

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Городское строительство, архитектура и дизайн»

Утверждено на заседании кафедры
«ГСАиД»
«_17_» __01__ 2023 г., протокол № _6__

Заведующий кафедрой ГСАиД

К.А. Головин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)

ОБОРУДОВАНИЕ ИНТЕРЬЕРА

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
54.03.01 Дизайн

с направленностью (профилем)
Дизайн

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-04-23

Тула 2023 г.

Разработчик(и)

Кошелева Алла Александровна, проф. каф. ГСАиД, д-р техн. наук, доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)
(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины (модуля) является подготовка специалиста, владеющего в необходимом объеме знаниями об основных видах инженерного оборудования зданий различного назначения, основах его проектирования и расчета.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных видов инженерного оборудования зданий различного назначения;
- его назначения, классификации и принципов работы;
- знакомство с основами проектирования и расчета различных инженерных систем.

Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

| № п/п | Темы практических (семинарских) занятий |
|------------------|--|
| 7 семестр | |
| 1 | ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. |
| 2 | СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ. Классификация и основные элементы систем холодного и горячего водоснабжения. Системы противопожарного водоснабжения зданий. |
| 3 | Поливочные водопроводы и фонтаны. Классификация систем горячего водоснабжения зданий. |
| 4 | УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ. Классификация систем внутренней канализации. Основные элементы системы канализации и их назначение. Оборудование системы внутренней канализации зданий. |
| 5 | ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ КУХНИ, ВАННОЙ КОМНАТЫ. |

| № п/п | Темы практических (семинарских) занятий |
|----------|--|
| 6 | <p>ОТОПЛЕНИЕ.</p> <p>Общие сведения о теплоснабжении промышленных и гражданских зданий.</p> <p>Обеспечение требуемой тепловой устойчивости зданий и сооружений (сопротивление ограждающих конструкций теплопередаче).</p> |
| 7 | <p>Системы отопления.</p> <p>Отопительные приборы.</p> <p>Теплые полы.</p> <p>Расчет мощности систем отопления. Изучение исходных данных и последовательности расчета.</p> <p>Расчет теплопотерь ограждающих конструкций.</p> <p>Расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и балконные двери</p> |
| 8 | <p>СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.</p> <p>Назначение и классификация систем вентиляции.</p> <p>Оборудование вентиляционных систем и его размещение.</p> |
| 9 | <p>СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА (КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ).</p> <p>Назначение и принцип работы систем кондиционирования воздуха.</p> <p>Классификация систем кондиционирования воздуха.</p> |
| 10 | <p>Способы охлаждения, нагрева, осушения и увлажнения воздуха, используемые в практике кондиционирования.</p> |
| 11 | <p>ГАЗОСНАБЖЕНИЕ.</p> <p>Основные элементы устройства газоснабжения зданий.</p> <p>Гидроизоляционные материалы.</p> <p>Газовые приборы.</p> <p>Размещение газовых приборов в здании.</p> |
| 12 | <p>ПРИРОДА СВЕТА.</p> <p>Естественное и искусственное освещение.</p> <p>Светотехнические единицы измерения.</p> |
| 13 | <p>ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА.</p> <p>Виды светильников.</p> |

| № п/п | Темы практических (семинарских) занятий |
|----------|--|
| 14 | Осветительные системы. План светильников, выключателей. Расчет освещения по методу коэффициента использования и удельной мощности. |
| 15 | Проектирование искусственного освещения помещений. План светильников, выключателей. Освоение приемов расчета искусственного освещения с помощью компьютерной программы DiaLux. |
| 16 | ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. Компоненты электрической системы. План розеток. |

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ЗАНЯТИЕ № 1 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗДА- НИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1. Электрооборудование;
2. Отопление;
3. Вентиляция и кондиционирование;
4. Водоснабжение и канализация;
5. Газовое оборудование.

ЗАНЯТИЕ № 2, 3 СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

1. Классификация и основные элементы систем холодного и горячего водоснабжения.
2. Системы противопожарного водоснабжения зданий.
3. Поливочные водопроводы и фонтаны.
4. Классификация систем горячего водоснабжения зданий.

ЗАНЯТИЕ № 4

УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ.

1. Классификация систем внутренней канализации.
2. Основные элементы системы канализации и их назначение.
3. Оборудование системы внутренней канализации зданий.

ЗАНЯТИЕ № 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ КУХНИ, ВАННОЙ КОМНАТЫ

1. Проектирование водоснабжения кухни.
2. Проектирование водоснабжения ванной комнаты
3. Проектирование канализации ванной комнаты
4. Проектирование канализации кухни.

ЗАНЯТИЕ № 6, 7 ОТОПЛЕНИЕ.

1. Общие сведения о теплоснабжении промышленных и гражданских зданий.
2. Обеспечение требуемой тепловой устойчивости зданий и сооружений (сопротивление ограждающих конструкций теплопередаче).
3. Системы отопления.
4. Отопительные приборы.
5. Теплые полы.
6. Расчет мощности систем отопления. Изучение исходных данных и последовательности расчета.
7. Расчет теплопотерь ограждающих конструкций.
8. Расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и балконные двери

Теоретический материал для подготовки к семинару

Расчет мощности систем отопления. Изучение исходных данных и последовательности расчета.

Расчет мощности системы отопления начинают с изучения архитектурно-планировочного и конструктивного решения здания в соответствии с заданием на проектирование.

Далее на 1 листе графической части в масштабе 1:100 вычерчивается план типового этажа и разрез здания по кухне, таким образом, что бы была видна стена, в которой предполагается прокладка вентиляционных каналов.

На плане типового этажа преподавателем указывается квартира, в которой необходимо будет провести расчет нагрузки на отопительные приборы и определить их площадь поверхности и число элементов. Расчет мощности системы отопления начинают с нумерации отапливаемых помещений. Номера ставятся слева на право в одинарном кружке.

Лестничная клетка обозначается двумя буквами ЛК и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение.

Расчет ведут в табличной форме по отдельным составляющим теплового баланса. Для нашего случая целесообразно составить три таблицы: в первой таблице вычисляются теплопотери через ограждающие конструкции основные и дополнительные, а также расход тепла на вентиляцию; во второй таблице вычисляются расходы тепла на нагревание наружного воздуха, инфильтрирующегося через оконные и балконные заполнения; третья таблица является сводной таблицей расхода тепла, которая заполняется по данным первой и второй.

Расчет теплопотерь ограждающих конструкций.

| № помещения | | Наименование помещения | Температура внутреннего воздуха помещения (t_p) | Характеристика ограждения | | | Сопротивление теплопередаче ограждения, R ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) | Расчетная разность температуры ($t_p - t_{\text{вн}}$), $^\circ\text{C}$ | Поправочный коэффициент, n | Основные теплопотери, $Q_{\text{осн}}$ (Вт) | Добавочные теплопотери, β | | | Суммарный коэффициент добавочных теплопотерь ($1 + \sum \beta$) | Теплопотери, Вт | | |
|-------------|---|------------------------|---|---------------------------|---|---|--|--|------------------------------|---|---------------------------------|----|----|--|-----------------|----|----|
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | 5 | | | | | 6 | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | </ | | | | | | | | |

В первом столбце табл. 1 для жилого дома с одинаковой планировкой всех этажей под одним номером записывают одинаковые помещения, расположенные друг под другом по всей высоте здания, так как они имеют практически одинаковые теплопотери через вертикальные ограждения, одинаковые расходы тепла на нагревание наружного воздуха и одинаковые бытовые тепlopоступления. Принимаем комнату среднего этажа в этом расчете как базовую. Дополнительные потери тепла комнатами на первом и верхнем

этажах имеющими холодный пол или потолок и несколько большую высоту наружных стен, вычисляем отдельно.

Теплопотери внутренних помещений, в которых не предусмотрена установка отопительных приборов, рассчитываем отдельно и прибавляем к теплопотерям смежных с ними помещений, где предусмотрена установка отопительных приборов.

Во втором столбце записываем наименование помещений, которые имеют хотя бы одну наружную ограждающую конструкцию или внутреннюю ограждающую конструкцию при разности расчетных температур соседних помещений более 3°C .

Третий столбец (табл. 1) заполняется на основании второго и табл. 3П. Необходимо обратить внимание на то, что расчетная температура жилой комнаты определяется в зависимости от температуры наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, которую можно определить по [4] и табл. 1П.

В четвертый столбец записываются все наружные ограждающие конструкции и внутренние при условии, что разность температур воздуха в смежных помещениях более 3°C . В проекте можно ввести обозначения: НС – наружная стена; О – окно; БД – балконная дверь; ПТ – потолок; ПО – полы; ВС – внутренняя стена; ДД – двойная дверь; ОД – одинарная дверь.

В пятый столбец для наружных стен, окон и дверей ставят ориентацию по сторонам света (С, Ю, З, В, СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ). Для внутренних вертикальных ограждающих конструкций ставят прочерк, для потолка – ПТ, а для пола номер I, II, III и VI зоны (определение номера зоны, см. ниже).

В шестой столбец записывают расчетные размеры ограждающих конструкций (высота \times ширина) в метрах, которые определяют исходя из следующих правил:

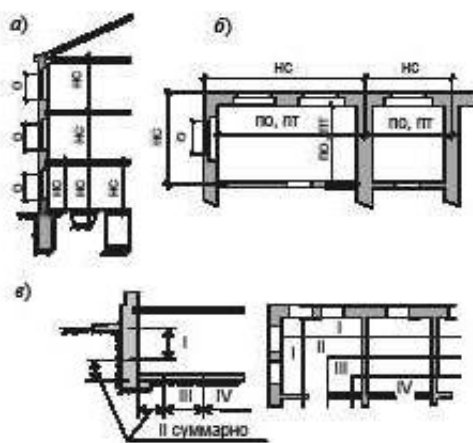


Рис. 1 Правила обмера площадей ограждающих конструкций (а, б) и разбивка поверхности пола на зоны (в)

– размеры наружных стен измеряют: а) в плане по внешнему периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены; б) по высоте как показано на рис. 1;

– размеры внутренних стен измеряют: а) в плане от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен; б) по высоте как показано на рис. 1;

– размеры окон и дверей принимаются по наименьшему строительному проему;

– размеры пола и потолка измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружных стен. Площади полов расположенных по лагам или на грунте, определяют из условий их разбивки по зонам (рис. 1), причем поверхность участков полов возле угла наружных стен (в первой двухметровой зоне) вводится в расчет дважды, т.е. по направлению обеих стен, составляющих угол. Теплотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания должны подсчитываться так же, как и теплотери через полы, расположенные на грунте бесподвального здания, т.е. по зонам шириной 2 м, с отсчетом их от уровня земли (см. рис. 1). Полы помещений в этом случае (при отсчете зон) рассматриваются как продолжение подземной части наружных стен. Сопротивление теплопередаче определяется так же, как и для неутепленных или утепленных полов.

Линейные размеры ограждающих конструкций принимают с погрешностью до $\pm 0,1$ м. Седьмой столбец является произведением длины и ширины ограждающих конструкций, записанных в шестом столбце. Расчетные площади ограждающих конструкций округляют до $0,1 \text{ м}^2$.

В восьмой столбец заносятся сопротивления теплопередаче.

Сопротивление теплопередаче для наружных стен, чердачных перекрытий, перекрытий над холодными подпольями и подвалами, а также оконных и балконных заполнений принимаются по табл. 2П в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) методом интерполяции. ГСОП ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$) определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}},$$

где $t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха помещения (в этом расчете принимается равной 18°C для всех помещений), $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – средняя температура ($^{\circ}\text{C}$) за отопительный период и продолжительность суток отопительного периода, принимается по табл. 1П в зависимости от района строительства.

Сопротивление теплопередаче внутренних стен можно найти по формуле, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ – толщина стены, м; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала стены (каменной – 0,76; из керамзитобетона – 0,80; из газобетона – 0,41), Вт/(м · °C).

В проекте сопротивление теплопередаче можно принять для входных одинарных дверей – 0,3 м² · °C/Вт, для двойных дверей – 0,5 м² · °C/Вт.

Конструкции окон и балконных дверей принимаются по табл. 6П в зависимости от их требуемого сопротивления теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$, м² °C/Вт, отдельных зон шириной 2 м, не утепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли в проекте можно принять равным: для 1-й зоны $R_{1,н.п} = 2,1$; для 2-й зоны $R_{2,н.п} = 4,3$; для 3-й зоны $R_{3,н.п} = 8,6$; для 4-й зоны (для оставшейся площади пола) $R_{4,н.п} = 14,2$.

В девятый столбец записывают разность температур ($t_p - t_{exp}$), °C, где t_p – расчетная температура внутри отапливаемых помещений (°C), которая принимается из столбца номер три; t_{exp} – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения (°C).

В десятый столбец записывают коэффициент n , принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, табл. 4П. Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления, разделяются условно на основные и добавочные. Основные теплотопотери ($Q_{осн}$, Вт) записываются в одиннадцатый столбец и находятся по формуле

$$Q_{осн} = (t_p - t_{exp}) n A / R. \quad (1)$$

В двенадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери β на ориентацию наружных вертикальных ограждающих конструкций по отношению к сторонам света.

Величину этих добавок можно определить по рис. 2.

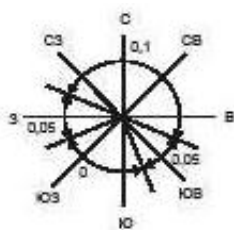


Рис. 2 Величина добавок к основным теплотопотерям в зависимости от ориентации ограждений по отношению к сторонам света

В тринадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери, через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, в размере 0,08

при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых), а во всех жилых помещениях – 0,13.

В четырнадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери на подогрев врывающегося холодного воздуха через наружные двери в подъезд здания (записываются только в строке для входных дверей). Они принимаются в зависимости от высоты здания H , м в размере: $\beta = 0,2H$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними; $\beta = 0,27H$ – для двойных дверей с тамбуром между ними; $\beta = 0,34H$ – для двойных дверей без тамбура и $\beta = 0,22H$ – для одинарных дверей.

Добавочные теплотопотери в расчетах учитываются введением в формулу (1) специального члена $(1 + \Sigma\beta)$, который записывают в пятнадцатый столбец.

В шестнадцатый столбец записывают теплотопотери ($Q_{огр}$, Вт) через ограждающие конструкции, которые определяют по формуле

$$Q_{огр} = Q_{осн}(1 + \Sigma\beta).$$

В семнадцатый столбец записываются теплотопотери на подогрев воздуха попадающего в помещение за счет вентиляции, расчет которых предварительно ведется в табличной форме, табл. 2.

Расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и балконные двери.

| № помещения | $(t_p - t_i), ^\circ\text{C}$ | $Q_i', \text{Вт}$ | $\Delta p_i, \text{Па}$ | $G_i, \text{кг/ч}$ | $Q_i'', \text{Вт}$ | $Q_i, \text{Вт}$ |
|-------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Для жилых зданий затраты теплоты Q_i , Вт, для нагревания инфильтрующегося воздуха в помещениях жилых зданий при естественной вытяжной вентиляции, следует принимать равным большей из величин Q_i' или Q_i'' , Вт. Данные значения следует определять по формулам:

$$Q_i' = 0,28 L_n p c (t_p - t_i) k, (2)$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий – удельный нормативный расход 3 м³/ч на 1 м² жилых помещений; p – плотность воздуха в помещении, кг/м³ (плотность воздуха в зависимости от температуры и определяется по формуле $p = 353,37/(273 + t)$; $c = 1$ кДж / (кг · °С) – удельная теплоемкость воздуха; t_p, t_i – расчетные температуры воздуха соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года, °С; k – коэффициент учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкциях (0,7 для окон с тройными переплетами, 0,8 для окон с двойными переплетами и балконных

дверей с раздельными переплетами и 1,0 для одинарных окон и балконных дверей)

$$Q_i'' = 0,28 \sum G_i c(tp - ti)k, (3)$$

где $\sum G_i$ – расход инфильтрирующегося воздуха через ограждения, кг/ч. Расход инфильтрующегося воздуха в помещении G_i , кг/ч, через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле

$$G_i = 0,216 \sum A_1 \Delta p_i^{0,67} / R_u + \sum A_2 GH (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} + 3456 \sum A_3 \Delta p_i^{0,5} + 0,5 \sum l \Delta p_i / \Delta p_1,$$

где A_1 , A_2 – площади наружных ограждающих конструкций, м², соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений; A_3 – площади щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях; Δp_i , Δp_1 – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при $\Delta p_1 = 10$ Па; R_u – сопротивление воздухопроницанию, м²·ч·Па/кг, принимаемое по табл. 5П; GH – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м²·ч), принимаемая по табл. 10П; l – длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции Δp_i , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании p_{int} , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание $\sum G_i$, кг/ч, и удаляемого из него $\sum G_{ext}$, кг/ч, за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходующего на технологические нужды.

Расчетная разность давлений Δp_i , определяется по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 p_i v^2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k_l - p_{int}, (4)$$

где H – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты; h_i – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей; γ_i , γ_p – удельный вес, Н/м³, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле $3463/(273 + t)$; p_i – плотность наружного воздуха, кг/м³; v – скорость ветра, м/с, принимаемая по табл. 1П; $c_{e,n}$, $c_{e,p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания, принимаемые по СНиП 2.01.07–85 (в проекте их можно принять соответственно равными 0,8 и –0,6; k_l – коэффициент учета изменения скорост-

ного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по СНиП 2.01.07–85 (в проекте его можно принять равным 0,7); p_{int} – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па

Восемнадцатый столбец заполняется, как сумма всех теплопотерь через ограждающие конструкции помещения плюс теплопотери на подогрев воздуха поступающего в помещение за счет вентиляции.

Расчетная нагрузка на отопительные приборы определяется из уравнения теплового баланса:

для жилых помещений и кухонь

$$Q_{с.о.} = \Sigma Q_{огр} - Q_{быт} + Q_i;$$

для остальных помещений (коридоры лестничные клетки)

$$Q_{с.о.} = \Sigma Q_{огр} + Q_i,$$

где $\Sigma Q_{огр}$ – сумма теплопотерь через ограждающие конструкции помещения, Вт; $Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, Вт; Q_i – больший из расхода тепла на подогрев инфильтрирующегося или вентиляционного воздуха, Вт.

