

Министерство образования и науки РФ

Государственное общеобразовательное учреждение
высшего профессионального образования

Воронежский государственный архитектурно–строительный университет

Э.Е. Семенова Т.В. Богатова М.Ф. Макеев Е.Д. Мельников

Лабораторный практикум

по строительной физике

Воронеж 2010

УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7 – 5
Л125

Рецензенты:

*кафедра теоретической и прикладной механики
Воронежского государственного университета;
Р.Н. Зорин, главный инженер ООО Русская строительная компания*

Л125 **Лабораторный практикум по строительной физике** : учеб. пособие / Э.Е. Семенова, Т.В. Богатова, М.Ф. Макеев, Е.Д. Мельников; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 67 с.

Излагаются основные вопросы по строительной светотехнике: принципы определения коэффициента естественной освещенности, коэффициента светопропускания и светоотражения; определения продолжительности инсоляции. По строительной теплотехнике даются темы по определению коэффициентов отражения, пропускания и поглощения тепловой радиации, исследуется температурное поле в помещении. Приводятся основные формулы, необходимые справочные и нормативные данные.

Учебное пособие направлено на закрепление теоретических знаний студентов, приобретение практических навыков по специальности.

Предназначается для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство», 270105 «Городское строительство и хозяйство», 270114 «Проектирование зданий», 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью», 270301 «Архитектура» всех форм обучения.

Табл. 15. Библиогр: 10 назв.

УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7 – 5

© Семенова Э.Е.
Богатова Т.В.
Макеев М.Ф.

Мельников Е.Д., 2010

ISBN 978-5-89040-309-4

© Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторных работ по строительной физике - ознакомить студентов ПГС, ПЗ, ГСХ, ЭУН, Архитектурного факультетов с приборами, применяющимися для измерения светотехнических и теплотехнических величин в натуральных условиях, с исследованиями в области инсоляции.

Лабораторные работы дают представление о распределении в помещении естественного света, о влиянии на освещенность формы, типа, размеров световых проёмов, отделки внутренних поверхностей помещения, а также цвета, фактуры поверхностей на поглощение, отражение и пропускание тепловой радиации. Кроме того, определяются основные параметры микроклимата помещения, выясняется их взаимозависимость и влияние на самочувствие человека.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В начале занятий студенты знакомятся с методическими указаниями к конкретной лабораторной работе, приборами, правилами техники безопасности при работе с ними, изучают теоретические основы конкретной темы, производят необходимые замеры и вычисления.

Во время проведения опыта проводятся необходимые измерения, фиксируются результаты и производится обработка данных.

После получения результата работы проверяется соответствие полученных результатов требованиям действующих норм.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

Лабораторная работа оформляется следующим образом:

1. Титульный лист (прил. 1)
2. Название работы
3. Цель работы
4. Приборы и оборудование
5. Рабочие формулы
6. Таблица замеров и результат вычислений
7. Вывод

В конце семестра студент получает зачёт по лабораторному практикуму при наличии всех защищённых работ.

СТРОИТЕЛЬНАЯ СВЕТОТЕХНИКА

Лабораторная работа №1

Расчёт коэффициента естественной освещенности

1.1. Цель работы –

приобретение студентами практических навыков в расчёте коэффициента естественной освещенности (КЕО) и выявление характера распределения естественной освещенности в помещении.

1.2. Графики А.М. Данилюка

Графический метод расчёта инженера А.М.Данилюка основан на двух законах: законе проекции телесного угла и законе светотехнического подобия. В соответствии с этим значение КЕО может быть выражено отношением горизонтальной проекции участка небосвода, видимого из данной точки, к горизонтальной проекции всего небосвода. Численные значения КЕО определяют по графикам Данилюка, построение которых основано на следующем.

Поверхность полусферы небосвода делится системой 100 параллелей и 100 меридианов на 10000 площадок, горизонтальные проекции которых равновелики. Центр полусферы системой радиусов соединён с каждым узлом полученной сферы.

График I представляет собой вертикальную, а график II - горизонтальную проекции системы радиусов. Так как число всех лучей 10000, а число лучей, проходящих через световой проём к исследуемой точке, - n , то геометрическое значение КЕО при боковом освещении находится по формуле

$$\varepsilon_{\delta} = 0,01 \times n_1 \times n_2, \quad (1.1)$$

где n_1 – число лучей, проходящих к точке через световой проём по его высоте

(отсчитывается по графику I);

n_2 – число лучей, проходящих к точке через световые проёмы по их ширине (отсчитываются по графику II).

1.3. Теоретические сведения

Основным допущением, при котором ведутся расчеты естественного освещения при проектировании зданий в умеренных и северных широтах, является пасмурный небосвод, равномерно покрытый облаками. Такая облачность наиболее невыгодна для условий освещенности. Но даже при равномерной облачности яркость небосвода от зенита к горизонту не является постоянной, что учитывается в расчете специальным коэффициентом.

Для помещений с боковым освещением нормируется минимальное значение КЕО, а для помещений с верхним или комбинированным - среднее значение. Для помещений производственного назначения нормативное значение КЕО (e_H) приводится в табл. П.2.1. Для помещений жилых и общественных зданий, а также для вспомогательных зданий промышленных предприятий в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, противоположной оконным проемам, нормированные значения КЕО приведены в табл. П.2.2.

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в различных районах, определяют по формуле

$$e_N = e_H \times m_N, \quad (1.2)$$

где N – номер группы обеспеченности естественным светом по табл. П.2.3;

m_N – коэффициент светового климата по табл. П.2.4.

Характер распределения естественной освещенности в помещении зависит от формы, размеров и расположения световых проемов в здании и имеет решающее значение при размещении рабочих мест, экспозиций и т.п. При проектировании зданий необходимо обеспечить для помещений нормативное значение КЕО.

Значение КЕО при боковом освещении следует определять в точках характерного разреза помещения, располагаемого по оси симметрии оконных проемов. При этом первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от внутренних поверхностей стен. Точки располагаются на условной рабочей поверхности, отстоящей на 1,2 м от пола в производственных зданиях, 0,80 м - в учебной аудитории и в уровне поверхности пола - в жилых помещениях.

При боковом освещении значение КЕО определяется по формуле

$$e_p^\delta = (\epsilon_\delta q + \epsilon_{зд} b_\phi K_{зд}) r_o \tau_o / K_3, \quad (1.3)$$

- где ϵ_{δ} – геометрический КЕО в расчётной точке, учитывающий прямой свет; определяется по графикам А.М. Данилюка I и II;
- Q – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость небосвода по меридиану (табл. П.2.5);
- Γ_0 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отражённому от поверхностей помещения (табл. П.2.6);
- τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4 , \quad (1.4)$$

- τ_1 – коэффициент светопропускания материала (табл. П.2.7);
- τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплётах (см. табл. П.2.7);
- τ_3 – коэффициент, учитывающий затенение несущими конструкциями (см. табл. П.2.7);
- τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (см. табл. П.2.7);
- b_{ϕ} – средняя относительная яркость фасада противостоящего здания (табл. П.2.8), средневзвешенный коэффициент отражения фасада ρ_{ϕ} определяется по табл. П.2.9;
- K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение заполнения световых проемов (табл. П.2.10);
- $\epsilon_{зд}$ – геометрический КЕО в расчётной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отражённый от противостоящих зданий; определяется по графикам I и II ;
- $K_{зд}$ – коэффициент по табл. П.2.11.

При верхнем освещении расчёт КЕО ведётся по формуле

$$e_p^B = [\epsilon_B + \epsilon_{cp} (r_2 k_{\phi} - 1)] \tau_0 / K_3 , \quad (1.5)$$

где ϵ_B – геометрическое значение КЕО в расчётной точке при верхнем освещении, определяется по графикам I и II.

