формуле (37)

$$W_I = 41{,}4 \cdot 0{,}37 + 0{,}330(1{,}735 + 1{,}32 + 24{,}4) =$$

$$= 15{,}3 + 9{,}05 = 24{,}35 \text{ кг/(м}^2\text{·год)}.$$

II вариант освещения

$$Q_{от.т} = 1{,}751\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 144}{16848} = 0{,}253 \text{ ГДж/(м}^2\text{·год)};$$

$$Q_{от.э} = 4{,}7 \cdot 0{,}253 = 1{,}19 \text{ кВт·ч/(м}^2\text{·год)};$$

$$Q_{вн} = 6{,}26\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 144}{16848} = 0{,}905 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$Q_{иск} = 0{,}01 \cdot 2855 = 28{,}55 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$W_{II} = 41{,}4 \cdot 0{,}253 + 0{,}330\,(1{,}19 + 0{,}905 + 28{,}55) =$$

$$= 10{,}45 + 10{,}1 = 20{,}55 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

III вариант освещения

$$Q_{от.т} = 1{,}751\,\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 96}{16848} = 0{,}17 \text{ ГДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$Q_{от.э} = 4{,}7 \cdot 0{,}17 = 0{,}8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$Q_{вн} = 6{,}26\,\frac{0{,}94 \cdot 18 \cdot 96}{16848} = 0{,}606 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$Q_{иск} = 0{,}0134 \cdot 3470 = 46{,}5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

$$W_{III} = 41{,}4 \cdot 0{,}17 + 0{,}330\,(0{,}8 + 0{,}6 + 46{,}5) =$$

$$= 7{,}03 + 15{,}8 = 22{,}83 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

По суммарным энергозатратам на освещение II вариант [$W_{II} = 20{,}55$ кг/(м^2·год)] на 15% экономичнее, а III вариант [$W_{III} = 22{,}83$ кг/(м^2·год)] на 6% экономичнее по сравнению с I вариантом [$W_I = 24{,}35$ кг/(м^2·год)], то есть по суммарным энергозатратам лучшим оказался II вариант освещения.

ВЫВОД. На основании расчета приведенных затрат и суммарных энергозатрат на общее освещение рекомендуется II вариант освещения, при котором 144 фонаря обеспечивают среднее значение КЕО, равное 2,75%, а общая освещенность составляет 300 лк. Хотя II вариант освещения немного дороже III варианта по приведенным затратам, но он наиболее экономичен по суммарным энергозатратам и обеспечивает людям условия для более продолжительного использования естественного света в течение рабочего дня.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Естественное освещение 4
3. Общее искусственное освещение 10
4. Совмещенное освещение 13
5. Оценка общего освещения по суммарным энергозатратам 14
Приложение 1. Нормативы для расчета 16
Приложение 2. Пример определения оптимального варианта освещения производственного здания 32

НИИСФ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

по технико-экономической оценке освещения производственных зданий

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор С. В. Беликина
Мл. редактор Л. М. Климова
Технический редактор С. Ю. Титова
Корректор Т. М. Бочагова
Н/К

Сдано в набор 05.04.82 Подписано в печать 13.01.83 Т-03131
Формат 84×108 1/32. Бумага тип. № 2 Гарнитура «Литературная»
Печать высокая. Усл. печ. л. 2,1. Усл. кр.-отт. 2,31. Уч.-изд. л. 2,47.
Тираж 15.000 экз. Изд. № XII—9956. Заказ 50. Цена 10 коп.

Стройиздат,
101442, Москва, Каляевская, 23а

Калининское производственное объединение «Полиграфист», пл. Ленина, 5

gost.e-ecolog.ru