Бытовые тепловыделения в жилых зданиях определяются по формуле

$$Q_{быт.} = 10F_{п},$$

где 10 – количество бытовых тепловыделений (Вт) на 1 м² площади жилых комнат и кухонь; $F_{п}$ – площадь пола жилых комнат и кухонь, м².

Расчет тепловой мощности системы отопления целесообразно вести в табличной форме, табл. 3.

Расчет тепловой мощности системы отопления.

| № помещ ения | Теплопотери | | Теплопоступл ения | Расчетная нагрузка на тепловые приборы $Q_{с.о.}$, Вт |
|--------------------|------------------|----------------|----------------------|--|
| | $Q_{огр.}$ Вт | $Q_{i.}$ Вт | $Q_{быт.}$, Вт | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Расчет теплопотерь зданием по укрупненным показателям

В строительной практике часто возникает необходимость выявить ориентировочную тепловую мощность системы отопления проектируемых зданий и сооружений. Для этого используют удельную тепловую характеристику здания $q_{уд}$, (Вт/(м³ · °С)), которую можно рассчитать по формуле, предложенной Н.С. Ермоловым

$$q_{уд} = P/S [1/R_{ст} + \rho_0 (1/R_{ок} - 1/R_{ст})] + 1/h (0,9/R_{пок} + 0,6 /R_{пол}),$$

где P – периметр здания, м; S – площадь здания в плане, м²; h – высота здания, м; $R_{ст}$, $R_{ок}$, $R_{пок}$, $R_{пол}$ – соответственно сопротивления теплопередачи стен, оконных и балконных заполнений, покрытия и пола, м² · °С/Вт; ρ_0 – коэффициент остекления, численно равный отношению площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений.

Количество тепла необходимого для компенсации теплопотерь зданием можно найти по следующей зависимости

$$Q_{с.о} = q_{уд} V (t_{ср} - t_n) \alpha,$$

где V – наружный объем здания, м³; $q_{уд}$ – удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м³·°С), $t_{ср}$ – средняя по объему здания температура внутреннего воздуха, °С; t_n – температура наружного воздуха холодной пятидневки, °С; α – коэффициент учитывающий влияние расчетной разности температуры, который можно определить ориентировочно по формуле

$$\alpha \approx 0,54 + 22 / (t_{ср} - t_n).$$

Определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов.

В расчетах для отопления помещений используют нагревательные приборы согласно заданию на проектирование. Исключение составляют ванные комнаты, где в учебных целях необходимо запроектировать подогреваемые полы нагрев, которых осуществляется электрической кабельной системой.

Площадь поверхности отопительного прибора ориентировочно можно найти из зависимости

$$F_p = Q_{с.о} / q_{пр},$$

где $q_{пр}$ – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора, Вт/м² (принимается по табл. 7П); $Q_{с.о}$ – расчетная нагрузка на тепловой прибор установленной в определенном помещении, Вт. Расчетное число секций чугунных радиаторов и количество конвекторов определяют по формуле

$$N_p = F_p \beta_4 / f_1 \beta_3,$$

где f_1 – площадь поверхности нагрева одной секции, м² (принимается по табл. 7П); β_4 – коэффициент учитывающий способ установки отопительного прибора в помещении, см. рис. 3; β_3 – коэффициент учитывающий число секций в одном радиаторе и принимаемый для радиаторов МС-140 равным: при числе секций от 3 до 15 – 1, от 16 до 20 – 0,98, от 21 до 25 – 0,96, а

для остальных чугунных радиаторов вычисляется по формуле: $\beta_3 = 0,92 + + 0,16 / F_p$.
Для других отопительных приборов $\beta_3 = 1$.

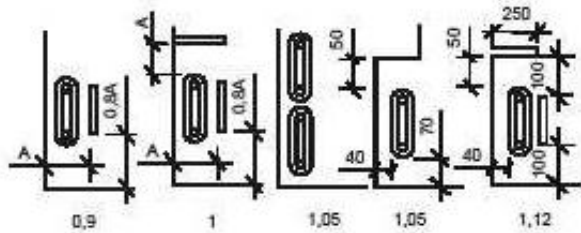


Рис. 3 Величина коэффициента β_4 в зависимости от способа установки отопительного прибора

Поскольку расчетное число секций получаемых по данной формуле редко получается целым, то его приходится округлять для получения числа секций $N_{уст}$, принимаемых к установке. Как правило, к установке принимают ближайшее большее число секций радиатора.

Определение площади поверхности и числа отопительных приборов ведется в табличной форме, табл. 4.

При устройстве подогреваемых полов в ванной комнате необходимо определить длину нагревательного кабеля, для чего можно воспользоваться следующим неравенством

$$L_p = Q_{с.о} / q_{каб} ,$$

где $q_{каб}$ – количество теплоты выделяемого одним погонным метром кабеля, Вт/м; $Q_{с.о}$ – расчетная нагрузка на нагревательный кабель в ванной комнате, Вт.

В расчетах для устройства подогреваемых полов примем систему ДЕ-ВИ

Комфорт ХИТ, состоящую из нагревательного кабеля ДТИП – 18 ($q_{каб} = 18$ Вт/м) или ДТИП – 10 ($q_{каб} = 10$ Вт/м), датчика температуры и регулятора температур.

Расчет поверхности и числа отопительных приборов

| помещения и | отопительного | прибора и его | плотность | теплового | поверхности | Коэффициенты | | число | принимаемых |
|-------------|---------------|---------------|-----------|-----------|-------------|--------------|---|-------|-------------|
| | | | | | | в | в | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Последовательность построения схемы системы отопления

1 Вычерчивают планы подвала и чердака (план чердака чертится в том случае если система отопления имеет верхнюю разводку или когда котельная расположена в подвале здания). На плане типового этажа (который был начерчен ранее) размещают нагревательные приборы.

При размещении отопительных приборов пользуются следующими правилами:

- отопительные приборы размещают у наружных стен преимущественно под окнами, так как в результате уменьшаются токи воздуха вблизи окон;
- с целью минимального выступа приборов в помещение в стенах допускается делать ниши глубиной 130 мм;
- отопительные приборы, устанавливаемые в лестничных клетках, не должны выступать из плоскости стены на уровне движения людей и сокращать требуемую нормами ширину маршей и площадок;
- отопительные приборы в лестничных клетках следует устанавливать при входе и не переносить часть их на площадки;
- чтобы вода в теплопроводе не замерзала, не допускается устанавливать отопительные приборы в тамбурах лестничных клеток, сообщающихся с наружным воздухом, а также у входных наружных одинарных дверей;
- в двухтрубной и одноконтурной системах с верхней прокладкой падающей магистрали приборы наиболее целесообразно размещать по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двухстороннюю нагрузку;
- к стоякам, питающим приборы лестничной клетки нельзя присоединять приборы других помещений;
- питание приборов лестничных клеток рекомендуется осуществлять по одноконтурной проточной схеме;
- присоединение отопительных приборов на "сцепке" допускается только в пределах одного помещения, за исключением кухонь, коридоров, туалетов, умывальных и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять к приборам соседней комнаты и на "сцепке";
- приборы на "сцепке" в теплотехническом расчете рассматриваются как один прибор.

2 В соответствии с размещением и присоединением отопительных приборов на плане типового этажа располагают стояки системы. Главный стояк по возможности устанавливают в центре здания в нежилом помещении, обычно в штрабе внутренней капитальной стены лестничной клетки. Для отопления лестничной клетки предусматривают самостоятельный стояк. Остальные стояки устанавливают, сообразуясь с положением нагревательных приборов; желательно иметь стояки в наружных углах здания. Если стояки прокладываются открыто, то расстояние от поверхности штукатурки до трубы должно быть 20 ... 30 мм, а расстояние от края окна 0,35 м. К стенам стояки крепятся разъемными хомутами из полосовой стали.

Каждый стояк должен иметь запорно-регулирующую арматуру необходимую для гидравлической регулировки, отключения и опорожнения системы отопления. Для этого используют запорные прямооточные вентили с ко-

сыми шпинделями и краны бронзовые пробковые сальниковые. В зданиях высотой до трех этажей отключающая арматура не ставится.

В связи с тем, что на плане типового этажа будут наноситься еще и стояки водоснабжения и канализации в проекте примем следующие обозначения стояков отопления СтО-1, где цифра обозначает номер стояка. Нумерация стояков ведется слева направо начиная с левого верхнего угла на плане здания.

Для системы центрального отопления согласно СНиП рекомендуется к использованию при теплоносителе воде и наружных диаметров до 60 мм стальные неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262–75*). Для их соединения, изменения их направления или диаметра применяют соединительные части (муфты, тройники, крестовины).

3 На плане подвала показывают узел ввода или генератор тепла, который стараются располагать по возможности в центре здания. В проекте в учебных целях предполагается, что при теплоснабжении от ТЭЦ для подмешивания охлажденной воды в систему отопления используется водоструйный элеватор, а при районной котельной с помощью насоса установленного на перемычке.

Места расположения и обозначение стояков переносится с плана типового этажа.

Далее их соединяют магистральными трубопроводами, которые прокладывают вдоль наружных стен на каждую четверть здания отдельно с уклоном не менее 0,002 по направлению к узлу ввода. Данный уклон необходим для удаления воды из системы.

4 На плане чердака, в первую очередь, показывают стояки и магистрали. После чего в вариантах имеющих в подвале здания котельную размещают расширительный бак, в остальных случаях воздухоборники.

Расширительный бак предназначен для приема избытка воды в системе, образующейся при ее нагревании, а также создания определенного запаса воды с целью компенсации возможных ее утечек из системы в процессе эксплуатации, поддержания заданного гидравлического давления, удаления лишней воды из системы в водосток и воздухоудаления. Его располагают в наивысшей точке, желательно в центральной части здания. Расширительный бак представляет собой металлическую емкость цилиндрической формы со съемной крышкой и патрубками для присоединения следующих труб: расширительной; контрольной, выведенной к раковине в котельной для наблюдения за уровнем воды; переливной для слива избытка воды при переполнении расширительного бака; циркуляционной, соединяющей расширительный бак с обратным магистральным теплопроводом для предотвращения замерзания воды в расширительном сосуде и в соединительной трубе.

Воздухоборники, как и расширительный бак размещают в наивысших точках системы. Они устанавливаются в крайних стояках и предназначены для удаления воздуха из системы.

Необходимо отметить, что магистрали должны прокладываться с подъемом не менее 0,002 к расширительному баку или воздухоборникам.

5 На основании плана типового этажа, чердака и подвального помещения вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления. Масштаб которой должен соответствовать масштабу здания, то есть 1:100.

ЗАНЯТИЕ № 8

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.

1. Назначение и классификация систем вентиляции.
2. Оборудование вентиляционных систем и его размещение.

ЗАНЯТИЕ № 9, 10

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА (КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ).

1. Назначение и принцип работы систем кондиционирования воздуха.
2. Классификация систем кондиционирования воздуха.
3. Способы охлаждения, нагревания, осушения и увлажнения воздуха, используемые в практике кондиционирования.

ЗАНЯТИЕ № 11

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ.

1. Основные элементы устройства газоснабжения зданий.
2. Гидроизоляционные материалы.
3. Газовые приборы.
4. Размещение газовых приборов в здании.

ЗАНЯТИЕ № 12

ПРИРОДА СВЕТА.

1. Естественное и искусственное освещение.
2. Светотехнические единицы измерения.

Основные характеристики освещения

К видимому излучению оптического спектра относят излучение с длиной волны 380 – 780 нм. В этом диапазоне волны определенной длины (монокхроматический свет) вызывают цветное ощущение.

Освещение характеризуют следующие величины.

Световой поток Φ – видимая часть оптического излучения, которая воспринимается зрением человека как свет.

Единицей измерения светового потока является люмен (лм). *Один люмен - это световой поток, излучаемый точечным источником с силой света 1 кандела (кд) в телесном угле в 1 стерадиан (ср).*

Сила света I – пространственная плотность светового потока в направлении оси телесного угла $d\omega$

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}.$$

Единицей измерения силы света является кандела (кд). *Одна кандела это сила света, испускаемая в перпендикулярном направлении с площади $1/600000 \text{ м}^2$ черного тела при температуре затвердевания платины $T = 2045 \text{ К}$ и давлении 101325 Па .*

Телесный угол ω – часть пространства, заключенная внутри конической поверхности. Измеряется отношением площади, вырезаемой им из сферы произвольного радиуса к квадрату последнего.

$$\omega = \frac{S}{r^2}.$$

Единицей измерения телесного угла являетсястерадиан (ср). *Если $S = r^2$, то $\omega = 1 \text{ ср}$.*

Освещенность E – поток, падающий на бесконечно малую поверхность площадью dS или поверхностная плотность светового потока. Единица освещенности – люкс (лк). *Один лк – это освещенность 1 м^2 поверхности при падении на нее светового потока в 1 лм .*

Яркость L – поверхностная плотность силы света светящейся поверхности в данном направлении или поток, проходящий через бесконечно малую площадку в пределах бесконечно малого телесного угла $d\omega$ в направлении оси этого телесного угла

$$L = \frac{dI}{dS \cos \alpha},$$

где α - угол между направлениями силы света и вертикалью.

Для диффузно отражающих поверхностей

$$L = \frac{E\rho}{\pi}.$$

где ρ - коэффициент отражения, определяется отношением отраженного от плоскости светового потока к падающему световому потоку на эту плоскость

$$\rho = \frac{\Phi_p}{\Phi}.$$

Единица яркости – кандела на квадратный метр ($\text{кд}/\text{м}^2$). *Одна $\text{кд}/\text{м}^2$ – это яркость равномерно светящейся плоской поверхности, излучающей в перпендикулярном направлении с площади $S = 1 \text{ м}^2$ силу света в 1 кд .* Яркость является величиной, непосредственно воспринимаемой глазом. При постоянстве освещенности яркость предмета тем больше, чем больше его отражательная способность, т.е. светлота.

Показатель ослепленности P – критерий слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением:

$$P = (S - 1) \cdot 100,$$

где S – коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Коэффициент пульсации освещенности K_{π} , % – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, выражающийся формулой

$$K_{\pi} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} 100 \text{ \%}.$$

где E_{\max} и E_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк; $E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещенности за этот же период, лк.

Показатель дискомфорта M – критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, выражающийся формулой

$$M = \frac{L_c \omega^{0,5}}{\varphi_{\theta} L_{ad}^{0,5}},$$

где L_c – яркость блестящего источника, кд/м², ω – угловой размер блестящего источника, ср, φ_{θ} – индекс позиции блестящего источника относительно линии зрения, L_{ad} – яркость адаптации, кд/м².

ЗАНЯТИЕ № 13-15 ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА.

- 1 Виды светильников.
- 2 Осветительные системы.
- 3 План светильников, выключателей.
- 4 Расчет освещения по методу коэффициента использования и удельной мощности
- 5 Проектирование искусственного освещения помещений.
- 6 План светильников, выключателей.
- 7 Освоение приемов расчета искусственного освещения с помощью компьютерной программы DiaLux

Основы проектирования электрического освещения: основные сведения.

Действие освещения на человека

Высокая зрительная работоспособность и производительность труда тесно связаны с рациональным производственным освещением.

Для зрительного анализатора (ЗА) многообразие окружающего мира представлено различием предметов, объектов, характеризующихся размером, светлотой, контрастом с фоном и удаленностью от глаз.

Чем меньше размер объекта (до определенного предела) и контраст его с фоном и чем ближе его необходимо рассматривать, тем он труднее воспринимается глазом. Также трудно воспринимать объект большого размера и находящийся далеко, но плохо освещенный.

Следовательно, для нормальной работы ЗА ему необходимо предъявлять объекты не менее определенного размера и контраста с фоном и при достаточной освещенности.

Для зрительного анализатора как функциональной системы конечным результатом действия является восприятие окружающего мира, которое возможно только при наличии света (рис. 1.).

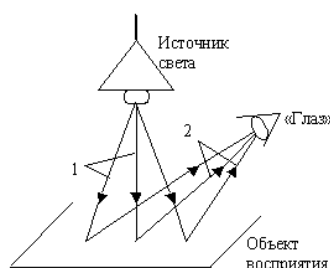


Рис.1. Восприятие отраженного света глазом
1 – освещенность, 2 – яркость.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом.

Периферический отдел ЗА (глаза) состоит из трех основных функциональных частей:

- светочувствительная и различительная (сетчатка),
- оптическая (зрачок, роговица, хрусталик, стекловидное тело),
- мышечная (мышца зрачка, хрусталика и глазного яблока).

Сетчатка содержит светочувствительные элементы, которые распределены неравномерно: в центре преобладают колбочки, а по мере удаления к периферии – палочки.

Палочки обладают высокой степенью чувствительности к видимому излучению, действуют обычно при низкой освещенности (осуществляют сумеречное зрение) и не реагируют на цвета. Колбочки менее чувствительны к свету, действуют в дневное время и способны воспринимать цвета (осуществляют дневное зрение).

Следует подчеркнуть, что ЗА человека реагирует на яркость, т.е. на световой поток, отразившийся от предмета по направлению к глазу. Отражательная способность или светлота окружающих нас предметов неодинакова. Вот почему при постоянстве освещения мы можем воспринимать многообразие оттенков окружающего нас мира.

При воздействии меняющегося светового потока на сетчатку в ней происходят процессы зрительной адаптации, то есть процессы приспособления ЗА к работе в изменившихся условиях световой среды.

Различают два вида адаптации – *темновую и световую*.

При *темновой* адаптации (при переходе от света к темноте) зрачок расширен и в сетчатке происходят сложные процессы. При этом повышается чувствительность сетчатки к свету и создаются условия для выполнения зрительной работы в условиях недостаточной яркости (темноты). Указанные выше процессы длительны по времени и являются причиной быстрого зрительного утомления.