ϵ_{cp} – среднее значение геометрического КЕО при верхнем освещении на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения, определяется из соотношения

$$\epsilon_{cp} = (\epsilon_{B1} + \epsilon_{B2} + \epsilon_{B3} + \dots + \epsilon_{BN}) / N, \quad (1.6)$$

где N – количество расчётных точек,

$\epsilon_{B1} \dots \epsilon_{BN}$ – геометрическое значение КЕО в расчётных точках;

Γ_2 – коэффициент, учитывающий повышение значения КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отражённому от внутренних поверхностей помещения (табл. П.2.12);

k_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря (табл. П.2.13);

τ_0 – общий коэффициент светопропускания светового проёма, вычисляемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4 \times \tau_5, \quad (1.7)$$

где $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ – определяется так же, как и для бокового освещения;

τ_5 – коэффициент, учитывающий затенение защитной сеткой, устанавливаемой под фонарями, принимается равным 0,9.

1.4. Порядок выполнения работы

Вычерчивается план и разрез помещения в масштабе (прил. 3). Далее определяется геометрический КЕО ϵ_δ при боковом освещении. Это производится следующим образом:

1. График I совмещается с чертежом поперечного разреза так, чтобы полюс O совместился с расчётной точкой, а нижняя линия графика – со следом рабочей плоскости.

2. Подсчитывается число лучей n_1 , проходящих через оконный проём к данной точке.

3. Одновременно регистрируется номер полуокружности графика, проходящей через центр светового проёма.

4. Измеряют транспортиром угол θ° , который составляет с горизонтом луч, проходящий через центр проёма.

5. График II совмещается с планом помещения так, чтобы средняя линия светопрёма совпала с параллелью графика II, номер которой соответствует номеру отмеченной полуокружности на графике I, а вертикальная ось графика – с геометрической серединой оконных проёмов. При этом исследуемая точка окажется на расстоянии от центра светопрёма, равному этому же расстоянию по разрезу. После этого подсчитывается количество лучей n_2 , проходящих по ширине всех светопрёмов в исследуемую точку.

Следует помнить, что при работе с чертежами, выполненными в различном масштабе, необходимо значение номера полуокружности по графику I умножить или разделить на соотношение масштабов разреза и плана, что будет соответствовать скорректированному номеру параллели на графике II.

6. Определяется геометрическое значение КЕО по формуле (1.4), результаты замеров для пяти точек характерного разреза помещения записываются в табл. 1.1.

7. Расчёт геометрического коэффициента ε_B при верхнем освещении ведётся по графикам III и II. Работа по графику III проводится так же, как при определении ε_δ в пунктах 1,2,3.

8. Результаты замеров исследуемых точек записываются в табл. 1.2.

9. При верхнем и боковом (комбинированном) освещении КЕО определяется по формуле

$$e_p^k = e_p^B + e_p^\delta. \quad (1.8)$$

10. Сравнивается расчётное значение КЕО с нормированным.

При одностороннем естественном боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1м от стены, наиболее удалённой от световых проёмов.

При двустороннем боковом освещении нормируется минимальное значение в точке посередине помещения.

При верхнем или комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО в сечении.

$$e_{cp} = (1 / N - 1) \times (e_1 / 2 + e_2 + e_3 + \dots + e_{N-1} + e_N / 2), \quad (1.9)$$

где N – число расчетных точек;

$e_1 \dots e_N$ – значения КЕО в расчетных точках.

11. На разрезе помещения наносятся теоретические значения КЕО, определяемые расчётным путём. На чертеже указывается нормативное

значение E_N для данного помещения.

12. Делается вывод:

- а) о соответствии условий освещённости требованиям норм;
- б) о характере распределения освещённости в помещении.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует собой КЕО?
2. Перечислите факторы, влияющие на КЕО.
3. Назовите единицы измерения освещённости естественным светом.
4. Какие законы лежат в основе метода Данилюка?
5. Методика расчета геометрического КЕО по графикам Данилюка.
6. В чем состоит нормирование естественной освещённости при различных типах освещения?
7. Перечислите принципы расчета комбинированного освещения.

Таблица 1.1

Определение КЕО при боковом освещении

Номер точек	По графикам Данилюка			ε_δ	θ°	q	Определение r_0				r_0	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	τ_0	K_3	e_p^δ
	n_1	Номер полуокружности	n_2				B/h_1	l_p/B	ρ_{cp}	l_n/B								
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		

Таблица 1.2

Определение КЕО при верхнем освещении

Номер точек	По графикам Данилюка			ε_B	ε_{cp}	r_2	k_ϕ	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	τ_5	τ_0	K_3	e_p^B
	n_1	Номер полуокружности	n_2												
1															
2															
3															
4															
5															

Лабораторная работа №2

Определение коэффициента естественной освещенности путем измерений

2.1. Цель работы –

определить при помощи люксометров значение КЕО в точках характерного разреза помещения и дать оценку освещения помещения путем сопоставления фактических значений КЕО с нормируемыми значениями.

Рассчитать в этих же точках теоретические значения КЕО по плану и разрезу помещения. Сравнить результаты расчета с данными натурных измерений.

2.2. Приборы и принадлежности

1. Люксметр.
2. Экран для наружного фотоэлемента люксометра.
3. Штатив, фиксирующий горизонтальное положение фотоэлемента люксометра, измеряющего внутреннюю освещенность.
4. Рулетка.
5. Часы (2 шт.).

2.3 Теоретические сведения

Измерения освещенности производятся проектными и контролирующими организациями при приемке вновь построенных или обследовании эксплуатируемых зданий для выяснения существующих условий освещенности и соответствия их нормам.

2.4. Порядок выполнения работы

Освещенность горизонтальной поверхности замеряется в люксах для точки под открытым небом и для системы точек в помещении, расположенных на прямой, перпендикулярной плоскости окон. Две крайние точки располагаются соответственно на расстоянии 1 м от наружной и противоположной внутренней стены. В промежутке между ними располагают не менее 3-х точек на равных расстояниях друг от друга. Высота расположения точек над уровнем пола учебного помещения должна составлять 0,8 м. Нумеруются точки, начиная от окна.

Коэффициент естественной освещенности КЕО есть отношение освещенности в какой-либо точке внутри помещения к одновременной освещенности наружной горизонтальной открытой поверхности, выраженное в процентах:

$$e = (E_{в} / E_{н}) 100\% , \quad (2.1)$$

где $E_{в}$ — освещённость внутри помещения;

E_H — освещённость наружной горизонтальной поверхности.

В соответствии с этим измерения проводятся следующим образом.

Значение КЕО определяется путем замеров наружной и внутренней освещённости с минимальным разрывом во времени, причем должно быть по возможности устранено влияние случайных факторов, для чего замеры следует производить в следующем порядке:

а) наметить точки в помещении, для которых будет определяться КЕО. Точки располагаются на линии характерного разреза помещения в плоскости, перпендикулярной наружной стене и проходящей через центр простенка (прил.3);

б) измерить наружную освещённость, пользуясь отсекающим экраном и, в случае необходимости, светофильтром. Для измерения фотоэлемент выдвинуть через оконный проем с помощью держателя экрана, при снятии показателя измерительного прибора удвоить результат, т.к. экран представляет собой полу-сферу, и ввести поправку в случае применения светофильтра;

в) измерить внутреннюю освещённость для каждой точки, причем для каждой точки снять два показания прибора: сначала при движении от стены с окнами, а затем при обратном движении. Замеры производятся на рабочей плоскости (крышки столов);

г) повторно замерить наружную освещённость, пользуясь указаниями пункта б);

д) результаты замеров внести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Определение КЕО

Номера расчетных точек	Отсчеты по шкале люксметра, лк			КЕО по данным измерения, e^H %	Расчётное значение КЕО, e^P %	Расхождение между e^H и e^P
	1	2	Среднее			
1						
2						
3						
4						
5						

Примечание. Расчётное значение КЕО берётся из последней колонки табл. 1.2.