При *световой* адаптации (при переходе от темноты к свету) происходят обратные процессы, а при высоких уровнях яркости в адаптацию включается и зрачковый рефлекс, который незначителен по времени и не способствует выраженному зрительному утомлению.

Основной интегральной зрительной функцией является восприятие освещенного объекта. Эту функцию характеризует *острота зрения*, т.е. способность глаза видеть форму освещенного объекта, различать его очертания.

В основе интегральной функции ЗА лежит *световая и контрастная чувствительность*.

Световая чувствительность – способность сетчатой оболочки глаза реагировать на видимое излучение. Световая чувствительность глаза тем выше, чем меньше световая энергия, которая способна вызвать в ЗА ощущение света. Световая чувствительность может изменяться в весьма широких пределах воспринимаемых яркостей. Эта способность ЗА называется зрительной адаптацией.

Контрастная чувствительность характеризует различительную функцию глаза. Условием, позволяющим увидеть объект, является наличие яркостного контраста между ним и фоном. Способность глаза различать едва заметные разности яркостей обозначается термином контрастная чувствительность. Она характеризуется тем минимальным различием в уровнях яркости детали и фона, при котором глаз в состоянии воспринимать объект данного размера при заданной яркости фона.

При зрительной работе важна и скорость различения объекта.

В производственных условиях необходимо, чтобы детали и мелкие предметы, которые обрабатываются, различались в возможно более короткий промежуток времени, то есть особую роль играет скорость или быстрота зрительного восприятия. Проявление интегральной функции зрительного аппарата – остроты восприятия – во времени характеризует зрительную работоспособность.

Выполнение зрительной работы при недостаточной освещенности может привести к развитию некоторых дефектов глаза.

Дефекты глаза делят на два основных вида:

а) близорукость ложная и истинная;

Причиной развития близорукости кроме наследственных факторов может являться большая зрительная нагрузка, выполняемая при недостаточной освещенности.

б) дальнорукость истинная и старческая.

У молодых людей ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии 7 – 10 см, по мере старения хрусталик теряет свою эластичность и ближайшая точка ясного видения отодвигается все дальше и дальше – развивается старческая дальнорукость. Если молодой работник при недостаточной освещенности может рассматривать мелкие предметы на расстоянии 30 – 40 см от глаза, то работник со старческой дальнорукостью должен использовать либо очки, либо увеличивать освещенность до оптимальных величин, при которых усиление оптической силы глаза происходит за счет зрачкового рефлекса. Раннее развитие старческой дальнорукости иногда рассматривается как профессиональная патология.

Нормирование и устройство освещения.

При нормировании освещенности производственных помещений регламентируется ее минимальный допустимый уровень в зависимости от характеристик и вида выполняемой зрительной работы.

Выбор значений нормируемых параметров осуществляется в соответствии со

СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение».

Все **зрительные работы (ЗР)** можно разделить на три основных вида.

К первому виду следует отнести все ЗР, при выполнении которых не требуется использование оптических приборов (рис. 2). При этом объект различения может находиться как близко, так и далеко от глаз.

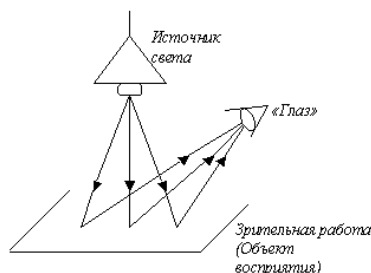


Рис. 2. ЗР без использования оптических приборов

Ко второму виду ЗР (рис. 3) относятся такие работы, при выполнении которых требуется использовать оптические приборы (лупы, микроскопы и т.д.), так как размер рассматриваемого объекта не может быть воспринят глазом даже при высоких уровнях яркости.

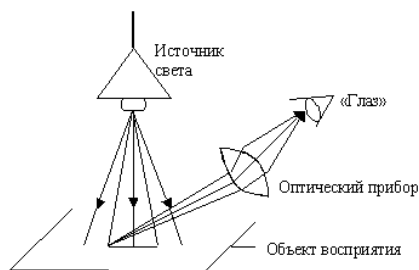


Рис. 3. ЗР с использованием оптических приборов

К третьему виду ЗР (рис. 4) относятся работы, связанные с восприятием информации с экрана, при которых имеются особые требования к организации производственного освещения.

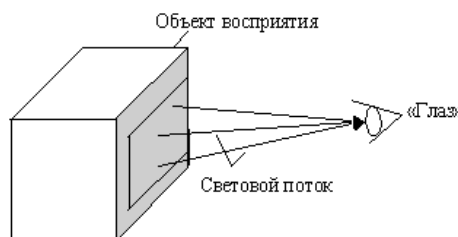


Рис. 4. ЗР, связанные с восприятием информации с экрана

Характеристиками зрительной работы являются:

- **размер объекта различения** (при условии его удаления от глаза не более чем на 0,5 м) – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельной его части или дефекта, которые требуется различить в процессе работы;
- **контраст объекта различения с фоном (К)** – определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона

$$K = \frac{L_o - L_{\phi}}{L_{\phi}}.$$

Контраст объекта различения с фоном считается: **большим** – значеник К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости); **средним** – значение К находится в промежутке от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости); **малым** – значение К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости);

- **светлота фона** – светлота поверхности, прилегающей непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается **светлым** при $\rho > 0,4$ (ρ – коэффициент отражения поверхности); **средним** – при ρ от 0,2 до 0,4, **темным** – при $\rho < 0,2$.

Чем меньше размер объекта различения (до определенного предела) и контраст его с фоном и чем ближе его необходимо рассматривать, тем он труднее воспринимается глазом. Также трудно воспринимать объект большого размера и находящийся далеко, но плохо освещенный. Следовательно, для нормальной работы зрительного анализатора ему необходимо предъявлять

объекты не менее определенного размера и контраста с фоном и при достаточной освещенности.

В соответствии со СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение» все зрительные работы, выполняемые без использования оптических приборов характеризуются:

- *разрядом зрительной работы*, который определяется в зависимости от размера объекта различения, то есть в зависимости от точности выполняемой зрительной работы;
- *подразрядом зрительной работы*, который определяется сочетанием контраста объекта различения с фоном и светлоты фона; для большинства разрядов зрительной работы существуют по четыре подразряда: а, б, в, г; например, подразряд «а» означает, что контраст объекта различения с фоном – малый, а характеристика фона – темный.

Для различных видов освещения нормируемые показатели различны.

При искусственном освещении в соответствии со СНиП 23 – 05 – 95 для каждого разряда и подразряда зрительной работы нормируются:

- **освещенность** в лк,
- **показатель ослепленности** Р,
- **коэффициент пульсации** $K_{п}$, %.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать в соответствии со СНиП 23 – 05 – 95 по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности:

- на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
- то же при системе общего освещения для разрядов I – V, VI;
- на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.

• *Нормы освещенности по СНиП 23 – 05 – 95 следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:*

- при работах I – IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах и т.п.);
- при специальных повышенных санитарных требованиях на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;
- при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;

- при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером $0,1 \text{ м}^2$ и более;
- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

При естественном и совмещенном освещении в соответствии со СНиП 23 – 05 – 95 для каждого разряда зрительной работы в зависимости от характеристики освещения (верхнее, боковое или комбинированное) нормируется коэффициент естественной освещенности КЕО.

КЕО – это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственно или после отражений), к одновременно измеренному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} 100, \%$$

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Нормируемые значения освещенности, регламентируемые СНиП 23-05-95, приводятся в точках ее минимального значения на рабочей поверхности внутри помещений для разрядных источников света, кроме специально оговоренных случаев; для наружного освещения – для любых источников света.

Для освещения помещений следует использовать, как правило, наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

Для местного освещения кроме разрядных источников света следует использовать лампы накаливания, в том числе и галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

В табл.1 представлены нормируемые значения для различных видов и систем освещения в соответствии со СНиП 23-05-95 .

Таблица 1

Разряды зрительных работ

| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы |
|---|--|--------------------------|
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I |
| Очень высокой точности | От 0,15 до 0,30 | II |
| Высокой точности | От 0,30 до 0,50 | III |
| Средней точности | Св. 0,5 до 1,0 | IV |
| Малой точности | Св. 1,0 до 5 | V |
| Грубая (очень малой точности) | Более 5 | VI |
| Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах | Более 0,5 | VII |
| Общее наблюдение за ходом производственного процесса | - | VIII |

Характеристики источников искусственного освещения

Светильником называется осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока лампы внутри значительных телесных углов.

Светильник состоит из *лампы* и *арматуры*.

Каждому светильнику, за исключением светильников специального назначения и для установки на транспорте присваивается шифр (условное обозначение).

Структура шифра такова:

1
2
3
4
-
5
*
6
-
7
-
8

где 1 – буква, обозначающая источник света (Н – лампы накаливания общего применения, Р – ртутные лампы типа ДРЛ, Л – прямые трубчатые люминесцентные лампы, И – кварцевые галогенные лампы накаливания, Г – ртутные лампы типа ДРИ, Ж – натриевые лампы, К – ксеноновые трубчатые и т.д.);

2 – буква, обозначающая способ установки светильника (С – подвесные, П – потолочные, Б – настенные, В – встраиваемые и т.д.);

3 – буква, обозначающая основное назначение светильника (П – для промышленных предприятий, О – для общественных зданий, У – для наружного освещения, Р – для рудников и шахт, Б – для бытовых помещений);

4 – двузначное число (01-99), обозначающее номер серии;

5 – число, обозначающее количество ламп в светильнике (для одноламповых светильников число 1 не указывается и знак * не ставится, а мощность указывается непосредственно после тире);

6 – число, обозначающее мощность ламп в ваттах;

7 – трехзначное число (001-099), обозначающее номер модификации;

8 – обозначение климатического исполнения и категории размещения светильников.

Обозначение степени защиты от пыли и воды состоит из букв IP и двух цифр, первая из которых обозначает степень защиты от проникновения внутрь светильника пыли, вторая – от воды. Пример обозначения IP44.

Важнейшей светотехнической характеристикой светильника является *светораспределение*, т.е. распределение его светового потока в пространстве.

В зависимости от отношения светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, к полному световому потоку светильники подразделяют на пять классов.

Характеристикой светильников также является *кривая силы света КСС*. Под КСС понимают график зависимости силы света светильника от меридиональных и экваториальных углов, получаемый сечением его фотометрического тела плоскостью или поверхностью. *Фотометрическое тело* светильника – область пространства, ограниченную поверхностью, являющейся геометрическим местом концов радиусов векторов, выходящих из светового центра светильника в соответствующем направлении.

Симметричные светильники в зависимости от формы КСС подразделяются на семь типов:

Таблица 2

| Тип кривой силы света | |
|-----------------------|-------------------|
| Обозначение | Наименование |
| К | концентрированная |
| Г | глубокая |
| Д | косинусная |
| Л | полуширокая |
| Ш | широкая |
| М | равномерная |
| С | синусная |

Тип КСС для различных светильников указывается в справочных таблицах

Лампы накаливания

Технические данные ламп накаливания приведены в табл.

Технические данные ламп накаливания общего назначения

| Мощность, Вт | Тип лампы | Световой поток, лм, ламп при напряжении, В, равном | | | | Размер, мм | | | |
|-----------------|--------------|---|-------------|-------|-------------|------------|-----|-----|-----|
| | | 127 | 127- 135 | 220 | 220- 235 | D | L | H | |
| 15 | В | 135 | 110 | 105 | 85 | 61 | 107 | - | |
| 25 | В | 260 | 195 | 220 | 190 | | | | |
| 40 | Б | 490 | 370 | 400 | 300 | 61 | 114 | | |
| 40 | БК | 520 | - | 460 | - | 46 | 90 | | |
| 60 | Б | 820 | 650 | 715 | 550 | 61 | 114 | | |
| 60 | БК | 875 | - | 790 | - | 51 | 96 | | |
| 100 | Б | 1560 | 1250 | 1350 | 1090 | 66 | 129 | | |
| 100 | БК | 1630 | - | 1450 | - | 61 | 105 | | |
| 150 | Г | 2300 | - | 2000 | - | 81 | 175 | | 130 |
| 150 | Б | - | 2000 | 2100 | 1840 | | | | |
| 200 | Г | 3200 | 2780 | 2800 | - | | | | |
| 200 | Б | - | - | 2920 | 2540 | | | | |
| 300 | Г | 4950 | - | 4600 | 4000 | 112 | 240 | 180 | |
| 500 | Г | 9100 | - | 8300 | 7200 | | | | |
| 750 | Г | - | - | 13100 | - | 152 | 345 | 250 | |
| 1000 | Г | 19500 | - | 18600 | - | | | | |
| 1500 | Г | 29600 | - | 2900 | - | 167 | 345 | 250 | |

Газоразрядные лампы

Газоразрядные лампы подразделяются на люминесцентные лампы (низкого давления) и лампы высокого давления (ртутные, натриевые, и металлогалогенные дуговые лампы).

Люминесцентные лампы

Технические данные основных типов ЛЛ приведены в табл. 3.

Таблица 4

Технические данные люминесцентных ламп

| Тип лампы | Мощность, Вт | Напряжение на лампе, В | Ток лампы, А | Световой поток, лм, после 100 ч горения | | | Длина лампы, мм | | Диаметр, мм | ГОСТ, ТУ |
|---|--------------|------------------------|----------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------------|
| | | | | номинальный | минимальный | расчетное значение | без штырьков | со штырьками | | |
| ЛБ4-1 (2) ЛБ6-1 (2) ЛБ8-3 | 4 6 8 | 30 46 61 | 0,15 0,15 0,17 | 100 220 360 | — — — | — — — | 136 212 288 | 150 226 302 | 16 | ТУ 16.535.37 4-70 |
| ЛДЦ15-4 ЛД15-4 ЛХБ15-4 ЛТБ15-4 ЛБ15-4 | 15 | 54 | 0,33 | 500 590 675 700 760 | 450 530 605 630 680 | 475 560 640 665 720 | 437,4 | 451,6 | 27 | ГОСТ 6825-70 |
| ЛДЦ20-4 ЛД20-4 | 20 | 57 | 0,37 | 820 920 935 | 735 825 840 | 780 870 890 | 589,8 | 604,0 | 40 | ГОСТ 6825-70 |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|-----|------|--|---|--|--------|--------|----|-----------------|
| ЛХБ20-4 ЛТБ20-4 ЛБ20-4 | | | | 975 1180 | 875 1060 | 925 1120 | | | | |
| ЛДЦ30-4 ЛД30-4 ЛХБ30-4 ЛТБ30-4 ЛБ30-4 | 30 | 104 | 0,36 | 1450 1640 1720 1720 2100 | 1305 1475 1490 1545 1890 | 1375 1560 1605 1635 1995 | 894,6 | 908,8 | 27 | ГОСТ 6825-70 |
| ЛДЦ40-4 ЛД40-4 ЛХБ40-4 ЛТБ40-4 ЛБ40-4 ЛХБЦ4 0-1 | 40 | 103 | 0,43 | 2100 2340 2600 2680 3000 2000 | 1890 2105 2340 2320 2700 — | 1995 2225 2470 2450 2850 2000 | 1199,4 | 1213,6 | 40 | ГОСТ 6825-70 |
| ЛДЦ65-4 ЛД65-4 ЛХБ65-4 | | | | 3050 3570 3820 3980 | 2745 3210 3435 3580 | 2900 3390 3630 3780 | | | | ГОСТ |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|----------|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------|--------|----|-------------------------|
| ЛДЦ80-4 ЛД80-4 ЛХБ80- | | | | 3560 4070 4440 4440 | 3200 3660 3995 4165 | 3380 3865 4220 4300 | | | | ГОСТ 6825-70 |
| ЛХБ150 | 150 | 90 | 1,9 | 8000 | — | — | 1500 | 1524,2 | 40 | ТУОСШ. 539.013 |
| ЛБР4 ЛБР4-2 | 4 | 36 34 | 0,1 0,15 | 100 110 | — — | — — | 136 | 140 | 16 | ТУ 16.535.48 9-71 |
| ЛБР40-1 ЛХБР40 | 40 | 103 | 0,43 | 2250 2080 | | | 1199,4 | 1213,6 | 40 | ТУ 16.535.55 8-71 |
| ЛБР80-1 ЛХБР80 | 80 | 102 | 0,805 | 4160 3460 | | | 1500,0 | 1514,2 | 40 | ТУ 16.535.55 8-71 |

Лампы типов ДРЛ (ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью; дуговая, ртутная, с люминофором)

Технические данные ламп ДРЛ приведены в табл. 5.

Таблица 5

Технические данные ламп ртутных дуговых высокого давления с исправленной цветностью

| Тип лампы | Мощность, Вт | Напряжение на лампе, В | Ток лампы, А | | Световой поток, лм, после 100 ч горения | Размер, мм | | Тип цоколя |
|-----------|--------------|------------------------|--------------|----------|---|------------|-----|------------|
| | | | рабочий | пусковой | | D | L | |
| ДРЛ80 | 80 | 115 | 0,8 | 1,68 | 3200 | 81 | 165 | E27 |
| ДРЛ 125 | 125 | 125 | 1,25 | 2,6 | 5600 | 91 | 184 | |
| ДРЛ250 | 250 | 130 | 2,15 | 4,50 | 11000 | 91 | 227 | E40 |
| ДРЛ400 | 400 | 135 | 3,25 | 7,15 | 19000 | 122 | 292 | |
| ДРЛ700 | 700 | 140 | 5,45 | 12,00 | 35000 | 152 | 368 | |
| ДРЛ1000 | 1000 | 145 | 7,50 | 16,50 | 50000 | 181 | 410 | |

Таблица 6

Технические данные светильников для производственных помещений с люминесцентными светильниками

| Тип светильника | Тип лампы | Тип КСС | КПД % | Габаритные размеры, мм |
|-----------------|-----------|---------|-------|------------------------|
| ЛВП06-5×65 | ЛБ65 | Д | 52 | 1630×545×410 |
| ЛСП02-2×40 | ЛБ40 | Д | 75 | 1234×280×159 |
| ЛСП02-2×65 | ЛБ65 | Д | 75 | 1534×280×159 |
| ЛСП13-2×40 | ЛБ40 | Л | 75 | 1246×480×154 |
| ЛСП13-2×65 | ЛБ65 | Л | 75 | 1546×480×154 |
| ЛБП04-456× | ЛБ65 | Д | 51 | 1630×545×405 |

Таблица 7

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквив. размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Искусственное освещение | | | | | Естественное освещение | | Совмещенное освещение | |
|----------------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|---|-------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | | | | | | Освещенность, лк | | | Сочетание | | КЕО, e_n , % | | | |
| | | | | | | при системе комбинированного освещения | | при системе общего освещения | нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации | | при верхнем или комбинированном | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном | при боковом освещении |
| | | | | | | всего | в том числе от общего | | Р | Кп, % | | | | |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | а | Малый | Темный | 5000 | 500 | - | 20 | 10 | - | - | 6,0 | 2,0 |
| | | | | | | 4500 | 500 | - | 10 | 10 | | | | |
| | | | б | Малый Средний | Средний Темный | 4000 | 400 | 1250 | 20 | 10 | | | | |
| | | | | | | 3500 | 400 | 1000 | 10 | 10 | | | | |
| | | | в | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | 2500 | 300 | 750 | 20 | 10 | | | | |
| | | | | | | 2000 | 200 | 600 | 10 | 10 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----|---|--------------------------|--|--------------|------------|------------|----------|----------|---|---|-----|-----|
| | | | г | Средний Большой « | Свет- лый « Сред- ний | 1500 1250 | 200 200 | 400 300 | 20 10 | 10 10 | | | | |
| Очень высокой точности | От 0,15 до 0,30 | II | а | Малый | Темный | 4000 3500 | 400 400 | - - | 20 10 | 10 10 | - | - | 4,2 | 1,5 |
| | | | б | Малый Средний | Сред- ний Темный | 3000 2500 | 300 300 | 750 600 | 20 10 | 10 10 | | | | |
| | | | в | Средний Большой | Свет- лый Сред- ний Темный | 2000 1500 | 200 200 | 500 400 | 20 10 | 10 10 | | | | |
| | | | г | Средний Большой << | Свет- лый Свет- лый Сред- ний | 1000 750 | 200 200 | 300 200 | 20 10 | 10 10 | | | | |
| Высокой точности | От 0,30 до 0,50 | III | а | Малый | Темный | 2000 1500 | 200 200 | 500 400 | 40 20 | 15 15 | - | - | 3,0 | 1,2 |
| | | | б | Малый Средний | Сред- ний Темный | 1000 750 | 200 200 | 300 200 | 40 20 | 15 15 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|----|---|-----------------------------|--|------------|------------|------------|----------|----------|---|-----|-----|-----|
| | | | в | Малый Средний Большой | Свет- лый Сред- ний Темный | 750 600 | 200 200 | 300 200 | 40 20 | 15 15 | | | | |
| | | | г | Средний Большой << | Свет- лый << Сред- ний | 400 | 200 | 200 | 40 | 15 | | | | |
| Средней точности | От 0,50 до 1,0 | IV | а | Малый | Темный | 750 | 200 | 300 | 40 | 20 | 4 | 1,5 | 2,4 | 0,9 |
| | | | б | Малый Средний | Сред- ний Темный | 500 | 200 | 200 | 40 | 20 | | | | |
| | | | в | Малый Средний Большой | Свет- лый Сред- ний Темный | 400 | 200 | 200 | 40 | 20 | | | | |
| | | | г | Средний Большой << | Свет- лый << Сред- ний | - | - | 200 | 40 | 20 | | | | |
| Малой точности | От 1,0 до 5,0 | V | а | Малый | Темный | 400 | 200 | 300 | 40 | 20 | 3 | 1 | 1,8 | 0,6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|-------|---|---|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| постоянное | | | а | То же | - | - | 200 | 40 | 20 | 3 | 1 | 1,8 | 0,6 |
| периодическое при постоянном пребывании лю- дей в помещении | | | б | То же | - | - | 75 | - | - | 1 | 0,3 | 0,7 | 0,2 |
| периодическое при периодиче- ском пребывании людей в помеще- нии | | | в | То же | - | - | 50 | - | - | 0,7 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| Общее наблюде- ние за инженер- ными коммуника- циями | | | г | То же | - | - | 20 | - | - | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |

Примечания

1. Для подразряда норм от I а до III в может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда.
2. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с Приложением.
3. Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности
 - а) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
 - б) то же, общего освещения для разрядов I—V, VI;

- в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.
4. Освещенность, при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду “в”.
5. Показатель ослепленности регламентируется только для общего освещения (при любой системе освещения).
6. Коэффициент пульсации K_n указан для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения. K_n от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.
7. Предусматривать систему общего освещения для разрядов I-III, IVa, IVб, IVв, Va допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации.
8. В районах с температурой наиболее холодной пятидневки по СНиП 2.01.01 минус 27°С и ниже нормированные значения КЕО при совмещенном освещении следует принимать по табл. 4.2.
9. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд по гр. 3 и должно быть не менее 1,0 %.

Таблица 8

| Разряд зрительных работ | Наименьшее нормированное значение КЕО, e_n , % при совмещенном освещении | |
|-------------------------|--|-----------------------|
| | при верхнем или комбинированном освещении | при боковом освещении |
| I | 3 | 1,2 |
| II | 2,5 | 1 |
| III | 2 | 0,7 |
| IV | 1,5 | 0,5 |
| V и VII | 1 | 0,3 |
| VI | 0,7 | 0,2 |

Приложение Б (СНиП 23 – 05 – 95)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЯДА РАБОТ ПРИ РАССТОЯНИИ ОТ ОБЪЕКТА РАЗЛИЧЕНИЯ ДО ГЛАЗ РАБОТАЮЩЕГО БОЛЕЕ 0,5 м

При расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м разряд работ по таблице следует устанавливать с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения d к расстоянию от этого объекта до глаз работающего l .

| Разряд зрительной работы | Пределы отношения d/l |
|--------------------------|---|
| I | Менее $0,3 \cdot 10^{-3}$ |
| II | От $0,3 \cdot 10^{-3}$ до $0,6 \cdot 10^{-3}$ |
| III | Св. $0,6 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ |
| IV | Св. $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ |
| V | Св. $2 \cdot 10^{-3}$ до $10 \cdot 10^{-3}$ |
| VI | Св. $10 \cdot 10^{-3}$ |

Расчет освещения по методу коэффициента использования и удельной мощности.

При проектировании осветительной установки необходимо решить следующие основные вопросы:

- выбрать систему освещения и тип источника света,
- установить тип светильников,
- произвести размещение светильников,
- уточнить количество светильников.

При этом следует учитывать, что освещенность любой точки внутри помещения имеет две составляющие: прямую, создаваемую непосредственно светильниками, и отраженную, которая образуется отраженным от потолка и стен световым потоком.

Исходными данными для светотехнических расчетов являются:

- нормируемое значение минимальной или средней освещенности,
- тип источника света и светильника,
- высота установки светильника,
- геометрические размеры освещаемого помещения или открытого пространства,
- коэффициенты отражения потолка, стен и расчетной поверхности помещения.

Существуют различные **методы расчета** искусственного освещения, которые можно свести к двум основным: **точечному** и **методу коэффициента использования светового потока**.

Точечный метод предназначен для нахождения освещенности в расчетной точке, он служит для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности. Отраженная составляющая освещенности в этом методе учитывается приближенно. Точечным методом рассчитывается общее локализованное освещение, а также общее равномерное освещение при наличии существенных затенений.

Наиболее распространенным в проектной практике является метод расчета искусственного освещения по *методу коэффициента использования светового потока*.

Расчет освещения по методу коэффициента использования светового потока.

Освещаемый объем помещения ограничивается ограждающими поверхностями, отражающими значительную часть светового потока, попадающего на них от источников света. В установках внутреннего освещения отражающими поверхностями являются пол, стены, потолок и оборудование, установленное в помещении. В тех случаях, когда поверхности, ограничивающие пространство, имеют высокие значения коэффициентов отражения, отраженная составляющая освещенности может иметь также большое значение и ее учет необходим, поскольку отраженные потоки могут быть сравнимы с пря-

мыми и их недооценка может привести к значительным погрешностям в расчетах.

Рассматриваемый метод позволяет производить расчет осветительной установки (ОУ) с учетом прямой и отраженной составляющих освещенности и применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при светильниках любого типа.

Под **коэффициентом использования светового потока** (или осветительной установки) принято понимать отношение светового потока, падающего на расчетную плоскость, к световому потоку источников света

$$U_{oy} = \frac{\Phi_p}{n\Phi_{\text{л}}}, \quad (1)$$

где Φ_p – световой поток, падающий на расчетную плоскость; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток источника света; n – число источников света.

Коэффициент использования ОУ, характеризующий эффективность использования светового потока источников света, определяется, с одной стороны, светораспределением и размещением светильников, а с другой – соотношением размеров освещаемого помещения и отражающими свойствами его поверхностей.

Потребный поток источников света (ламп) в каждом светильнике Φ , для создания нормированной освещенности, находится по формуле:

$$\Phi = \frac{EK_z Sz}{NU_{oy}}, \quad (2)$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк; K_z – коэффициент запаса; S – освещаемая площадь (площадь расчетной поверхности), м^2 ; z – отношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$; N – число светильников; U_{oy} – коэффициент использования в долях единицы.

По рассчитанному значению светового потока Φ и напряжению сети выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от Φ больше чем на $-10 - +20\%$. При невозможности выбора с таким приближением корректируется N .

При выбранном типе светильника и спектральном типе ламп поток ламп в каждом светильнике Φ_1 может иметь различные значения. Число светильников в ряду N определяется как

$$N = \frac{\Phi}{\Phi_1}, \quad (3)$$

где Φ_1 – поток ламп в каждом светильнике.

Суммарная длина N светильников сопоставляется с длиной помещения, причем возможны следующие случаи:

- *суммарная длина светильников превышает длину помещения:* необходимо или применить более мощные лампы (у которых поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов;
- *суммарная длина светильников равна длине помещения:* задача решается устройством непрерывного ряда светильников;

- *суммарная длина светильников меньше длины помещения*: принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами λ между светильниками. Рекомендуется, чтобы λ не превышало примерно 0,5 расчетной высоты (кроме случая использования многоламповых светильников в помещениях общественных и административных зданий).

Входящий в (2) коэффициент z , характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте (L/h), с увеличением которого z резко возрастает. При L/h , не превышающем рекомендуемых значений, можно принимать z равным 1,15 для ламп накаливания и ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящихся линий. Для отраженного освещения можно считать $z = 1,0$.

Для определения коэффициента использования U_{oy} находится индекс помещения i и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка - $\rho_{п}$, стен - $\rho_{с}$, расчетной поверхности или пола - $\rho_{р}$ (табл. 7).

Индекс помещения i находится по формуле:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (8)$$

где A – длина помещения, B – его ширина, h – расчетная высота.

Для помещений практически не ограниченной длины можно считать $i = B/h$.

Для упрощения определения i служат специальные справочные таблицы, такие как, например, табл.4.4.

Во всех случаях i округляется до ближайших табличных значений; при $i > 5$ принимается $i = 5$.

С увеличением значения индекса помещения повышается коэффициент использования светового потока, так как при этом возрастает доля светового потока, непосредственно падающего на освещаемую поверхность. Коэффициент использования также повышается с увеличением коэффициентов отражения потолка, стен, расчетной поверхности, которые можно ориентировочно определить по приведенным в табл.7 характеристикам материалов.

При расчетах ОУ со стандартными светильниками U_{oy} определяется из справочных таблиц с учетом коэффициентов отражения стен, потолка, пола и индекса помещения. Значения коэффициентов использования для светильников с типовыми кривыми силы света (КСС) приводятся в табл. 9.

Порядок расчета ОУ методом коэффициента использования светового потока следующий:

- определяется расчетная высота помещения h_p , тип и число светильников в помещении;
- по таблицам находят коэффициент запаса K_z и поправочный коэффициент z ;

- для зрительной работы, характерной для заданного помещения, по табл. 8 определяется нормируемое значение освещенности в расчетной плоскости E ;
- для заданного (с определенными геометрическими размерами) помещения по табл. 8 определяют индекс помещения i ;
- по справочным таблицам, например по табл. 9, в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения потолка, стен, расчетной поверхности определяют коэффициент использования U_{oy} ;
- по формуле (2) рассчитывают световой поток Φ в светильнике, необходимый для создания на рабочих поверхностях освещенности E не ниже нормируемой на все время эксплуатации осветительной установки;
- по рассчитанному значению светового потока Φ и напряжению сети выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от Φ больше чем на $-10 - +20\%$. При невозможности выбора с таким приближением корректируется N .

Иногда решается обратная задача – по известному световому потоку Φ лампы (ламп) в светильнике определяется необходимое число ламп или светильников N для получения нормированной освещенности E .

В тех случаях, когда в таблицах отсутствуют данные о коэффициентах использования светильников, например новых модификаций, эти коэффициенты могут быть приближенно определены следующим путем:

- по форме кривой силы света в нижней полусфере определяется ее тип;
- по каталожным данным светильника определяются (в процентах потока лампы) потоки нижней Φ_{\downarrow} и верхней Φ_{\uparrow} полусфер;
- первый умножается на коэффициент использования, определенный по табл. 9, второй по табл. 11;
- сумма произведений дает общий полезный поток, делением которого на поток лампы находится коэффициент использования.

Таблица 9

Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

| Характер отражающей поверхности | Коэффициент отражения ρ , % |
|--|----------------------------------|
| Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами | 70 |
| Побеленные стены при незанавешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок | 50 |
| Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями | 30 |
| Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями | 10 |
| Бумага белая ватманская | 82-76 |
| Бумага белая писчая | 82-76 |
| Красный кирпич | 10-8 |
| Дерево сосна светлая | 50 |
| Дерево фанера | 38 |
| Дерево дуб светлый | 33 |
| Белый мрамор | 80 |
| Белая фаянсовая плитка | 70 |
| Обои белые, кремовые, светло-желтые | 85-65 |
| Обои темные | 25 |
| Оконное стекло (толщина 1-2 мм) | 8 |

Таблица 10

Индекс помещения i при $A/B \leq 3$

| Площадь помещения S , м ² | Значение i_n при расчетной высоте h_p | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|
| | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 20 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| 40 | 1,5 | 1,5 | 1,25 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| 60 | 1,75 | 1,75 | 1,5 | 1,5 | 1,25 | 1,1 | 1,0 |
| 80 | 2,25 | 2,0 | 1,75 | 1,5 | 1,5 | 1,25 | 1,1 |
| 100 | 2,5 | 2,25 | 2,0 | 1,75 | 1,5 | 1,5 | 1,25 |
| 200 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,25 | 2,0 | 1,75 |
| 300 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,25 | 2,0 |
| 500 | - | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |

Коэффициент использования (U_{oy}) светильников с типовой кривой силы света КСС

| Тип КСС | Значение U_{oy} , % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----|------|----|----|-----|--|-----|------|----|----|----|--|-----|------|----|----|----|--|-----|------|----|----|----|
| | при $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,3$ и i равном | | | | | | при $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,1$ и i равном | | | | | | при $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,3$; $\rho_{р}=0,1$ и i равном | | | | | | при $\rho_{п}=0,5$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,3$ и i равном | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| Д –1 | 36 | 50 | 58 | 72 | 81 | 90 | 36 | 47 | 56 | 63 | 73 | 79 | 28 | 40 | 49 | 59 | 68 | 74 | 36 | 48 | 57 | 66 | 76 | 85 |
| Д –2 | 44 | 52 | 68 | 84 | 93 | 103 | 42 | 51 | 64 | 75 | 84 | 92 | 33 | 43 | 56 | 74 | 80 | 76 | 42 | 51 | 65 | 71 | 90 | 85 |
| Л | 32 | 49 | 59 | 71 | 83 | 91 | 31 | 46 | 55 | 65 | 74 | 83 | 24 | 40 | 50 | 62 | 71 | 77 | 32 | 47 | 57 | 69 | 79 | 90 |