е) построить график распределения КЕО на разрезе помещения по данным измерения и определить расхождение с теоретическими значениями.

Сравнить полученные результаты с нормативными значениями КЕО, которые приведены в табл. П.2.1 и П.2.2

Контрольные вопросы

1. Назовите единицы измерения освещённости естественным светом.
2. Перечислите нормативные требования, предъявляемые к естественной освещённости при боковом, верхнем и комбинированном освещении.
3. Назовите приборы для измерения освещённости.
4. Перечислите методы вычисления значения КЕО.
5. Как влияет свет, отражённый внутренними поверхностями помещения, на величину КЕО?
6. Как влияет общий коэффициент светопропускания на величину КЕО?
7. Как учитывается неравномерная яркость свечения небосвода в расчётных формулах освещённости?

Лабораторная работа №3

Определение коэффициента светопропускания остекления в натуральных условиях

3.1. Цель работы –

определение коэффициентов светопропускания остекления в натуральных условиях и сравнение полученных результатов с нормативными значениями (табл. П.2.7).

3.2. Приборы и принадлежности

1. Фотоэлемент в комплекте с электроизмерительным прибором (люксметр).
2. Тарированный светофильтр.
3. Чертеж переплета заполнения светового проема.
4. Нормативные таблицы общего коэффициента светопропускания.

Вследствие того, что непосредственному измерению поддаются лишь значения, определяющие произведение $\tau_1 \times \tau_2$, для определения τ_3 может быть принято отношение площади стекла к полной площади светового проема, для чего используется чертеж заполнения светового проема.

3.3. Теоретические сведения

При падении светового потока Φ на листовое оконное стекло часть этого потока отражается от него (Φ_ρ), часть проходит через стекло (Φ_τ) и, наконец,

часть поглощается (Φ_α). На основании закона сохранения энергии общий световой поток определяется по формуле

$$\Phi = \Phi_\rho + \Phi_\tau + \Phi_\alpha, \quad (3.1)$$

где Φ_ρ — часть светового потока, отраженного от оконного стекла;
 Φ_τ — часть светового потока, проходящего через оконное стекло;
 Φ_α — поглощённая часть светового потока.

Разделив на Φ , получим

$$1 = \rho + \tau + \alpha, \quad (3.2)$$

где ρ — коэффициент отражения, который равен Φ_ρ/Φ ;
 τ — коэффициент пропускания, который равен Φ_τ/Φ ;
 α — коэффициент поглощения, который равен Φ_α/Φ .

Усреднённые значения коэффициентов ρ , τ и α для некоторых строительных материалов приводятся в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Материал	Толщина, мм	Коэффициенты		
		ρ	τ	α
Листовое оконное стекло	2-3	0,08	0,90	0,02
Молочное стекло	2-3	-	0,60	-
Матированное стекло	2-3	-	0,65	-
Зеркало посеребренное	3-6	0,85	-	0,15
Узорчатое прокатное стекло	3-6	0,20	0,70	0,10
Тонкие белые мраморные плиты	8-9	0,55	0,05	0,40
Материал с белой окраской	-	0,80	-	0,20

Общий коэффициент светопропускания учитывает влияние на величину светового потока, проникающего через проёмы, способа остекления, наличия пыли на стекле и конструкции переплётов и может быть получен как произведение

$$\tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 = \tau_0, \quad (3.3)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания, учитывающий потери света при прохождении светового потока через остекление и зависящий от характера прозрачного материала, его толщины, состава, обработки поверхности;

τ_2 – коэффициент светопропускания, учитывающий потери света вследствие оседания на поверхности прозрачного материала: пыли, дыма и копоти;

τ_3 – коэффициент светопропускания, учитывающий потери света от непрозрачных элементов переплётов.

В зависимости от указанных выше обстоятельств общий коэффициент светопропускания колеблется от 0,6 до 0,2.

Значение произведения $\tau_1 \times \tau_2$ может быть приближенно определено в натуральных условиях с помощью люксметра.

3.4. Порядок выполнения работы

Измерения для определения коэффициентов светопропускания остекления с учетом фактического загрязнения производятся в световом проеме с двойным остеклением при различной степени загрязнения стекла.

Для измерения светового потока, падающего на остекление и прошедшего через него, фотоэлемент люксметра последовательно прикладывается рабочей стороной наружу:

а) к внешней поверхности наружного стекла – для определения величины освещенности, создаваемой падающим снаружи световым потоком;

б) к внутренней поверхности наружного стекла – для определения величины освещенности, создаваемой световым потоком, прошедшим через одинарное остекление;

в) к внутренней поверхности внутреннего стекла – для определения величины освещенности, создаваемой световым потоком, прошедшим через двойное остекление.

Для оценки значения загрязнения остекления указанные замеры производятся на двух участках с различной степенью загрязнения стекла.

При определении освещенности, создаваемой падающим снаружи световым потоком, прошедшим через одинарное или двойное остекление, фотоэлемент люксметра надо располагать так, чтобы все точки приложения находились в одном створе (лежали на одной оси).

Ввиду того что световой поток, падающий снаружи, может меняться в короткий промежуток времени, измерения должны быстро следовать друг за другом. При измерениях не допускается попадание на фотоэлемент прямых солнечных лучей.

Во избежание случайных ошибок замеры производятся три раза в течение выполнения работы, и для вычислений принимается среднее из произведенных замеров.

Результаты замеров, вычисленные значения $\tau_1 \times \tau_2$ и τ_3 заносятся в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Определение общего коэффициента светопропускания

Номера отсчетов	Отсчёты по шкале люксметра при положении фотоэлемента			Коэффициенты светопропускания				
	с наружной стороны стекла n_H	за наружным стеклом n_1	за внутренним стеклом n_2	τ_3	$\tau_1 \times \tau_2$ при:		τ_0	
					одинарном остеклении n_1/n_H	двойном остеклении n_2/n_H	для одинарного остекления	для двойного остекления
1				0.66				
2								
3								
среднее								

Контрольные вопросы

1. В чем состоит технико-экономическое значение увеличения коэффициента светопропускания?
2. Перечислите факторы, влияющие на величину коэффициента светопропускания.
3. Назовите методы определения коэффициентов светопропускания.
4. Назовите нормативные значения общего коэффициента светопропускания.

Лабораторная работа №4

Определение коэффициента светотражения в натуральных условиях

4.1. Цель работы –

определение средневзвешенного коэффициента отражения для помещений в натуральных условиях.

4.2. Приборы и принадлежности

1. Фотоэлемент в комплекте с электроизмерительным прибором (люксметр).
2. Набор тарированных светофильтров.
3. Чертежи плана и разреза помещения, для которых определяется значение $\rho_{\text{ср}}$ (см. прил.3).
4. Подставка-держатель для фиксации расстояния от исследуемой поверхности до фотоэлемента.

Описание люксметра и принцип его действия изложены в работе №2.

По чертежам плана и разреза помещения определяются площади стен, потолка и пола для вычисления средневзвешенного коэффициента.

Подставка-держатель высотой 25 см дает возможность производить замеры освещенности на фиксированном расстоянии от исследуемой поверхности.

4.3. Теоретические сведения

Поверхности, ограждающие помещение, обычно имеют окраску и, следовательно, разные значения коэффициентов светоотражения. При светлой окраске и чистых поверхностях отражений значение КЕО за счёт отражённого света может быть увеличено в 2-3 раза.