Таблица 12

Коэффициенты использования светового потока светильников с типовыми кривыми силы света, излучаемого в нижнюю полусферу

| Типо- вая кривая | Равномерная М | | | | | | | | Косинусная Д | | | | | | | | Глубокая Г | | | | | | | |
|------------------------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|--------------|----|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|
| ρ _п , % | 70 | | | | 50 | | 30 | 0 | 70 | | | | 50 | | 30 | 0 | 70 | | | | 50 | | 30 | 0 |
| ρ _с , % | 50 | | 30 | | 50 | 30 | 10 | 0 | 50 | | 30 | | 50 | 30 | 10 | 0 | 50 | | 30 | | 50 | 30 | 10 | 0 |
| ρ _р , % | 30 | 10 | 30 | 10 | 10 | | 10 | 0 | 30 | 10 | 30 | 10 | 10 | | 10 | 0 | 30 | 10 | 30 | 10 | 10 | | 10 | 0 |
| <i>i</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 28 | 28 | 21 | 21 | 25 | 19 | 15 | 13 | 36 | 35 | 30 | 30 | 34 | 28 | 25 | 22 | 58 | 57 | 55 | 53 | 57 | 53 | 49 | 47 |
| 0,6 | 35 | 34 | 28 | 26 | 31 | 24 | 18 | 17 | 43 | 42 | 35 | 34 | 40 | 33 | 28 | 27 | 68 | 65 | 62 | 60 | 64 | 60 | 57 | 56 |
| 0,7 | 44 | 39 | 32 | 31 | 39 | 31 | 25 | 24 | 48 | 47 | 41 | 38 | 45 | 38 | 33 | 31 | 74 | 69 | 68 | 64 | 60 | 64 | 61 | 60 |
| 0,8 | 49 | 46 | 37 | 36 | 43 | 36 | 29 | 28 | 54 | 51 | 45 | 43 | 49 | 43 | 37 | 36 | 78 | 73 | 72 | 69 | 72 | 69 | 66 | 64 |
| 0,9 | 51 | 48 | 40 | 39 | 46 | 39 | 31 | 30 | 57 | 55 | 48 | 46 | 52 | 46 | 41 | 39 | 81 | 76 | 75 | 72 | 75 | 79 | 70 | 67 |
| 1,0 | 54 | 50 | 43 | 41 | 48 | 41 | 34 | 32 | 60 | 57 | 52 | 50 | 55 | 49 | 45 | 42 | 84 | 78 | 78 | 75 | 77 | 74 | 72 | 70 |
| 1,1 | 56 | 52 | 46 | 43 | 50 | 43 | 35 | 33 | 64 | 60 | 55 | 52 | 58 | 51 | 47 | 44 | 87 | 81 | 80 | 77 | 79 | 76 | 74 | 72 |
| 1,25 | 59 | 55 | 49 | 40 | 53 | 45 | 38 | 35 | 69 | 63 | 60 | 56 | 61 | 55 | 50 | 48 | 90 | 83 | 84 | 79 | 82 | 79 | 76 | 75 |
| 1,5 | 64 | 59 | 53 | 50 | 56 | 49 | 42 | 39 | 75 | 69 | 67 | 62 | 67 | 61 | 55 | 53 | 94 | 86 | 88 | 83 | 85 | 82 | 79 | 78 |
| 1,75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 60 | 53 | 45 | 42 | 79 | 72 | 71 | 66 | 70 | 65 | 60 | 57 | 97 | 88 | 92 | 85 | 86 | 85 | 82 | 80 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|---------|----|----|----|----|----|
| 2,0 | 73 | 65 | 61 | 56 | 63 | 56 | 48 | 45 | 83 | 75 | 75 | 69 | 73 | 68 | 64 | 61 | 99 | 90 | 95 | 88 | 88 | 87 | 84 | 82 |
| 2,25 | 76 | 68 | 65 | 60 | 66 | 59 | 51 | 48 | 86 | 77 | 79 | 73 | 76 | 71 | 66 | 64 | 10 1 | 92 | 97 | 90 | 90 | 88 | 85 | 83 |
| 2,5 | 79 | 70 | 68 | 63 | 68 | 61 | 54 | 51 | 89 | 80 | 82 | 75 | 78 | 73 | 69 | 66 | 10 3 | 93 | 99 | 91 | 91 | 89 | 87 | 85 |
| 3,0 | 83 | 75 | 73 | 67 | 72 | 65 | 58 | 55 | 93 | 83 | 86 | 79 | 81 | 77 | 73 | 71 | 10 5 | 94 | 10 2 | 92 | 93 | 91 | 89 | 86 |
| 3,5 | 87 | 78 | 77 | 70 | 75 | 68 | 61 | 59 | 99 | 86 | 90 | 82 | 83 | 80 | 76 | 73 | 10 7 | 95 | 10 4 | 94 | 94 | 93 | 90 | 88 |
| 4,0 | 91 | 80 | 81 | 73 | 78 | 72 | 65 | 62 | 99 | 88 | 93 | 84 | 85 | 83 | 79 | 76 | 10 9 | 96 | 10 5 | 94 | 94 | 94 | 91 | 89 |
| 5,0 | 95 | 83 | 86 | 77 | 80 | 75 | 69 | 65 | 10 5 | 90 | 98 | 88 | 88 | 85 | 81 | 79 | 11 1 | 97 | 10 8 | 96 | 96 | 95 | 92 | 90 |

Таблица 13

Коэффициенты использования светового потока светильников (любого типа), излучаемого в верхнюю полусферу

| $\rho_{\text{п}}, \%$ | 70 | | | | 50 | | 30 | 70 | | | | 50 | | 30 |
|-----------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $\rho_{\text{с}}, \%$ | 50 | | 30 | | 50 | 30 | 10 | 50 | | 30 | | 50 | 30 | 10 |
| $\rho_{\text{р}}, \%$ | 30 | 10 | 30 | 10 | 10 | | 10 | 30 | 10 | 30 | 10 | 10 | | 10 |
| i | Коэффициенты использования, % | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 26 | 25 | 20 | 19 | 17 | 13 | 6 | 19 | 18 | 15 | 14 | 11 | 9 | 4 |
| 0,6 | 30 | 28 | 24 | 23 | 20 | 16 | 8 | 24 | 22 | 18 | 18 | 14 | 11 | 5 |
| 0,7 | 34 | 32 | 28 | 27 | 22 | 19 | 10 | 27 | 26 | 22 | 21 | 16 | 13 | 6 |
| 0,8 | 38 | 36 | 31 | 30 | 24 | 21 | 11 | 31 | 29 | 25 | 25 | 18 | 16 | 7 |
| 0,9 | 40 | 38 | 34 | 33 | 26 | 23 | 12 | 34 | 32 | 28 | 28 | 20 | 18 | 8 |
| 1,0 | 43 | 41 | 37 | 35 | 28 | 25 | 13 | 37 | 35 | 32 | 30 | 22 | 20 | 9 |
| 1,1 | 46 | 43 | 39 | 37 | 30 | 26 | 14 | 40 | 37 | 34 | 33 | 24 | 21 | 11 |
| 1,25 | 49 | 46 | 42 | 40 | 32 | 28 | 15 | 43 | 41 | 38 | 36 | 26 | 24 | 12 |
| 1,5 | 54 | 49 | 47 | 44 | 34 | 31 | 17 | 48 | 44 | 42 | 40 | 29 | 26 | 14 |
| 1,75 | 57 | 52 | 51 | 47 | 36 | 33 | 18 | 52 | 48 | 46 | 43 | 31 | 29 | 15 |
| 2,0 | 60 | 54 | 54 | 50 | 38 | 35 | 19 | 55 | 50 | 50 | 46 | 33 | 31 | 16 |
| 2,25 | 62 | 56 | 57 | 52 | 39 | 37 | 20 | 58 | 52 | 53 | 49 | 35 | 33 | 17 |
| 2,5 | 64 | 58 | 59 | 54 | 40 | 38 | 21 | 60 | 54 | 55 | 51 | 36 | 34 | 18 |
| 3,0 | 68 | 60 | 63 | 57 | 42 | 40 | 22 | 64 | 57 | 59 | 54 | 39 | 36 | 20 |
| 3,5 | 70 | 62 | 66 | 59 | 43 | 41 | 23 | 67 | 60 | 62 | 56 | 40 | 39 | 21 |
| 4,0 | 72 | 64 | 68 | 61 | 45 | 42 | 24 | 69 | 61 | 65 | 58 | 42 | 40 | 22 |
| 5,0 | 75 | 66 | 72 | 64 | 46 | 44 | 25 | 73 | 64 | 69 | 62 | 44 | 42 | 24 |

Примеры решения задач

Задача 1

Исходные данные: в помещении площадью $S=200 \text{ м}^2$ с индексом $i_n=1,25$ предполагается использовать светильники типа ЛСП13 - 2×65 – 001 (тип КСС – Л) с лампами ЛБ65. Принять $K_3=1,5$, $z=1,15$, $\rho_n=0,7$; $\rho_c=0,5$; $\rho_p=0,3$.
Определить: число светильников N , если необходимо обеспечить $E=300$ лк.

Решение:

По табл. 4.5 для $i_n=1,25$ и кривой силы света типа Л определяем $U_{oy}=0,59$.
 В светильнике применены две лампы ЛБ65.

В соответствии с табл.4.9 световой поток для одной лампы равен $\Phi_{\text{л}}=4550$ лм; общий поток создаваемый светильником в два раз больше указанного значения.

Необходимое число светильников может быть определено *по методу коэффициента использования светового потока* в соответствии с формулой (4.2)

$$N = \frac{EK_3Sz}{\Phi U_{oy}};$$

в данном случае

$$N = \frac{300 * 1.5 * 200 * 1.15}{4550 * 2 * 0.59} \approx 20.$$

Ответ задачи: Необходимое число ламп - 20 штук.

Задача 2

Исходные данные: в помещении площадью 200 м^2 (длина помещения не менее 20 м) установлено три продольных ряда светильников типа ЛСП02 (КСС типа Д-2) с лампами ЛБ; принять $i_n=1,25$; $K_3=1,5$, $z=1,15$; $\rho_n=0,5$; $\rho_c=0,3$; $\rho_p=0,1$.

Определить: число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E=300$ лк.

Решение:

Воспользуемся методом коэффициента использования. В табл. указанным в условии задачи данным соответствует $U_{oy}=0,52$.

Поток ламп одного ряда может быть определен по формуле (4.2)

$$\Phi = \frac{300 * 1.5 * 200 * 1.15}{3 * 0.52} \approx 63460 \text{ лм.}$$

Если применить светильники с лампами 2×40 Вт с общим потоком 6000 лм (см. табл.), то в одном ряду необходимо установить 11 светильников так как:

$$N = \frac{63460}{6000} \approx 11.$$

Если применить светильники с лампами 2×65 Вт с общим потоком 9100 лм (см. табл.), то в одном ряду необходимо установить 6 светильников.

Ответ задачи: 11 светильников с общим потоком 6000 лм.

Задача 3

Определите нормируемое значение освещенности на рабочих местах, если известно, что в помещении применяется общее равномерное искусственное освещение, выполняется зрительная работа высокой точности, подразряд «а», длительность непрерывной работы составляет больше половины рабочего дня.

Решение:

В соответствии со СНиП 23 – 05 – 95 (см. табл. 4.1) указанной точности соответствует III разряд зрительной работы. Этому разряду и подразряду «а» соответствует нормируемое значение $E=500$ лк.

Так как работа выполняется более половины рабочего дня норма освещенности повышается на одну ступень (см. раздел IV.4) и составляет в итоге $E=600$ лк..

Ответ задачи: нормируемое значение освещенности $E=600$ лк.

Задача 4

Определить методом коэффициента использования необходимое число светильников типа ЛСП02 - 2×40 – 01 - 03 (тип КСС – Д-1) с лампами ЛБ40.

Принять площадь помещения $S=50$ м²; $i_n=0,8$, $K_3=1,5$, $z=1,15$, $\rho_n=0,7$; $\rho_c=0,3$; $\rho_p=0,1$, $E=150$ лк.

Ответ задачи: 6 светильников.

При несовпадении ответа повторите раздел Расчет искусственного освещения

Задача 5

Исходные данные: в помещении площадью 100 м² установлено два продольных ряда светильников типа ЛВП06 (КСС типа Д-1) с лампами ЛБ65; принять $i_n=0,8$; $K_3=1,5$, $z=1,15$; $\rho_n=0,5$; $\rho_c=0,5$; $\rho_p=0,3$.

Определить: Число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E = 150$ лк.

Ответ задачи: 3 светильника.

При несовпадении ответа повторите раздел Расчет искусственного освещения

Задача 6

Определите нормируемое значение освещенности, если известно, что в помещении применяется комбинированное искусственное освещение и выполняется работа средней точности, подразряд «а».

Ответ задачи: нормируемое значение освещенности $E=750$ лк.

При несовпадении ответа повторите раздел Нормирование освещения

Расчетное задание

В соответствии с выбранным (или заданным преподавателем) по табл. 14 вариантом **рассчитать** *методом коэффициента использования светового потока* **число светильников в одном ряду**, если в помещении используются три ряда продольно расположенных светильников, обеспечивающих общее равномерное освещение, для заданных характеристик помещения и зрительной работы, выполняемой в нем. Технические данные светильников приведены в табл. 13. При расчете принять: $K_3=1,5$; $z=1,15$.

Таблица 14

Варианты расчетного задания

| № варианта | Характеристика зрительной работы | Тип светильника | A, м | B, м | $h_{p,м}$ | $\rho_{п, \%}$ | $\rho_{с, \%}$ | $\rho_{р, \%}$ |
|------------|---|-----------------|------|------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | очень высокой точности; контраст объекта с фоном – малый; характеристика фона – светлый | ЛВП04-4×65 | 20 | 10 | 2 | 70 | 50 | 30 |
| 2 | высокой точности; контраст объекта с фоном – средний; характеристика фона – средний | ЛВП06-5×65 | 20 | 15 | 3 | 70 | 30 | 10 |
| 3 | средней точности; контраст объекта с фоном – средний; характеристика фона – темный | ЛСП02-2×40 | 30 | 12 | 4 | 70 | 50 | 10 |
| 4 | очень высокой точности; контраст объекта с фоном – большой; характеристика фона – средний | ЛСП02-2×65 | 20 | 10 | 2 | 50 | 50 | 30 |
| 5 | высокой точности; контраст объекта с фоном – малый; характеристика фона – средний | ЛСП13-2×40 | 30 | 10 | 3 | 70 | 50 | 30 |
| 6 | средней точности; | ЛСП13-2×65 | 20 | 15 | 4 | 70 | 30 | 10 |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|
| | контраст объекта с фоном – средний; характеристика фона – темный | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|

Освоение приемов расчета искусственного освещения с помощью компьютерной программы DiaLux.

Задание: рассчитать освещение офисного помещения имеющего прямоугольную форму с размерами 6 х 9 м, высота потолков в котором 3 м.

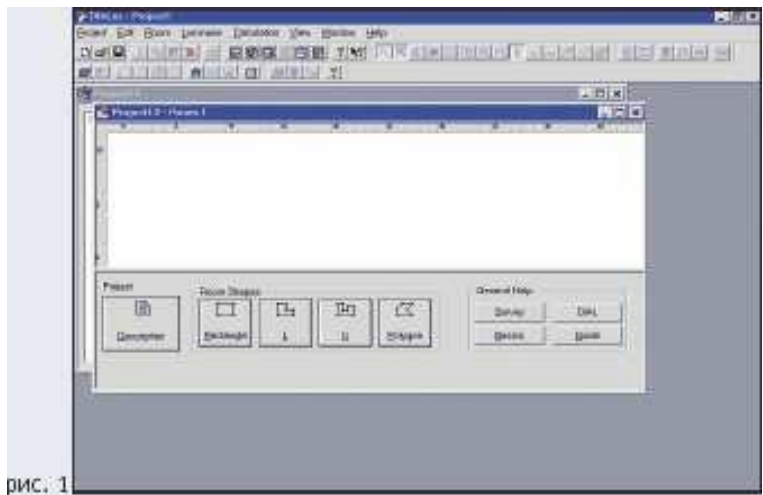


рис. 1

Шаг первый. Запускаем программу DiaLux. На экране отобразится окно программы, уже содержащее бланк нового расчета (окно Project1:2, рис. 1). В левой нижней части окна располагается кнопка Description (описание), вызывающая окно ввода названия и описания создаваемого плана (эти данные требуются для оформления полного печатного отчета, который по ряду причин мы пока создавать не будем).

Правее кнопки Description находятся четыре кнопки, объединенные в группу Room Shapes (виды комнат). Нажатие на одну из этих кнопок задает форму помещения, с которым мы будем работать: прямоугольную (Rectangle), Г-образную (L), П-образную (U) или произвольную (Polygone).

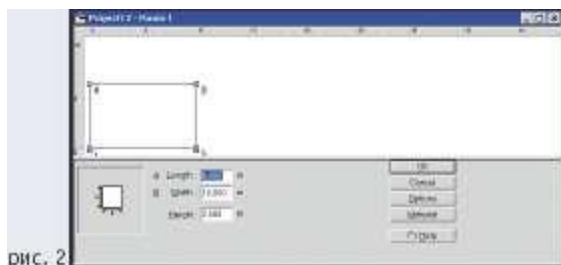


рис. 2

Шаг второй. В соответствии с заданным нами видом помещения нажимаем кнопку Rectangle. На экране отобразится окно, в котором нужно задать параметры помещения. Это окно состоит из двух частей: верхней, в которой отображаются форма и пропорции создаваемого помещения, и нижней, содержащей окна ввода размеров помещения и кнопки настройки его параметров (рис. 2).

Вводим длину, ширину и высоту помещения (6, 9 и 3 м) в соответствующие окна A:Length, B:Width и Height. Подсказка, какой из размеров расположен на плане по горизонтали и по вертикали, содержится в виде иконки в левом нижнем углу экрана.

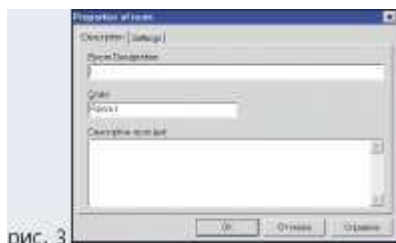


рис. 3

Шаг третий. Нажимаем кнопку Options (дополнительные настройки). На экране появится окно свойств помещения (Properties of room), содержащее две вкладки. Первая из них (Description, рис. 3) позволяет заполнить название, код и описание помещения, необходимые для составления печатного отчета. Вторая вкладка (Project preferences) предназначена для ввода важных параметров расчета: коэффициента запаса (Planning factor) и высоты расчетной плоскости (Working plane height).

***Коэффициент запаса** представляет собой число, на которое программа должна разделить расчетную освещенность, полученную для новых ламп и светильников. Делается это для того, чтобы расчет показывал не начальную, а минимальную освещенность за весь срок службы осветительной установки.*

***Расчетная поверхность** представляет собой условную горизонтальную плоскость, на которой необходимо рассчитать освещенность. В коридорах, холлах и аналогичных зонах эта плоскость совпадает с уровнем пола, а в помещениях офисного типа она проходит через рабочие поверхности столов, обычно расположенные на высоте 0,75–0,85 м от пола.*

Выбрать коэффициент запаса (1.4) и высоту расчетной поверхности (0,8 м) нам помогут строительные нормы СНиП 23-05-95. Нажав кнопку ОК, вернемся в окно параметров помещения.



рис. 5

Шаг четвертый. Нажимаем кнопку Material (отделка поверхностей). На экране появится окно выбора "материалов" поверхностей помещения (рис. 5). В окне Object/Surface содержится список поверхностей, которым можно назначить материалы.

Основным смыслом выбора материалов в программе DiaLux является задание их отражающих свойств – коэффициентов отражения, учитываемых при расчете освещенности. Этот коэффициент (в процентах) для выбранного материала указан в поле Reflection. Коэффициенты отражения поверхностей помещения определяют долю освещенности, создаваемую отраженным светом. В отдельных случаях – например, при освещении световыми карнизами, эта доля составляет 100%, так что к этому параметру нужно подходить особенно ответственно.

Нажимая на цветовую палитру в правой части окна, задаем желаемый цветовой оттенок каждой из поверхностей. Чтобы задать один цвет нескольким поверхностям (например, всем стенам), выделяем их одновременно, удерживая кнопку Ctrl и нажимая на их названия в окне Object/Surface.

После выбора цвета вручную изменим коэффициенты отражения в поле Reflection на реальные. Для этого будем руководствоваться простым набором: 0 для неотражающих поверхностей (например, стеклянных или черных стен), 10 для темных поверхностей (темное дерево и др.), 30 для серых, нейтральных и загрязненных поверхностей (ковролин), 50 для светлых поверхностей (светлая мебель) и 70 для белых поверхностей (стандартная краска для потолка). **Коэффициент отражения больше 70% нереален.**

Итак, зададим коэффициенты отражения 70% (потолок), 50% (стены) и 30% (пол) и нажмем кнопку ОК. Помещение подготовлено к планированию освещения. Нажмем кнопку ОК в окне Project 1:2 – Room 1, чтобы перейти к следующему шагу.



рис. 6

Шаг пятый. На экране появляется новое окно, в верхней части которого содержится план созданного помещения, а в нижней – основная панель инструментов программы, на которой находятся кнопки редактирования свойств проекта (рис. 6). Первая из них (Room) позволяет вернуться к редактированию параметров помещения (т. е. в предыдущее окно), вторая (Furniture) вызывает редактор мебели, третья (Selection) предназначена для вызова встроенного каталога светильников. Центральная группа из четырех кнопок определяет способ размещения светильников: по одному (Single), рядами (Line), рядами одновременно по горизонтали и по вертикали (Field) и по окружности (Circle). В рамках одного расчета можно совмещать группы светильников, размещенные разными способами.

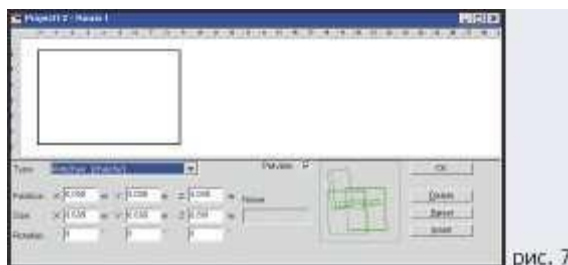


рис. 7



рис. 8

Нажимаем кнопку Furniture, вызывая окно ее выбора и размещения (рис. 7). Возможные виды мебели перечислены в выпадающем списке Type: кресло (Armchair), индивидуальная расчетная поверхность (Calculation surface), стул (Chair), компьютерный уголок (Computer corner), прямоугольный объект (Cube), цилиндр (Cylinder), дверь (Door), флипчарт (Drawing board), большой стол (Large table), офисный стол (Office desk), офисный стол с тумбой (Office desk with file), призма (Prism), обеденный стол (Table) и окно

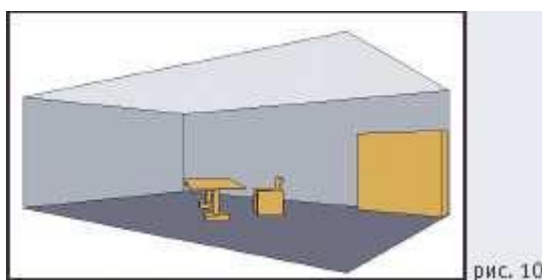


рис. 9

(Window).

Индивидуальная расчетная поверхность не является собственно мебелью, так как не видна в помещении. Этот объект нужен для расчета освещенности на какой-либо специфической поверхности, например на дверцах шкафа или в пределах крышки одного стола. Призма отлично подходит для имитации лестничных маршей. Не перечисленные в списке предметы мебели (например, шкафы) имитируются примитивными объектами (например, типа Cube).

Три поля ввода Position предназначены для ввода координат расположения мебели в помещении, поля Size – для задания размеров мебели, а поля Rotation – для задания углов поворота относительно координатных осей.



Для нашего офиса нам будет достаточно рабочего стола, удобного кресла и шкафа. Выберем в списке объект Large table. Зададим его длину 1,2 м, ширину 0,75 м и высоту 0,8 м и нажмем кнопку Insert. Стол появится в левом нижнем углу экрана. Выделим его, нажав и отпустив левую кнопку мыши. Теперь его можно перемещать, о чем нам подсказывает курсор, принявший форму руки с вытянутым указательным пальцем (рис. 8). Нажмем левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащим стол примерно на середину помещения. Слегка развернем его, наведя указатель мыши на один из прямоугольников по его краям (рис. 9). Поворот можно осуществить, перетаскив прямоугольник вверх или вниз при нажатой левой кнопке мыши.

Аналогичным способом установим в помещении кресло и шкаф, как показано на рис. 10. **Обращаем внимание**, что при нажатии на кнопку Insert новый предмет мебели помещается поверх предыдущего. Чтобы мебель всегда появлялась в нижнем левом углу экрана, после установки очередного предмета нажимаем кнопку Reset. Завершив размещение мебели, нажмем кнопку ОК для возврата к основной панели инструментов.

Шаг шестой. Вплотную приступаем к главной части работы – освещению. Нажимаем кнопку Selection для перехода к выбору типов светильников. Если в системе уже установлена база данных по светильникам, то на экране появится заставка этой базы данных. В противном случае верхнее меню программы (Project, Edit, Room...) поменяется на меню работы с базами данных: Catalog, View, Window, Help (рис. 11). Пункт Selection меню Catalog позволяет выбрать базу данных того производителя, со светильниками которого мы

будем работать в данном проекте. При выборе этого пункта на экране отобразится панель из 16 кнопок с названиями производителей (рис. 12). Если база данных конкретного производителя не установлена в системе, кнопка с соответствующим названием неактивна (не нажимается).



рис. 11



рис. 12

Нажмем кнопку Demo, чтобы выбрать встроенную в программу "демонстрационную" базу данных, содержащую условные светильники. На экране появится стандартное окно работы с базой данных светильников (рис. 13). В левой верхней части этого окна находится окно поиска светильника по номеру заводского артикула.

Поиск по заводскому артикулу удобен в случае, если тип светильника предварительно выбран по "бумажному" каталогу. Для отображения светильника с данным артикулом после ввода номера нажимаем кнопку Search (поиск), находящуюся в правом нижнем углу окна. Для повторного отображения всех имеющихся в базе светильников вводим в поле Article number символ "" и нажимаем кнопку Search.*

В правой верхней части экрана находится список светильников с номерами артикулов и краткими описаниями. После выделения одного из светильников заполняются четыре окна, находящиеся в нижней части экрана: окно с логотипом производителя, фотография светильника, уменьшенный вид его кривой силы света и окно с подробным описанием светильника (на английском или немецком языке). Некоторые базы данных не выводят окно с кривой силы света, в этом случае его можно вызвать нажатием кнопки LDC. Кривую силы света также можно просмотреть в увеличенном виде, выбрав в верхнем меню View пункт Show LDC.



рис. 13

Светильник, подходящий для данного расчета, нужно добавить в текущий список нажатием кнопки Use, находящейся внизу окна. Во всех базах данных, кроме демонстрационной, кнопку Use можно нажимать несколько раз, добавляя несколько типов светильников подряд. Окно демонстрационной базы "прячется" каждый раз после нажатия этой кнопки, поэтому его необходимо вызывать заново нажатием кнопки Selection.

Добавим в текущий список светильники с артикулами **101004** и **103002**, после чего закроем окно базы данных нажатием креста в правой верхней его части.

Шаг седьмой. Можно приступить к размещению светильников. Четыре кнопки Single, Line, Field и Circle позволяют выбрать способ размещения светильников (по одному, рядами, рядами по горизонтали и вертикали и по окружности). Перед тем как приступить к размещению светильников, желательно знать количество, которое потребуется. В этом нам поможет подсказка, предлагаемая программой только в режиме размещения Field (рядами по горизонтали и вертикали на плане помещения).

Чтобы определить требуемое количество светильников, зададим освещенность, которую мы хотим создать в нашем офисе. Ее минимально допустимое значение содержится в соответствующем разделе уже упомянутых строительных норм. Для офиса выбранного нами типа оно составляет 500 лк. Вместе с тем при расчетах программа DiaLux ориентируется не на минимальную (E_{min}), а на среднюю (E_m) освещенность в помещении, которая заведомо окажется больше. Так как мы собираемся использовать сравнительно большие светильники рассеянного света, то будем считать, что средняя освещенность будет на 10% выше минимальной (т. е. 550 лк).

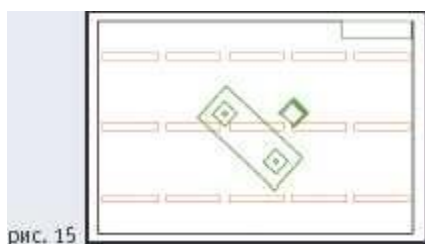


рис. 14

Нажимаем кнопку Field. В нижней части экрана появляется панель настройки размещения светильников (рис. 14). Левая часть этой панели занята информацией о выбранном светильнике с его фотографией. В поле E_m вводим найденные ранее 550 лк. Программа автоматически заполняет поля *Number of lum. X/Y* (количество светильников вдоль осей X/Y).

Не забываем правильно задать высоту расположения светильников в поле Mount. Height/Type (тип монтажа/высота установки). Высота либо задается в метрах, либо выбирается из списка: Surface mounted (поместить на поверхность потолка), Recessed (встроить в потолок) или Freestanding (разместить произвольно). По умолчанию предлагается способ размещения светильника, предусмотренный заводом-изготовителем.

Определив необходимое количество светильников (перемножением чисел в полях Number of lum. X и Y), можно автоматически разместить их, нажав кнопку Place, или перейти к ручному размещению, нажав кнопку ОК и затем одну из кнопок Single, Line или Circle.



Примечание. Автоматический расчет количества светильников работает только для прямоугольных помещений.

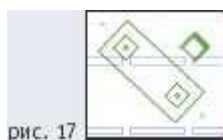
Выбираем в текущем списке светильников DEMO 101004 и нажимаем кнопки Place и затем ОК. План помещения примет вид, показанный на рис. 15.



Шаг восьмой. Создав основное (рабочее) освещение нашего офиса, разместим несколько акцентирующих светильников над рабочим столом. Для этого нажимаем кнопку Single (одиночное размещение светильников). В нижней части экрана появляется панель одиночного размещения светильников (рис. 16).

Данная панель аналогична рассмотренной нами на седьмом шаге, однако для размещения одиночного светильника достаточно задать лишь две его координаты X, Y и высоту расположения. Как и на предыдущем этапе, для размещения светильника нажимаем кнопку Place, а для завершения этого шага – кнопку ОК.

Размещение одиночных светильников также можно выполнить и двойным щелчком левой кнопки мыши на выбранной точке плана помещения.



Выберем в списке светильников точечный светильник **DEMO 103002** и разместим его на потолке в двух экземплярах: в точках с координатами X = 6,5 м; Y = 2,2 м и X = 2,5 м; Y = 3,6 м. Таким образом, светильники будут расположены по краям рабочего стола, как это показано на рис. 17.

Изначально все светильники расположены светящей частью вниз. Их индивидуальную ориентацию можно определить по диаграмме (рис. 18), желтым цветом на которой показаны светящиеся части. Повернем наши точечные светильники так, чтобы они освещали поверхность стола. Для этого необходимо задать углы наклона относительно осей X и Y в полях Q and L Incl. и угол его поворота относительно вертикальной оси в поле Ori.



рис. 18

Задаем параметры Ori.= -20 и L. Incl.= -55 для первого (левого) светильника и Ori.= -20 и L. Incl.= 65 для второго (правого) светильника.

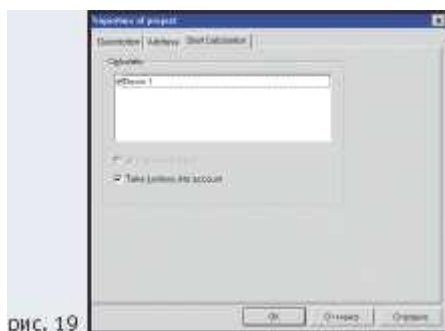


рис. 19

Перед изменением угла поворота одиночного светильника или всех светильников в группе, их нужно выделить одиночным нажатием левой кнопки мыши.

Закончив редактирование параметров одиночных светильников, нажимаем кнопку ОК. Сохраним проект на диск, выбрав в меню Project команду Save или нажав на кнопку с изображением дискеты в левом верхнем углу экрана. Оставим предлагаемое программой имя файла Project1. Теперь можно приступать к заключительной стадии проекта – расчету освещения.

Шаг девятый. Нажимаем кнопку Calculate (рассчитать). На экране отобразится окно запуска расчета освещенности (рис. 19). Первые две вкладки этого окна (Description и Address) напоминают нам о возможности заполнить поля, используемые в печатном отчете. Третья, выбранная по умолчанию, – вкладка Start calculation (запуск расчета). Ею мы и воспользуемся.



рис. 20

Из важных настроек отметим находящийся на этой вкладке переключатель Take furniture into account (учитывать мебель при расчетах). Если в нем отсутствует галочка (мебель не учитывается), расчет произойдет намного быстрее, однако в его результатах будут отсутствовать тени, а трехмерный вид помещения окажется недоступен. Для запуска расчета нажимаем кнопку ОК. На экране появится окно, в котором виден объем выполненных расчетов (рис. 20).



рис. 21

После завершения расчета открывается окно просмотра результатов (рис. 21). В этом окне можно просмотреть (но уже нельзя изменить!) все составляющие печатного отчета, а также отправить отчет – целиком или выборочно – на принтер. В верхней части этого окна находятся два выпадающих списка, из которых левый предлагает выбрать объект, а правый – свойство этого объекта для просмотра. К числу объектов относятся отчет о проекте (Project1), каждое из помещений в проекте (Room1, Room2 и т. д.), а также каждый из объектов в помещении, для которого производился расчет освещенности (Working plane, Calculation surface и т. д.). При выборе одного из объектов в правом списке появляется набор его доступных для просмотра свойств. Например, для объекта типа "Отчет" (Project1) доступен просмотр обложки (Project cover), оглавления (Table of contents), параметров освещения (Room survey) и спецификации оборудования (Parts list/order). Напомним, что *полный отчет автоматически формируется из сведений, указанных на предыдущих этапах в соответствующих окнах. Например, обложка проекта вместо единственной надписи Project1 должна содержать название и код проекта, краткое его описание и координаты разработчика/заказчика.*

На завершающем этапе нашей работы посмотрим и распечатаем наиболее необходимые части отчета о проекте.

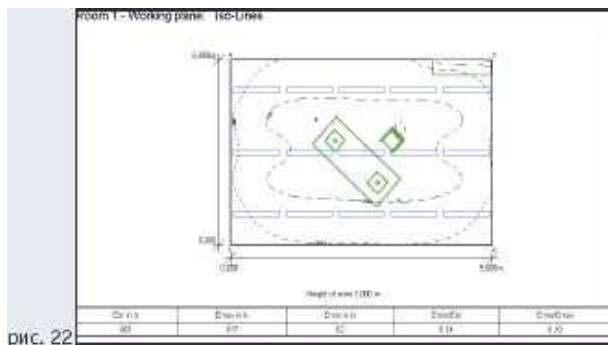


рис. 22

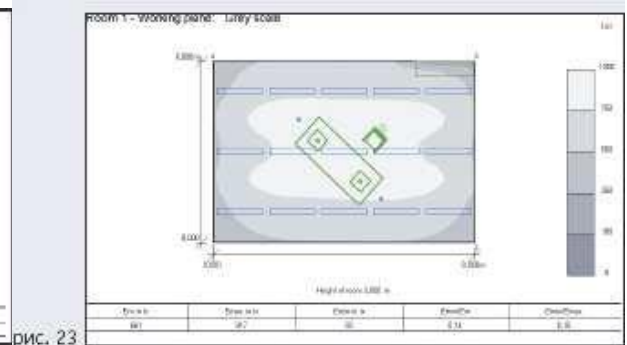


рис. 23

Шаг десятый. Самыми востребованными результатами расчета являются графическое изображение распределения освещенности по рабочей поверхности и общий трехмерный вид освещенного помещения. Выберем в левом списке окна результатов объект Working plane. В правом окне появится список доступных результатов расчета: Isolines (линии постоянной освещенности), Grey scale (закрашенные линии постоянной освещенности), Illuminances (таблица освещенностей) и Relief (трехмерный график освещенности). Чаще всего пользуются обычными и закрашенными линиями постоянной освещенности (рис. 22 и 23).

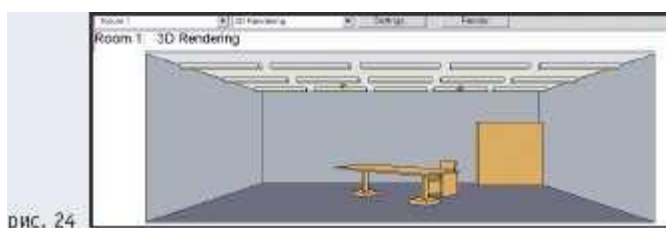


рис. 24

В нижней части окна результатов отображается таблица из 5 колонок, содержащая статистические сведения: среднюю освещенность (E_m), максимальную и минимальную освещенность (E_{max} , E_{min}) и два отношения, характеризующие равномерность распределения освещенности: минимальной освещенности к средней E_{min}/E_m и минимальной освещенности к максимальной E_{min}/E_{max} .