Таблица 4.1

Значения коэффициента отражения ρ для внутренних поверхностей интерьера

Поверхность	Коэффициент отражения ρ
Побелка	0,75-0,65
Жёлтая, голубая окраска	0,45-0,40
Светлая клеевая окраска (лимонная, светло-серая)	0,60-0,50
Светло-коричневая окраска	0,35
Натуральный дуб и бук	0,30
Паркет светлый	0,25-0,30
Релин светлый	0,30-0,40
Релин тёмный	0,20-0,15

Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ определяется по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = (\rho_{\text{ст}}S_{\text{ст}} + \rho_{\text{пт}}S_{\text{пт}} + \rho_{\text{п}}S_{\text{п}}) / (S_{\text{ст}} + S_{\text{пт}} + S_{\text{п}}), \quad (4.1)$$

где $S_{\text{ст}}$, $S_{\text{пт}}$, $S_{\text{п}}$ – соответственно площади стен, потолка и пола, м^2 (из площади стен надо вычесть площадь световых проёмов);

$\rho_{ст}$, $\rho_{пт}$, $\rho_{п}$ – соответственно коэффициенты отражения поверхностей стен потолка и пола.

При падении светового потока Φ на тело часть этого потока отражается от него - Φ_{ρ} , часть проходит через тело - Φ_{τ} , часть поглощается телом - Φ_{α} . На основании закона сохранения энергии имеем

$$\Phi = \Phi_{\rho} + \Phi_{\tau} + \Phi_{\alpha}, \quad (4.2)$$

где ρ - коэффициент отражения, который равен Φ_{ρ}/Φ ;
 τ - коэффициент пропускания, который равен Φ_{τ}/Φ ;
 α - коэффициент поглощения, который равен Φ_{α}/Φ .
 Разделив обе части этого равенства Φ , получим

$$1 = \rho + \tau + \alpha. \quad (4.3)$$

При определении коэффициента отражения в натуральных условиях отношение Φ_{ρ}/Φ приближённо заменяется отношением $E_{отр}/E_{пад}$ и измерения производятся при помощи люксметра, причём $E_{пад}$ замеряется на самой поверхности, а $E_{отр}$ - на расстоянии 25 см от неё в параллельной ей плоскости.

4.4. Порядок выполнения работы

Для определения коэффициента светоотражения поверхностей стен, потолка и пола на каждой из поверхностей при помощи люксметра измеряется величина освещенности, которая создается падающим и отраженным световым потоком. Для этого фотоэлемент сначала прикладывается тыльной стороной к исследуемой поверхности, а затем поворачивают к исследуемой поверхности рабочую сторону фотоэлемента, помещая ее на расстоянии 25 см от первого положения.

При первом замере определяется освещенность, создаваемая падающим на поверхность светом, а при втором – светом, отраженным поверхностью. При измерении освещенности необходимо следить за тем, чтобы тень от работающего с прибором не падала на исследуемую поверхность участка.

Коэффициент отражения света поверхностью потолка может быть определен при помощи другой поверхности, более доступной для измерения с тем, чтобы площадь последней была не менее 2×2 м.

Замеры прямой и отраженной освещенности для каждой поверхности производят два раза за время выполнения работы и для вычисления значения ρ принимают среднее из измеренных значений.

Результаты замеров заносят в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Определение коэффициентов светоотражения

Характеристика поверхности	Номера отсчетов	Отсчеты по шкале люксметра при положении фотоэлемента		Кэф. светоотражения $\rho = E_{\text{отр}}/E_{\text{пад}}$	Площадь $F, \text{ м}^2$	Средне-взвешенный коэф. $\rho_{\text{ср}}$
		на поверхности $E_{\text{пад}}$	против поверхности $E_{\text{отр}}$			
Стены						
Побелка	1					
	2					
	среднее					
Покраска	1					
	2					
	среднее					
Потолок	1					
	2					
	среднее					
Пол	1					
	2					
	среднее					

Коэффициенты светоотражения для каждой из ограждающих поверхностей вычисляют как отношение $E_{\text{отр}}$ и $E_{\text{пад}}$ и также заносятся в табл. 4.2.

Площади стен, потолка и пола вычисляют по чертежам плана и разреза помещения (см. прил.3). Площади световых проемов из площади стен исключаются как не дающие отраженного света. Вычисленные площади заносятся в табл. 4.2.

Средневзвешенный коэффициент светоотражения вычисляют по формуле (4.1) и также вносят в табл. 4.2.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит технико-экономическое значение светоотражающих свойств ограждающих поверхностей?

2. Назовите факторы, влияющие на увеличение освещенности за счет отраженного света.
3. Перечислите значение коэффициентов отражения различных поверхностей.
4. Как определить значение средневзвешенного коэффициента светоотражения?
5. Назовите способы определения коэффициента светоотражения.

Лабораторная работа №5

Определение продолжительности инсоляции, выбор типов секций и определение ширины улицы жилой застройки

5.1. Цель работы –

определение графическим методом продолжительности инсоляции. В результате выполнения работы должна быть определена продолжительность инсоляция заданного помещения. Учитывается затенение конструктивными элементами здания, а также противостоящими зданиями при ориентации окон на восток, юго-восток и юг. Должен быть произведен выбор типа жилой секции (меридиональная или широтная) для каждого случая ориентации по странам света, а также определена ширина улицы из условия нормативной продолжительности инсоляции. Результаты вычислений должны быть сведены в таблицу, определяющую выводы для каждого случая ориентации.

5.2. Приборы и принадлежности

1. Схема планировки жилого квартала с указанием географической широты.
2. Схематический план и разрез здания с указанием толщины стен и архитектурных деталей (балконов, козырьков и т.п.).
3. Графики Б.А. Дунаева для соответствующих географических широт.
4. Постоянный вспомогательный график для определения затенения противостоящими зданиями и архитектурно-конструктивными элементами.
5. Транспорт.

5.3. Теоретические сведения

Инсоляция - жизненно важный элемент среды, в которой работает и отдыхает человек. Под инсоляцией понимают облучение предметов прямыми солнечными лучами.

Положение солнца по отношению к поверхности зависит от разных факторов. Это географическая широта местности, время года и суток, ориентация самой поверхности по странам света.

Определение времени начала и конца инсоляции для внешних и внутренних поверхностей зданий помогает оценить качество застройки. Это санитарно-гигиенические, теплотехнические, светотехнические и иные виды воздействий солнечного облучения зданий в различных условиях, что весьма важно при проектировании застройки населенных мест и промышленных предприятий.

По санитарным нормам в жилых зданиях необходимо обеспечить не менее 2,5 часов в день непрерывной продолжительности оздоровительного воздействия инсоляции в период с 22 марта по 22 сентября для средних географических широт.

Условия инсоляции помещений определяются планировкой квартала, шириной улиц, ориентацией зданий по сторонам света. А также архитектурно-конструктивным решением деталей зданий.

С целью обеспечения инсоляции жилых помещений в многоэтажных секционных домах в строительстве применяют два основных вида типовых секций: меридиональные - для размещения продольной осью здания в направлении, близком к оси Север-Юг, и широтные - для размещения продольной осью вдоль направления Восток-Запад.

5.4. Порядок выполнения работы

Работа начинается с определения горизонтального и вертикального углов окна по заданным в эскизе размерам, в соответствии с которыми определяется продолжительность инсоляции при отсутствии противостоящих зданий.

Линия окна в плане и горизонтальный угол окна изображаются на кальке и накладываются на солнечную карту соответствующей географической широты. Центр исследуемого окна совмещается с центром солнечной карты, а продольная ось окна в плане - с диаметром круга, располагаемым соответственно ориентации окон по сторонам света. На радиусе, нормальном к продольной оси окна, откладывается размер вертикального угла окна, для чего используются концентрические окружности-координаты, соответствующие вертикальным углам. Через полученную точку наибольшего затенения верхней гранью окна при помощи постоянного вспомогательного графика проводится кривая. Эта кривая определяет полное затенение от горизонтальной грани. Пересечения кривой затенения окна с траекториями движения солнца позволяют отсчитать на них время инсоляции в различные периоды года при отсутствии дополнительных затеняющих элементов.