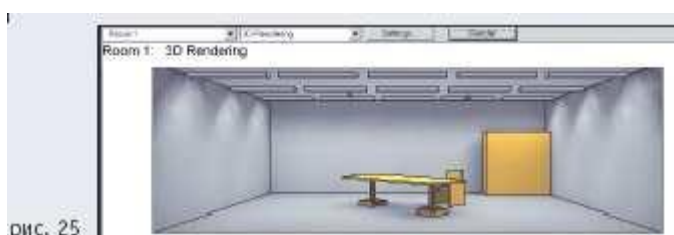


рис. 25

Теперь посмотрим вид освещенного помещения. Для этого в левом меню окна результатов выберем пункт Room1, а в правом меню – пункт "Трехмерный вид" (3D rendering). На экране появится окно с трехмерным видом неосвещенного помещения (рис. 24). Для отображения освещенного вида нажмем кнопку Render (рис. 25).

Чтобы изменить точку наблюдения комнаты, нажмем кнопку Settings (настройки). В окне настройки трехмерного вида 3D Position (рис. 26) можно задать вращение помещения относительно вертикальной оси (Rotation Z-axis) и расстояние ее наблюдения (Observer distance). В нижней части окна имеется регулировка яркости картинки, которая оказывается полезной, если трехмерная картинка слишком залита светом или, наоборот, неестественно темная. Настроив желаемый вид, нажимаем кнопку ОК и затем снова кнопку Render.



рис. 26

В заключение распечатаем результаты нашего расчета. Находясь в одном из окон Iso-lines (рис. 22), Grey scale (рис. 23) или 3D rendering (рис. 25), выберем в меню Project пункт Print preview. В появившемся окне предварительного просмотра (рис. 27) заметим номер страницы, на которой содержится выбранный вид результата расчета.

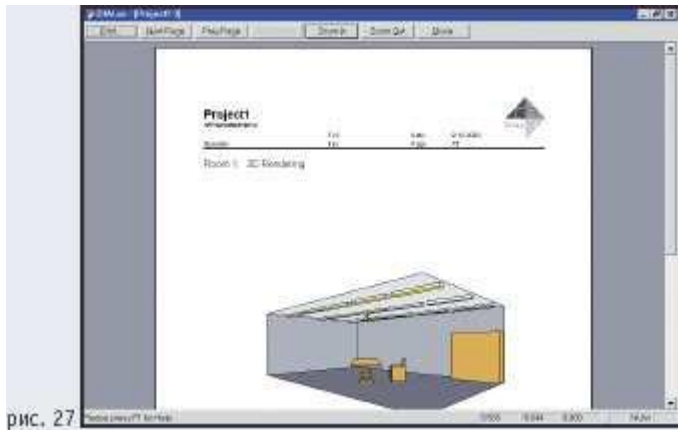


рис. 27

Номер страницы находится в правой верхней части страницы, под датой выполнения проекта. При необходимости можно увеличить размер изображения кнопкой *Zoom In*.

Запомнив номер страницы, нажмем в левой верхней части экрана кнопку *Print* и зададим в появившемся диалоговом окне ее номер. В противном случае будет распечатан весь 20-страничный отчет о проекте, содержащий массу незаполненных и неинформативных страниц.

Закончив работу с результатами расчета, закроем окно результатов нажатием кнопки с крестом в его правой верхней части. На экране появится окно состава проекта *Project Tree*. При необходимости что-то изменить в параметрах нашего помещения выделим в списке объектов строку *Room1* и нажмем кнопку *Edit*. После окончания редактирования свойств помещения нам снова будет доступна основная панель инструментов программы (*Room, Furniture, Selection...*).

ЗАНЯТИЕ № 16 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.

- 1 Компоненты электрической системы.
- 2 План розеток.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ АТТЕСТАЦИЙ. ШКАЛЫ ОЦЕНОК

Успеваемость слушателя оценивается по 100-бальной системе со следующими диапазонами баллов, соответствующими традиционным оценкам.

| № п/п | Зачет | Не заче- но | Зачтено |
|----------|-------|----------------|---------|
|----------|-------|----------------|---------|

| | | | | | |
|---|--|---------------------|-------------------|-------------|--------------|
| 1 | Академическая оценка (по 4-х бальной системе) | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
| 2 | Бальная оценка (по 100-бальной системе) | От 0 до 39 | От 40 до 60 | От 61 до 80 | От 81 до 100 |

Текущая аттестация

| Порядко- вый номер | Сроки | Отчетность | Бальная оценка | Сумма |
|---|---|------------------------------|-------------------|---|
| Первая ат- тестация | 31 октября (осен. се- местр) 31 марта (вес. се- местр) | Посещаемость | До 8 баллов | До 30 баллов (аттестация – 20 баллов и выше) |
| | | Текущая работа | До 12 баллов | |
| | | Контрольные ме- роприятия | До 10 баллов | |
| Вторая ат- тестация | Последний день занятий | Посещаемость | До 8 баллов | До 30 баллов |
| | | Текущая работа | До 12 баллов | |
| | | Контрольные ме- роприятия | До 10 баллов | |
| Текущая аттестация проставляется в соответствующей графе экзаменационной ведомости | | | | До 60 баллов |
| ДЗ | | | | До 40 баллов |
| Сумма = текущая + ДЗ | | | | До 100 бал- лов |

Контрольные мероприятия к аттестации проводятся в виде тестирования по темам, выносимым на лекции.

Допуск к диф. зачету производится после выполнения всех предусмотренных учебным планом и рабочей программой работ.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

4.1 Основная литература

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : учебник для вузов / В.Н.Богословский .— 3-е изд. — СПб. : Авок Северо-Запад, 2006 .— 400с.

2. Водоснабжение : учебник для вузов : в 2 т. Т. 1: Системы забора, подачи и распределения воды / М. А. Сомов .— 2008 .— 261 с.
3. Каменев, П. Н. Вентиляция : учебник для вузов / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник .— М. : АСВ, 2008 .— 616 с.
4. Полушкин, В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : Учеб. пособие. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / В.И.Полушкин, О.Н.Русак, С.И.Бурцев и др. — СПб. : Профессия, 2002 .— 176с.
5. Сканави, А.Н. Отопление : учебник для вузов / А.Н.Сканави,Л.М.Махов .— М. : МГСУ:АСВ, 2006 .— 576с.

4.2 Дополнительная литература

1. Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Н. Балужева, В. П. Мурашко .— Новая ред. — М. : Евроклимат, 2008 .— 504 с.
2. Бухаркин, Е.Н. Инженерные сети: Оборудование зданий и сооружений : Учебник для вузов / Е.Н.Бухаркин, В.В.Кушнiryк, В.М.Овсянников и др.; Под.ред.Ю.П.Соснина .— М. : Высш.шк., 2001 .— 415с.
3. Коннов, А.А. Электрооборудование жилых зданий / А.А.Коннов .— 4-е изд.,стер. — М. : Додэка-XXI, 2007 .— 256с.
4. Коннов, А.А. Электрооборудование жилых зданий / А.А.Коннов .— 2-е изд. — М. : Додэка-XXI, 2005 .— 256с.
5. Корякин-Черняк, С.Л. Освещение квартиры и дома / С.Л.Корякин-Черняк .— СПб. : Наука и Техника, 2005 .— 192с.
6. Инженерное оборудование индивидуального дома [Электрон.ресурс] .— Multimedia (248MB).— М. : ООО "Студия Компас", 2008 .— 1 опт.диск. (CD ROM).
7. Инженерные системы индивидуального дома [Электрон.ресурс] .— Multimedia (248MB) .— М. : ООО "Студия Компас", 2008 .— 1 опт.диск. (CD ROM) .— (Архитектура и строительство).
8. Ассоциация инженеров АВОК. Вентиляция. Отопление. Кондиционирование : Журнал по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике / Ассоциация инженеров АВОК .
9. Водоснабжение и санитарная техника : Ежемесячный научно-технический и производственный журнал / ГП «Союзводоканалпроект», ФГУП ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО, ЦНИИИЭП инженерного оборудования, ГПКНИИ САНТЕХНИИПРОЕКТ; МГП «Мосводоканал» .
10. Международная ассоциация "Союз дизайнеров". Архитектура. Строительство. Дизайн / МАСА.
11. Проект Россия : Российский строительный каталог.
12. Academia. Архитектура и строительство.

4.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

1. MS Office 2003/7
2. Windows XP/Vista/7
3. CorelDraw
4. Internet Explorer

Интернет-ресурсы:

1. Строительный портал, каталог строительных и отделочных услуг, материалов <http://publications.proektstroy.ru/>
2. Федеральный портал образовательных ресурсов
<http://www.edu.ru/index.php>
3. Водоснабжение: Курс лекций <http://elib.ispu.ru/library/lessons/arsenov/>
4. Отопление и вентиляция жилого здания: Учебное пособие
http://window.edu.ru/window/library?p_rid=71093

Справочные данные для проектирования

1П Климатические характеристики городов

| Город | Глубина промерзания грунта, м | Длительность отопительного периода, сут. | Температура за отопительный период, °С | Скорость ветра, м/с | Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 |
|--------------|-------------------------------|--|--|---------------------|---|
| Волгоград | 1,1 | 178 | -2,2 | 8 | -25 |
| Воронеж | 1,3 | 196 | -3,1 | 5,7 | -26 |
| Екатеринбург | 1,9 | 236 | -6,8 | 5,2 | -35 |
| Калуга | 1,3 | 210 | -2,9 | 3,2 | -27 |
| Вятка | 1,7 | 231 | -5,4 | 5,4 | -33 |
| Москва | 1,4 | 214 | -3,1 | 4 | -28 |
| Пенза | 1,5 | 207 | -4,5 | 3,8 | -29 |
| С.-Петербург | 1,2 | 220 | -1,8 | 3 | -26 |
| Тамбов | 1,4 | 201 | -3,7 | 3 | -28 |
| Ульяновск | 1,6 | 213 | -5,7 | 5 | -31 |
| Уфа | 1,8 | 212 | -5,4 | 4,2 | -31 |

2П Требуемые сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий

| ГСО П, °С · сут. | Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м ² · °С/Вт | | |
|------------------------|---|--|-------------------------|
| | стен | перекрытий чердачных, над холодными подвалами и подпольями | окон и балконных дверей |
| 2000 | 2,1 | 2,8 | 0,30 |
| 4000 | 2,8 | 3,7 | 0,45 |
| 6000 | 3,5 | 4,6 | 0,60 |
| 8000 | 4,2 | 5,5 | 0,70 |
| 10 000 | 4,9 | 6,4 | 0,75 |
| 12 000 | 5,6 | 7,3 | 0,80 |

3П Расчетные температуры и кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий

| Помещение | Расчетная температура в помещении в холодный период года, °C | Объем или кратность воздухообмена для вытяжки за 1 ч, м ³ /ч |
|---|--|---|
| Жилая комната | 18 | 3 на 1 м ³ |
| То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) –31 °C и ниже | 20 | То же |
| Кухни | 15 | Не менее 60 |
| Ванная | 25 | 25 |
| Уборная индивидуальная | 16 | 25 |
| Совмещенное помещение уборной и ванной | 25 | 25 |
| То же, с индивидуальным нагревателем | 18 | 25 |
| Лестничная клетка | 12 | – |

4П Значения коэффициента n , принимаемого в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

| Ограждающие конструкции | n |
|---|------|
| Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне | 1 |
| Перекрытия над холодными подвалами, сообщающиеся с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне | 0,9 |
| Перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах | 0,75 |
| Перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли | 0,6 |
| Перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли | 0,4 |

5П Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов

| Заполнения светового проема | Число уплотненных притворов | Сопротивление воздухопроницанию R_{μ} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ | | |
|---|-----------------------------|--|-----------------|----------------------|
| | | пенополиуретана | губчатой резины | полуперстяного шнура |
| Одинарное остекление или двойное остекление в спаренных переплетах | 1 | 0,26 | 0,16 | 0,12 |
| Двойное остекление в раздельных переплетах | 1 | 0,29 | 0,18 | 0,13 |
| | 2 | 0,38 | 0,26 | 0,18 |
| Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах | 1 | 0,30 | 0,18 | 0,14 |
| | 2 | 0,44 | 0,26 | 0,20 |
| | 3 | 0,56 | 0,37 | 0,27 |
| Примечание: Сопротивление воздухопроницанию балконных дверей следует принимать с коэффициентом 0,8. | | | | |

6П Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей R_0 пр, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$

| Заполнение световых проемов | R_0 пр, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ |
|---|--|
| Одинарное остекление в деревянных переплетах | 0,18 |
| Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах | 0,39 |
| Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах | 0,42 |
| Тройное остекление в деревянных, раздельно-спаренных переплетах | 0,55 |
| Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах: | |
| – из обычного стекла | 0,36 |
| – с твердым селективным покрытием внутреннего стекла | 0,48 |
| – то же с заполнением межстекольного пространства аргоном | 0,56 |
| – с мягким селективным покрытием внутреннего стекла | 0,52 |
| – то же с заполнением межстекольного пространства аргоном | 0,62 |
| – с теплым зеркалом | 0,7 |
| – то же с заполнением межстекольного | 0,83 |

| | |
|--|------|
| пространства аргоном | |
| Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в отдельных деревянных переплетах окон | 0,53 |
| Трёхслойные стеклопакеты в деревянных переплетах: | |
| – из обычного стекла | 0,52 |
| – с мягким селективным покрытием среднего стекла | 0,72 |
| – то же с заполнением межстекольного пространства аргоном | 0,86 |

7П Основные технические характеристики некоторых отопительных приборов

| Наименование прибора, его тип и марка | Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$ | Номинальная плотность теплового потока $q_{ном}, \text{Вт/м}^2$ |
|--|--|---|
| Радиаторы чугунные секционные: | | |
| MC-140-108 | 0,244 | 758 |
| MC-140-98 | 0,240 | 725 |
| MC-90-108 | 0,187 | 802 |
| M-90 | 0,2 | 700 |
| Радиаторы стальные панельные типа РСВ1 | | |
| однорядные: | | |
| PCB1-1 | 0,71 | 710 |
| PCB1-2 | 0,95 | 712 |
| PCB1-3 | 1,19 | 714 |
| PCB1-4 | 1,44 | 712 |
| PCB1-5 | 1,68 | 714 |
| То же двухрядные: | | |
| 2PCB1-1 | 1,42 | 615 |
| 2PCB1-2 | 1,9 | 619 |
| 2PCB1-3 | 2,38 | 620 |
| 2PCB1-4 | 2,88 | 618 |
| 2PCB1-5 | 3,36 | 620 |
| Радиаторы стальные панельные типа РСГ2 | | |
| однорядные: | | |
| PCG2-1-2 | 0,54 | 741 |
| PCG2-1-3 | 0,74 | 747 |
| PCG2-1-4 | 0,95 | 743 |
| PCG2-1-5 | 1,19 | 740 |
| PCG2-1-6 | 1,44 | 733 |
| PCG2-1-7 | 1,68 | 733 |
| PCG2-1-8 | 1,93 | 728 |
| PCG2-1-9 | 2,17 | 729 |
| То же двухрядные: | | |
| PCG2-2-4 | 1,08 | 1074 |
| PCG2-2-5 | 1,48 | 977 |
| PCG2-2-6 | 1,90 | 910 |
| PCG2-2-7 | 2,38 | 845 |

Продолжение табл. 7П2

| Наименование прибора, его тип и марка | Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$ | Номинальная плотность теплового потока $q_{\text{ном}}, \text{Вт/м}^2$ |
|--|---|--|
| РСГ2-2-8 | 3,36 | 683 |
| РСГ2-2-9 | 4,31 | 597 |
| Конвекторы настенные с кожухом малой глубины типа "Универсал": | | |
| КН20-0,400 | 0,952 | 420 |
| КН20-0,479 | 1,140 | 420 |
| КН20-0,655 | 1,830 | 357 |
| КН20-0,787 | 2,200 | 358 |
| КН20-0,918 | 2,570 | 357 |
| КН20-1,049 | 2,940 | 357 |
| КН20-1,180 | 3,300 | 358 |
| КН20-1,311 | 3,370 | 389 |
| КН20-1,442 | 4,039 | 357 |
| КН20-1,573 | 4,410 | 357 |
| КН20-1,704 | 4,773 | 357 |
| КН20-1,835 | 5,140 | 357 |
| КН20-1,966 | 5,508 | 357 |
| Конвекторы без кожуха типа "Аккорд": | | |
| КА-0,336 | 0,98 | 343 |
| КА-0,448 | 1,3 | 345 |
| КА-0,560 | 1,63 | 344 |
| КА-0,672 | 1,96 | 343 |
| КА-0,784 | 2,28 | 344 |
| КА-0,896 | 2,61 | 343 |
| КА-1,008 | 2,94 | 343 |
| КА-1,120 | 3,26 | 344 |
| К2А-0,621 | 1,95 | 318 |
| К2А-0,823 | 2,60 | 317 |
| К2А-1,030 | 3,25 | 317 |
| К2А-1,237 | 3,90 | 317 |
| К2А-1,445 | 4,56 | 317 |
| К2А-1,646 | 5,19 | 317 |
| К2А-1,854 | 5,85 | 317 |
| К2А-2,061 | 6,50 | 317 |

1П Варианты исходных данных для проектирования

| Наименование показателей | Значение по первой цифре шифра | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Район строительства | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Число этажей | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Высота этажа, м | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,1 | 3,0 |
| Высота подвала, м | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 2,3 |
| Источник теплоснабжения | ТЭЦ | РК | КвП | ТЭЦ | РК | КвП | ТЭЦ | РК | КвП | ТЭЦ |
| Горячее водоснабжение: централизованной газонагревателями | – + | – + | – + | – + | – + | – + | – + | – + | – + | – + |
| Разводка подающей магистрали | верх. | ниж. | верх. | ниж. | верх. | ниж. | верх. | ниж. | верх. | ниж. |
| Диаметр труб уличной сети, мм: водопровода канализации | 200 250 | 250 300 | 300 250 | 150 200 | 150 250 | 200 250 | 250 300 | 300 350 | 250 300 | 300 350 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Норма потребления в сутки, л/чел. | 275 | 300 | 230 | 300 | 225 | 275 | 225 | 275 | 300 | 300 |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Примечания: 1 Соответствие номера района строительства городу: 1 – Воронеж; 2 – Москва; 3 – Пенза;

4 – Ульяновск; 5 – Вятка; 6 – Уфа; 7 – Екатеринбург; 8 – С.-

Петербург; 9 – Волгоград; 0 – Тамбов;

2 ТЭЦ – теплоэлектроцентрали; РК – районная котельная; КвП – котельная в подвале здания.