При затенении здания сплошной застройкой с противоположной стороны улицы при высоте застройки H_3 и расстоянии между противоположными зданиями H продолжительность инсоляции может сократиться. Для определения влияния затенения противоположными зданиями следует пользоваться постоянным вспомогательным графиком, на котором нанесены кривые затенения, соответствующие расстояниям между противостоящими зданиями $1H, 2H, 3H, 4H$, отображающие контуры затенения противостоящими зданиями.

На схему, характеризующую затенение помещения верхней и боковыми гранями окна, наносится дополнительная кривая, характеризующая затенения противостоящими зданиями, после чего схема совмещается с солнечной картой соответственно заданной ориентации, при этом определяется продолжительность инсоляции при затенении как гранями окна, так и противостоящими зданиями.

Определив продолжительность инсоляции, следует сделать вывод о применении в каждом случае того или иного типа жилой секции с тем, чтобы длительность инсоляции соответствовала ширине улицы.

Данные расчета и выводы свести в табл.5.1.

Таблица 5.1

Определение продолжительности инсоляции

Ориентация окон	Время года	Часы инсоляции	Продолж. инсоляции	Тип секции	Ширина улицы
Восток	Весна, осень, лето				
Запад	Весна, осень, лето				
Юго-Восток	Весна, осень, лето				
Сев.-Запад	Весна, осень, лето				
Юг	Весна, осень, лето				
Север	Весна, осень, лето				

Контрольные вопросы

1. В чем состоит значение инсоляции для зданий различного назначения?
2. Как определяются координаты солнца?
3. В чем состоит практическое значение ориентации зданий по сторонам света?
4. Перечислите особенности меридиональной и широтной жилых секций.
5. Как влияет ширина улицы на инсоляцию помещений и территории?

Лабораторная работа №6

Определение продолжительности инсоляции

6.1. Цель работы –

определение по графикам Б.А.Дунаева продолжительности инсоляции для различных точек здания, указанного на фрагменте плана жилого района. В результате выполнения работы определяется продолжительность инсоляции заданных точек здания с учетом возможного затенения.

6.2. Приборы и принадлежности

1. Фрагмент планировки жилого квартала.
2. Фрагменты плана и разрезы здания.
3. Графики Б.А.Дунаева для определения продолжительности инсоляции для различных географических широт.
4. Транспортир, линейка (треугольник) с делениями.
5. Калька.

6.3. Теоретические сведения

Санитарными нормами предусматривается обеспечение не менее 2,5 часов в день прямого солнечного непрерывного облучения помещений и территорий жилой застройки на географических широтах России до 60° с.ш. в период с 22 марта по 22 сентября.

Инсоляцию помещений определяют следующие факторы:

- а) траектория движения солнца;
- б) географическая широта места расположения застройки;
- в) ориентация и размещение проема по сторонам горизонта, его размеры и толщина стены проема;
- г) расположение и размеры затеняющих проем элементов (навес, балкон, лоджия, жалюзи и др.) и противостоящих зданий, расстояние от проема до затеняющих элементов и зданий.

6.4. Порядок выполнения работы

Работу выполняют в следующей последовательности:

1. На кальке вычерчивают фрагменты плана, разреза и генерального плана.
2. На фрагментах плана и разреза определяют горизонтальные и вертикальные углы возможной инсоляции (без затенения другими зданиями) точек А и Б. Линии, образующие эти углы, определяют крайние точки положения солн-

ца, в интервале между которыми точки **А** и **Б** могут инсолироваться.

3. На фрагмент генерального плана переносят линии горизонтального угла возможной инсоляции и проводят линии из заданных точек **А** и **Б** через крайние углы затеняющих зданий; определяют горизонтальные углы возможной инсоляции зданий.

4. Строят вертикальные углы затенения. Для этого берут по горизонтали расстояние от точки **А** (**Б**) до угла затеняющего здания и в масштабе плана застройки (1:1000) строят прямоугольный треугольник, в котором один из катетов (горизонтальный) равен расстоянию от заданной точки **А** (**Б**) до угла затеняющего здания, другой катет (вертикальный) равен высоте противостоящего здания от уровня инсолируемой точки **А** (**Б**). В этом треугольнике определяют угол, под которым из точки **А** (**Б**) виден верх карниза (парапета) затеняющего здания. Подобным образом определяются вертикальные углы затенения для всех крайних (по горизонтали) точек затеняющих зданий.

5. Кальку с фрагментом генерального плана накладывают на график с учетом ориентации по сторонам света для того, чтобы определить продолжительность инсоляции.

На кальке фиксируют:

- а) траекторию движения солнца в марте, сентябре и июне;
- б) интервал инсоляции без затенения;
- в) горизонтальные и вертикальные углы затенения, заштриховывают интервалы затенения.

Определяют продолжительность инсоляции. Если продолжительность инсоляции меньше нормативной, необходимо предложить другое размещение затеняющих зданий для получения инсоляции продолжительностью не менее 2,5 часов. При необходимости, для получения нормативной инсоляции точек **А** и **Б** перемещают затеняющие здания или изменяют ориентацию здания

Контрольные вопросы

1. Что понимают под инсоляцией?
2. Назовите факторы, определяющие инсоляцию помещений.
3. Как определяют время инсоляции помещений?
4. Как влияют архитектурные детали на инсоляцию помещений?

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Лабораторная работа №7

Измерение коэффициента отражения и поглощения тепловой радиации поверхностями строительных материалов

7.1. Цель работы –

определение в лабораторных условиях коэффициентов отражения и поглощения солнечной радиации различных поверхностей строительных материалов.

7.2. Приборы и принадлежности

1. Пиранометр или походный альбедометр.
2. Гальванометр для измерения величины термоэлектрического тока.
3. Электрокамин.
4. Образцы материалов с различными поверхностями.

Пиранометр представляет собой прибор, основной частью которого является батарея пластинок из тонкой красной меди, часть из которых покрыта окисью магния и имеет белый цвет, а другая часть покрыта платиновой чернью с приклеенной к ней термопарой, реагирующей на различный нагрев белых и черных пластинок.

Показания на шкале гальванометра, включенного в цепь, пропорциональны разности температур пластинок, зависящей от интенсивности радиации.

Электрокамин создает тепловой поток, имитирующий облучение поверхности при инсоляции и рассеянной солнечной радиации.

7.3. Теоретические сведения

При воздействии на наружные поверхности зданий инсоляции, а также рассеянной солнечной радиации падающая лучистая энергия солнца частично отражается непрозрачными ограждающими поверхностями, частично же поглощается материалами ограждений, проникая в глубь конструкций и вызывая их нагрев. При этом температура облучаемой поверхности может значительно превосходить температуру наружного воздуха.

Тепло, полученное ограждающими конструкциями в результате облучения, передается внутрь помещений, причём отдача тепла ограждениями может происходить длительное время после прекращения облучения, вызывая перегрев помещений, что особенно нежелательно для промышленных зданий и зданий, расположенных в южных районах.

Количество тепла, поглощаемого ограждениями от падающей на них сол-

нечной радиации, зависит от цвета и состояния поверхности и характеризуется коэффициентом поглощения солнечной радиации. Коэффициент определяется отношением интенсивности поглощенной солнечной радиации к падавшей на поверхность ограждения.

Способность ограждения отражать солнечную радиацию определяется отношением отраженной солнечной радиации к падающей радиации и называется альбедо (A).

Коэффициент отражения и коэффициент поглощения солнечной радиации для непрозрачных ограждений связаны зависимостью

$$A + p = 1, \quad (7.1)$$

где A – альбедо солнечных лучей;

p – коэффициент поглощения солнечной радиации.

Одним из средств борьбы с солнечным перегревом зданий является применение в наружной отделке материалов, поверхность которых максимально отражает солнечную радиацию.

Для приближенного определения коэффициентов отражения и поглощения солнечной радиации в лабораторных условиях используют метеорологические измерительные приборы. Это пиранометр или альбедометр, с помощью которых последовательно замеряют относительную интенсивность падающего и отраженного тепловых потоков, излучаемых электронагревательным прибором и исследуемой поверхностью.

Альбедометр также применяется для измерения альбедо поверхности непосредственно в натуральных условиях.

7.4. Порядок выполнения работы

Для определения коэффициентов отражения и поглощения тепловой радиации производят последовательное измерение прямой радиации, непосредственно падающей на приемную часть прибора, и радиации, отраженной от образца.

Образец помещают в горизонтальной плоскости, после чего над ним на расстоянии 1-1,5 м включают электрокамин с отражателем.

Измерения начинают не ранее чем через 10 мин после включения нагревательного прибора для обеспечения стационарного теплового потока.

Рабочая плоскость альбедометра располагается в плоскости, перпендикулярной направлению потока излучения, и в центре теплового пучка, падающего от электрокамина на образец.

Прямую радиацию замеряют при рабочей поверхности альбедометра, обращенной к электрокамину, на возможно близком к поверхности образца расстоянии; отраженную радиацию замеряют при рабочей поверхности альбедометра, обращенной в сторону образца на расстоянии от последнего 25 см. Пока-

зания гальванометра снимают поочередно с интервалами в 5 минут по 3 раза, причем первое показание снимают через 5 минут после введения прибора в зону теплового потока.

Для определения коэффициентов отражения и поглощения принимают среднее значение произведенных замеров.

Результаты замеров и вычислений заносятся в табл.7.1

Таблица 7.1

Определение коэффициентов отражения и поглощения тепловой радиации

Хар-ка образца, его цвет и фактура поверхности	Номера отсчётов	Отсчёты по гальванометру		Коэффициенты	
		Падающая радиация	Отражённая радиация	Отражения радиация А	Поглощения радиация р
1. Оцинкованная сталь светлая, гладкая	1				
	2				
	3				
	среднее				

После окончания измерений вычисляют коэффициенты отражения и поглощения тепловой радиации и заносят в табл.7.1.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит значение действия прямой и рассеянной солнечной радиации на здания?
2. Перечислите меры борьбы с солнечным перегревом.
3. Назовите способы определения коэффициентов отражения и поглощения солнечной радиации.
4. Назовите значения коэффициентов отражения и поглощения солнечной радиации для различных поверхностей ограждающих конструкций.

Лабораторная работа №8

Определение коэффициента пропускания тепловой радиации остеклением в натуральных условиях

8.1. Цель работы –

приближенное определение коэффициента пропускания солнечной радиации в лабораторных условиях для различных светотехнических материалов.

8.2. Приборы и принадлежности

Для выполнения работы требуются:

1. Пиранометр.
2. Гальванометр.
3. Электролампа, служащая источником теплового потока.
4. Оптическая скамья с экраном для установки образцов.
5. Набор образцов светотехнических материалов и подставка для их установки на оптической скамье.

Краткое описание устройства пиранометра и принципа его действия, а также действия гальванометра даны в работе № 7.

Источник радиации (электролампа), защитный экран и пиранометр смонтированы на оптической скамье подвижно с тем, чтобы сохранилась возможность измерения расстояния между элементами установки. Расстояние следует принимать с учетом мощности источника теплового потока таким, чтобы максимальная нагрузка пиранометра (при отсутствии на установке испытываемых образцов) не выводила стрелку гальванометра за пределы шкалы.

Защитный экран состоит из двух металлических щитов с отверстиями, одно из которых может закрываться специальной дверцей. Между листами защитного экрана помещается подставка для закрепления испытываемых образцов.

8.3. Теоретические сведения

Стекло в строительстве используется, как правило, в качестве материала, пропускающего свет. Прозрачные ограждения позволяют использовать лучистую энергию солнца для естественного освещения зданий. Классификация стекла в строительстве дается в табл. 8.1. Вместе с тем чрезмерное увлечение применением больших площадей остекления неизбежно приводит к ухудшению внутренней среды помещений. Из-за увеличения площадей остекления требования к свойствам стекла расширились и изменились. Большая часть функций, которые выполняет современное остекление, - формирование микроклимата и гигиенической обстановки помещений - раньше приходилось на долю каменных стен. Основная роль остекления - обеспечение проникания света. Остекление должно сократить потери тепла помещений зимой, изолировать помещения от поступлений тепла извне в летний период при интенсивной инсоляции (т.е. облучении прямыми солнечными лучами), защитить помещения от проникания шума, пыли, воздуха.

Область применения стекла в строительстве приводится в табл. 8.1.

Классификация архитектурно-строительного стекла

Стёкла и изделия из них	Ассортимент	Область применения
Листовое строительное и декоративное	Оконное и витринное неполированное	Окна, двери, витрины, фонари верхнего света
	Витринное полированное	Витрины, окна, двери, зеркала, мебель
	Узорчатое цветное и бесцветное "мороз" и "метелица"	Светопроемы в стенах и покрытиях, устройство внутренних перегородок, экранов, ограждений
	Армированное цветное и бесцветное	Остекление проёмов стен и фонарей верхнего света, устройство перегородок и ограждений балконов
Листовое со специальными свойствами	Пропускающее ультрафиолетовые лучи (светолевое)	Окна школ, детских и лечебных учреждений, спортивных и оздоровительных зданий
	Поглощающее ультрафиолетовые лучи	Остекление книгохранилищ, музеев, выставочных залов, библиотек и т.п.
	С полупрозрачными покрытиями	Остекление внутренних перегородок
	Теплопоглощающее. Теплоотражающее	Остекление проёмов зданий, требующих солнцезащиты
	Теплозащитное	Снижение потерь через остекление в зимнее время
	Токопроводящее	Остекление, не допускающее образования конденсата на поверхности стекла, электрообогреваемое остекление зданий в северных районах и зданий с повышенными гигиеническими требованиями
Облицовочное стекло	Марблит	Облицовка фасадов и интерьеров
	Эмалированное стекло (стемалит)	Облицовка фасадов и интерьеров
	Коврово - мозаичные плитки	Наружная и внутренняя облицовка
	Стеклорамор	Наружная и внутренняя облицовка

Стёкла и изделия из них	Ассортимент	Область применения
Строительные изделия из стекла	Стеклянные пустотелые блоки	Заполнение проёмов в стенах, перегородках, покрытиях. Стекложелезобетонные панели для стен и покрытий
	Призмы, линзы, плитки	Заполнение проёмов в стенах, перегородках, покрытиях. Стекложелезобетонные панели для стен и покрытий
	Профильное стекло, армированное и неармированное: коробчатого, швеллерного и ребристого сечения	Стены неотапливаемых зданий, окна, внутренние перегородки, фонари верхнего света, козырьки навесов, ограждения балконов, лоджий и т.п.
	Стеклопакеты: из обычного стекла и стекол со специальными свойствами	Дополнение проёмов стен и покрытий

Выбор вида стекла для солнцезащитного остекления является важным моментом в проектировании здания и осуществляется с учетом всех определяющих факторов: назначения здания, географической широты местности, климата, ориентации проемов по румбам горизонта и конструктивного решения остекления, реальных свойств заводских стекол.

Прозрачные ограждения, в отличие от непрозрачных ограждений, обладают способностью не только отражать и поглощать падающую на них солнечную радиацию, но также и пропускать ее. При этом также имеет место перегрев помещений, особо нежелательный в промышленных зданиях, так как при нарушении нормального теплообмена между телом человека и окружающей воздушной средой у него наступает быстрая утомляемость, снижается производительность труда и увеличивается возможность травматизма.