2П Варианты исходных данных для проектирования

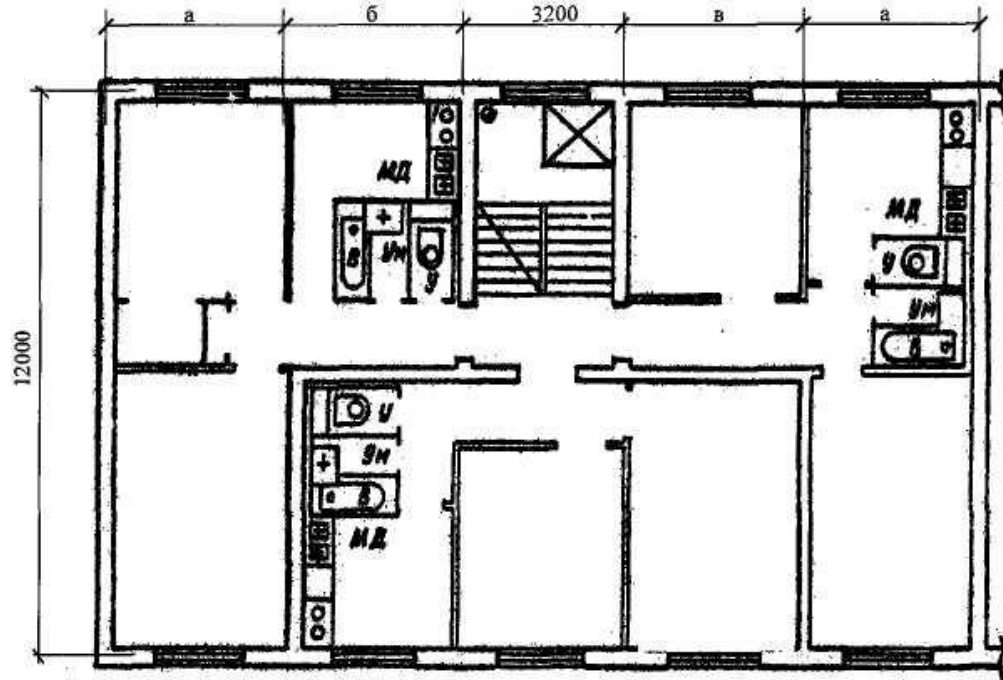
| Наименование показателей | Значение по второй цифре шифра | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Ориентация фасада здания | С | Ю | З | В | СЗ | СВ | ЮЗ | ЮВ | Ю | В |
| Отопительные приборы | РС | РП | КН | РС | РП | КН | РС | РП | КН | РС |
| Схема подключения отопительных приборов | ДВ | ОД | ДВ | ОД | ДВ | ОД | ДВ | ОД | ДВ | ОД |

| | | | | | | | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Номер варианта генплана (табл. 3П1) | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Расстояние от красной линии до здания, м | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 11 | 13 | 14 | 10 | 12 |
| Абсолютные отметки, м: | | | | | | | | | | |
| поверхности земли у здания | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 |
| пола первого этажа | 10, 5 | 20,5 | 30,5 | 40,5 | 50,5 | 60,5 | 70,5 | 80,5 | 90,5 | 95,5 |
| верха трубы уличного водопровода | 7,6 | 17,5 | 27,7 | 37,4 | 47,3 | 57,2 | 67,1 | 77,0 | 86,9 | 91,8 |
| лотка колодца уличной канализации | 6,6 | 16,5 | 26,7 | 36,3 | 46,2 | 56,5 | 66,3 | 76,2 | 85,8 | 90,8 |
| Гарантированный напор, м | 28 | 32 | 25 | 30 | 25 | 29 | 26 | 30 | 33 | 36 |

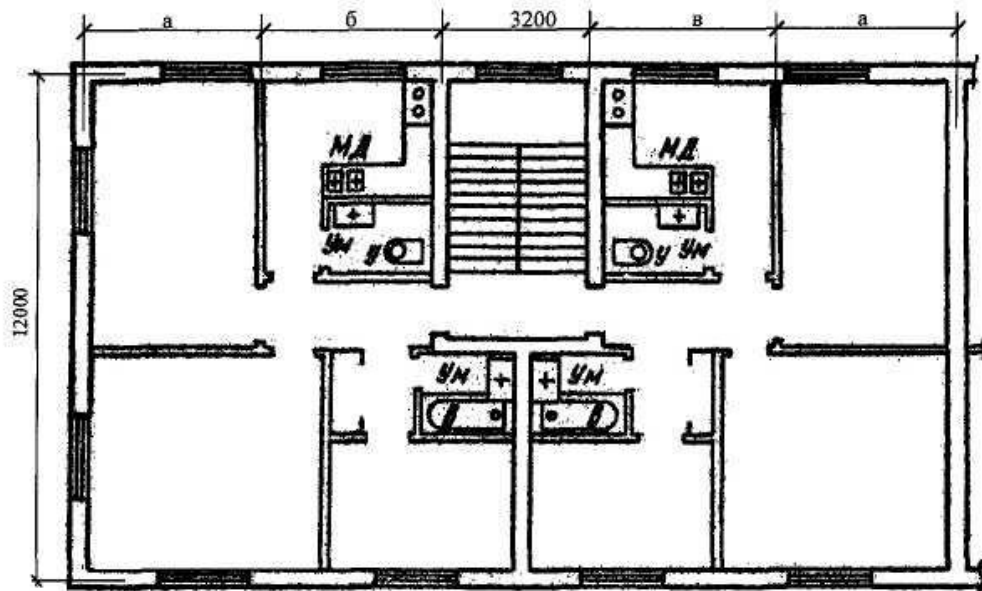
Примечание: 1 РС – радиатор секционный; РП – радиатор панельный; КН – конвектор;

2 ДВ – двухтрубная; ОД – однострунная.

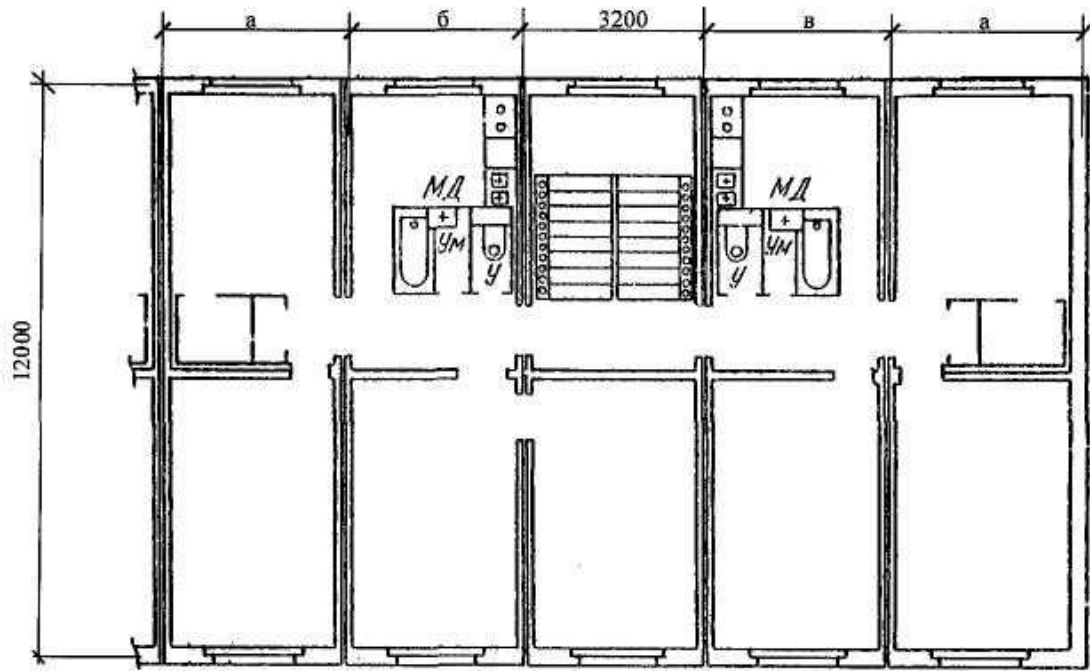
Планы типовых этажей



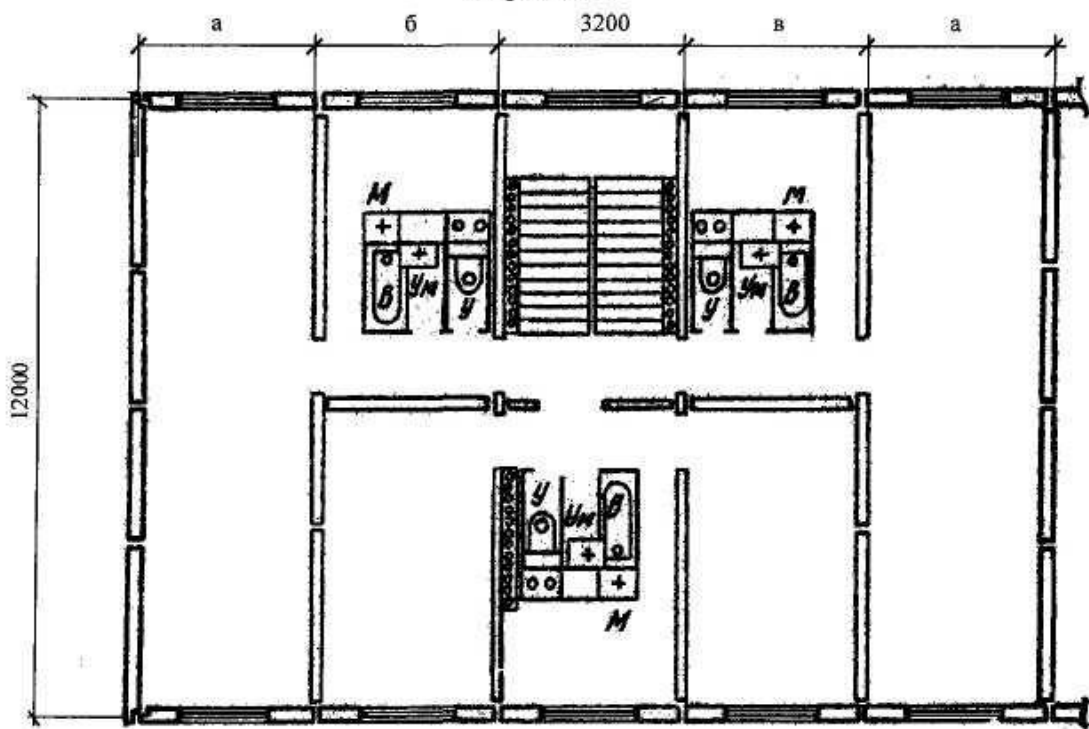
Вариант 1



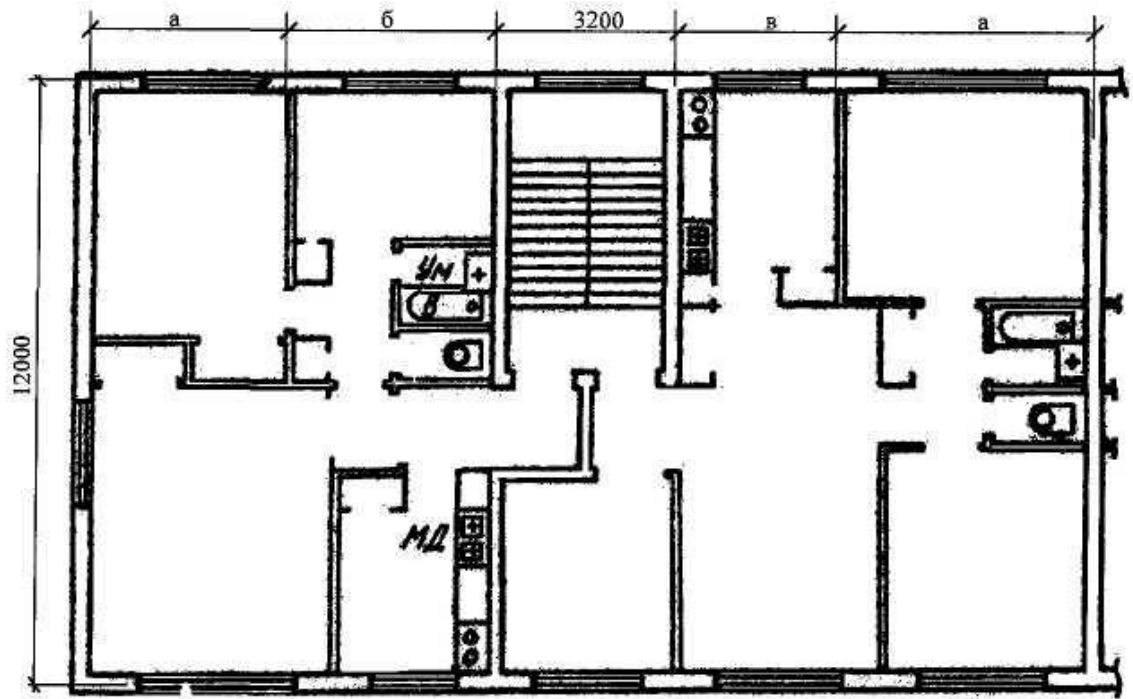
Вариант 2



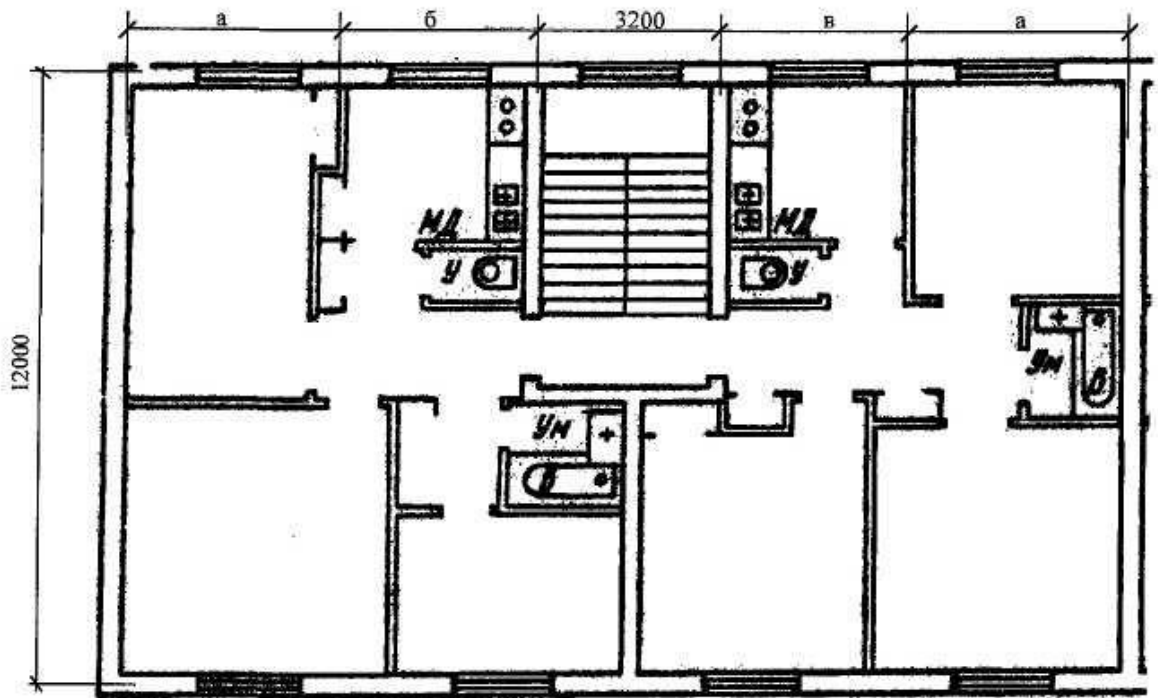
Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6

| Варианты строительных размеров | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|-----|---------------------------------------|--|
| № варианта | Строительные размеры по плану | | | Высота этажа в чистоте $h_{эт}, м$ | Высота устья вентиляционной шахты над перекрытием чердака $h_{ш}, м$ |
| | а | б | в | | |
| 1 | 4,5 | 3,4 | 3,0 | ,5 | 2,5 |
| 2 | 4,3 | 3,2 | 2,9 | 2,6 | 3,0 |
| 3 | 4,1 | 3,0 | 2,8 | 2,7 | 2,6 |
| 4 | 3,9 | 2,8 | 2,7 | 2,8 | 3,1 |
| 5 | 3,7 | 3,5 | 2,6 | 2,9 | 2,7 |
| 6 | 3,5 | 3,3 | 2,5 | 3,0 | 3,2 |
| 7 | 4,6 | 3,1 | 3,0 | 2,5 | 2,3 |
| 8 | 4,4 | 3,4 | 2,9 | 2,6 | 3,3 |
| 9 | 4,2 | 3,2 | 2,8 | 2,7 | 2,9 |
| 10 | 4,0 | 3,0 | 2,7 | 2,8 | 3,4 |
| 11 | 3,8 | 2,8 | 2,6 | 2,9 | 3,0 |
| 12 | 3,6 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 13 | 4,5 | 3,3 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| 14 | 4,3 | 3,1 | 2,9 | 2,6 | 3,0 |
| 15 | 4,1 | 3,4 | 2,8 | 2,7 | 2,6 |
| 16 | 3,9 | 3,2 | 2,7 | 2,8 | 3,1 |
| 17 | 3,7 | 3,0 | 2,6 | 2,9 | 2,7 |
| 18 | 3,5 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 3,2 |
| 19 | 4,6 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 2,8 |
| 20 | 4,4 | 3,2 | 2,9 | 2,6 | 3,1 |