Нагрев помещений вызывается в основном инфракрасной частью солнечного спектра, которую в разной степени пропускают различные сорта стекол и других светотехнических материалов.

Способность прозрачных ограждений пропускать солнечную радиацию характеризуется коэффициентом пропускания радиации $\tau_{\text{рад}}$. Коэффициент определяется отношением интенсивности пропущенной ограждением радиации к интенсивности падающей на ограждение солнечной радиации.

$$\tau_{\text{рад}} = Y_{\text{проп}} / Y_{\text{пад}}, \quad (8.1)$$

где $U_{\text{проп}}$ – интенсивность пропущенной радиации;

$U_{\text{пад}}$ – интенсивность падающей радиации.

Новые светотехнические материалы имеют пониженный коэффициент пропускания солнечной радиации. Это различные виды стеклопластиков, оргстекло и др. При заполнении ими проемов представляются большие преимущества по сравнению с обычным листовым стеклом.

8.4. Порядок выполнения работы

Для определения коэффициента пропускания тепловой радиации последовательно измеряются прямая и прошедшая через образец радиация.

После установки всех элементов на необходимое расстояние друг от друга производится замер прямой радиации, при этом снимается колпак с рабочей части пиранометра и открывается дверца в защитном экране. Измерение производится не ранее, чем через 5 минут после включения источника теплового потока, которым обеспечивается постоянство теплового потока.

Затем закрывается колпаком рабочая часть пиранометра и отверстие в защитном экране - дверцей, при этом стрелка гальванометра возвращается в нулевое положение.

Испытываемый материал устанавливается между стенками защитного экрана на специальную подставку, после чего открывается дверца в защитном экране и снимается колпак с пиранометра. В этом случае гальванометр будет показывать интенсивность радиации, прошедшей через испытуемый образец.

Каждое измерение проводят три раза и для определения коэффициента пропускания принимают среднее значение по трем замерам.

Результаты измерений заносят в табл.8.2.

Таблица 8.2

Определение коэффициента пропускания тепловой радиации

Хар-ка светотехнического материала	Номера отсчётов	Отсчёты по шкале гальванометра		Коэффициент пропускания тепловой радиации $\tau_{\text{рад}} = U_{\text{проп}} / U_{\text{пад}}$
		Падающая радиация $U_{\text{пад}}$	Пропущенная радиация $U_{\text{проп}}$	
Стекло оконное	1			
	2			
	3			
	среднее			

После окончания замеров производится определение коэффициента пропускания, который также записывается в табл.8.2.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит влияние солнечной радиации, пропущенной ограждением, на температурный режим в помещениях?
2. Перечислите способы уменьшения притока солнечной радиации в помещение.
3. В чем состоит способ определения коэффициента пропускания?
4. Назовите значения коэффициентов пропускания для различных светотехнических материалов.

Лабораторная работа №9

Исследование температурного поля в помещении

9.1. Цель работы –

научиться строить температурное поле в исследуемых сечениях, определять зоны теплового комфорта.

9.2. Приборы и принадлежности

1. Психрометр Ассмана.
2. Пипетка.
3. График Н.А. Пономаревой.
4. Чертежи поперечного разреза помещения по осям оконных проемов.

9.3. Теоретические сведения

Жизнь и деятельность человека протекает в той или иной воздушной среде, которая оказывает определенное влияние на человеческий организм. На самочувствие человека большое влияние также оказывают показатели воздушной среды. Это средняя температура воздуха в помещении и ее изменения в течение суток, влажность и скорость движения воздуха в помещении. Скорость движения воздуха приобретает решающее значение в летний период в помещениях без искусственного охлаждения.

Теплообмен излучения в помещении возникает между человеком и окружающими поверхностями, а при наличии открытых проемов - и с наружным пространством.

Усредненная или радиационная температура внутренних поверхностей помещений имеет важное гигиеническое значение, т.к. большая часть потерь тепла организмом человека (46-60% суммарных потерь тепла) обуславливается более низкой температурой внутренних поверхностей помещения.

Усредненная температура внутренних поверхностей определяется по формулам

$$\tau_{n,cp} = \Sigma \tau_n S_n / \Sigma S_n, \quad (9.1)$$

$$\Sigma \tau_n S_n = \tau_{n1} S_{n1} + \tau_{n2} S_{n2} + \tau_{n3} S_{n3} + \dots, \quad (9.2)$$

где τ_n, S_n – соответственно температура и площади поверхности ограждения.

При понижении радиационной температуры $\tau_{n,cp}$ температура воздуха должна повышаться для создания в помещении комфортной тепловой среды, и, наоборот, при высокой радиационной температуре внутреннюю температуру воздуха необходимо уменьшать.

Требования к микроклимату регламентируются нормами и зависят от назначения и особенностей технологических процессов, происходящих в помещении, характера рабочих процессов, а также от местных, привычных для человека особенностей климата.

Требования к условиям комфортности внутри помещений отражены в санитарно-гигиенических нормах, разработанных институтом общей гигиены им. Сытина, и определяются индексом комфортности H . Это условные единицы, характеризующие оптимальный микроклиматический режим, обусловленный сочетанием t_v, ϕ_v, τ_v , определяемый для каждого климатического района и для теплового и холодного сезона отдельно, т.е. учтена зависимость состояния комфортности от акклиматизации человека, живущего в определенном районе.

Индекс комфортности H определяется из выражения

$$H = 0,24 (t_v + \tau_v) + 0,1a - 0,09 (37,8 - t_v \sqrt{V}), \quad (9.3)$$

где t_v – температура воздуха в помещении, °С;

τ_v – температура на внутренней поверхности стен, °С;

a – абсолютная влажность воздуха, определяемая по t_v и ϕ ;

V – скорость движения воздуха, м/с.

Для определения зон теплового комфорта в помещениях удобно пользоваться графиком Н.А. Пономаревой.

Теплый воздух, как более легкий, поднимаясь над отопительным прибором и омывая на своем пути внутренние поверхности, постепенно остывает и опускается вниз. Поэтому вблизи такого отопительного прибора температура выше, чем вдали от него, а под потолком выше, чем у пола.

Наибольшая неравномерность обычно наблюдается по высоте помещения. Ее характеризуют градиентом температуры по высоте:

$$\text{grad}(t) = dt / dh \quad (\text{град/м}), \quad (9.4)$$

под которым подразумевается изменение температуры на единице длины. Практически градиент может быть более градуса на каждый метр высоты. В высоких производственных помещениях с избыточными тепловыделениями (литейные, кузнечные) температура вверху и внизу может отличаться на несколько десятков градусов.

Температурные поля чаще всего исследуют с помощью термопар или терморезисторов, которые позволяют дистанционно измерять температуру с автоматической записью результатов.

9.4. Порядок выполнения работы

В поперечном сечении лаборатории (желательно по осям оконных проемов) провести измерения температуры воздуха при трёх положениях измерительной вертикали:

I – на расстоянии 0,5-1,0 м от окна;

II – в центре поперечного сечения;

III – на расстоянии 0,5-1,0 м от стены, противоположной окну.

Для измерений используется психрометр Ассмана. Аспирационный психрометр Ассмана состоит из двух одинаковых метеорологических ртутных термометров, закреплённых в специальной оправе. Шарик правого (влажного) термометра обернут батистом в один слой и перед работой смачивается дистиллированной водой при помощи пипетки. Шарик левого (сухого) термометра обдувается непосредственно воздухом.

Резервуары термометров вставлены во всасывающие трубки, защищённые от лучистого нагрева. В верхней части всасывающие трубки объединены воздухопроводной трубкой, которая крепится к аспирационной головке. В аспирационной головке установлен вентилятор с приводом. Тремя-четырьмя оборотами ключа заводят вентилятор, который заставляет воздух омывать шарики термометров со скоростью около 2 м/с.

Результаты измерений записываются в табл. 9.1.

На основе измерений строится температурное поле в исследуемых сечениях. Для этой цели на миллиметровой бумаге в масштабе 1:50 необходимо построить поперечный разрез помещения. На разрезе провести измерительные вертикали, соответствующие положению их в поперечном разрезе. На вертикалях в точках измерения вписать значения температур по сухому термометру, взятые по результатам измерений из табл. 9.1.

Затем на вертикалях и горизонталях путём пропорционального деления отрезков между соседними точками отметить целые и половинные доли градусов. Точки равных температур соединить плавными кривыми линиями, которые называются изотермами. Изотермы провести через $0,5^\circ$.

Таблица 9.1

Исследования температурного поля

Номера точек	1 сечение			2 сечение		
	Температура		Относит. влажность	Температура		Относит. влажность
	сухого	влажного		сухого	влажного	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Контрольные вопросы

1. Как влияет температура воздуха в помещении на организм человека?
2. Как влияют особенности технологических процессов на микроклимат?
3. Как определяются условия комфортности в помещении?
4. Почему воздух в верхней зоне помещения имеет температуру выше, чем в нижней зоне?

Лабораторная работа №10**Определение зон комфорта и дискомфорта****10.1. Цель работы –**

измерение температуры на поверхности стен, окон, потолка и мебели и выявление области температур, обеспечивающих тепловой комфорт в помещении.

10.2 Приборы и принадлежности

1. Психрометр Ассмана с розеткой Граусмана.
2. График Н.А. Пономаревой.

10.3. Теоретические сведения

Известно, что температура воздуха в различных местах помещения неодинакова. Эта неравномерность температурного поля ухудшает санитарно-

гигиенические условия в помещениях, увеличивает потери тепла, что должно учитываться при проектировании как ограждающих конструкций, так и систем отопления.

10.4. Порядок выполнения работы

Для определения зоны комфорта и дискомфорта в лаборатории вычисляют площади каждой поверхности.

Затем, используя психрометр Ассмана с розеткой Граусмана, определяют температуры на поверхностях стен, окон, потолка и мебели. Полученные данные записывают в табл.10.1. Описание психрометра Ассмана и принцип его действия изложены в работе №9.

По формуле (9.1) работы №9 находится усреднённая радиационная температура поверхностей. По усреднённой радиационной температуре по графику Н.А.Пономаревой определяют область температур, обеспечивающих тепловой комфорт в помещении.

В отчёте представляют таблицу с результатами измерений и делают заключение о тепловом комфорте в помещении.

Таблица 10.1

Исследование температурного поля

Поверхность	Площади	1-ое измерение		2-ое измерение		3-ье измерение		Среднее значение	
		Сух.	Влажн.	Сух.	Влажн.	Сух.	Влажн.	Сух.	Влажн.
Стена 1									
Стена 2									
Стена 3									
Стена 4									
Остекление									
Потолок									
Пол									
Мебель									

Контрольные вопросы

1. Что такое температурное поле?
2. Какие факторы определяют микроклимат помещения?
3. Что такое комфортные условия микроклимата?
4. Что такое индекс комфортности и от чего он зависит?

5. Почему радиационная температура внутренних поверхностей помещения имеет большое гигиеническое значение?
6. Как определяется радиационная температура?
7. С какой целью применяется розетка Грауссмана в психрометре?

Лабораторная работа №11

Определение влажности воздуха в помещении и температуры «точки» росы

11.1. Цель работы –

ознакомиться с методами измерения и обработки результатов работы, а также научиться вычислять температуру «точки росы», которая имеет большое значение при теплотехнических расчетах. Определить влажность воздуха помещения в нескольких точках, по указанию преподавателя, а также определить температуру поверхности наружного ограждения и остекления.

Влажность воздуха является одним из основных параметров, характеризующих микроклимат помещения и оказывающих влияние на самочувствие человека. Она также является причиной увлажнения и преждевременного разрушения строительных конструкций и снижения теплозащитных качеств ограждений.

11.2. Приборы и принадлежности

1. Психрометр Ассмана.
2. Пипетка.

11.3. Теоретические сведения

11.3.1. Влажность воздуха

Окружающая нас воздушная среда содержит всегда некоторое количество влаги в виде водяного пара, воды или снега. Этот факт обуславливает наличие влаги в порах строительных материалов.

Характеристикой влажности воздушной среды являются величины упругости водяного пара и абсолютной влажности воздуха. Математическое выражение этих величин следующее:

$$f = (0,0079 \times e) / (1 + t / 273), \quad (11.1)$$

где f – абсолютная влажность воздуха, г/м³;

e – упругость водяного пара в воздухе, Па;

t – температура воздуха, град.

Относительная влажность воздуха определяется по формуле

$$\varphi = (e / E) \times 100\%,$$

где φ – относительная влажность воздуха, %;

E – максимальная упругость водяного пара в воздухе, Па.

При некоторой температуре, когда $E = e$, воздух получит 100-процентную влажность, т.е. достигнет полного насыщения. Эта температура носит название «точки росы».

При падении температуры на внутренней поверхности наружного ограждения до температуры «точки росы» происходит конденсация водяного пара на этой поверхности.

Возможность выпадения поверхностного конденсата определяется специальным расчетом, заключающимся в следующем:

1) определяется допустимая предельная величина относительной влажности воздуха, при которой начинается конденсация на поверхности, по температуре внутренней поверхности ограждения;

2) сравнивается полученная величина относительной влажности воздуха с действительной влажностью его. При условии большого значения полученной величины относительной влажности воздуха, чем действительная влажность его, конденсация будет отсутствовать.

Пример. Предположим, что $t_{\text{в}}=18^\circ$, $\tau_{\text{в}}=10,7^\circ$, $\varphi_{\text{в}}=40\%$. Определяем предельную относительную влажность, при которой отсутствует конденсат.

$$t_{\text{в}} = 18^\circ \quad E_{\text{в}} = 2064 \text{ Па (табл. П.2.14);}$$

$$\tau_{\text{в}} = 10,7^\circ \quad E_{\text{п}} = 1287 \text{ Па;}$$

$$\varphi = (E_{\text{п}} / E_{\text{в}}) \times 100 = (1287 / 2064) \times 100 = 62,8\%.$$

Следовательно, конденсат на поверхности ограждения будет выпадать тогда, когда $\varphi_{\text{в}}$ превысит 62,8%.

11.4. Порядок выполнения работы

Для измерения влажности воздуха батист правого (влажного) термометра смачивают пипеткой, тремя-четырьмя оборотами ключа заводят вентилятор, который заставляет воздух омывать с большой скоростью шарики термометров. В результате испарения влаги показание влажного термометра понижается по сравнению с показанием сухого термометра. Показания обоих термометров фиксируют одновременно и заносят в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Определение влажности воздуха

Позиция	Показания		Психрометрическая разность	φ	Е, Па.	Абсолютная влажность f , г/м ³	τ_B
	Сухой, t_c	Влажный, t_B					

Полученные данные в табл.11.1 представляют в виде графиков изменения температуры и влажности воздуха.

Контрольные вопросы

1. Что такое «точка росы»?
2. Какие существуют условия конденсации влаги на поверхности?
3. Что такое абсолютная влажность воздуха, по какой формуле она находится?
4. Для чего служит вентилятор в психрометре?
5. Почему по разности показаний температур двух термометров в психрометре можно определить относительную влажность воздуха?
6. Почему известковую штукатурку называют "регулятором" влажности в помещении?
7. Что такое максимальная упругость водяного пара E и как влияет температура воздуха на нее?

Лабораторная работа №12**Определение параметров микроклимата помещения****12.1. Цель работы –**

закрепить теоретические знания об основных параметрах, характеризующих температурно-влажностный режим воздушной среды, и их взаимосвязи. Ознакомиться с основными приборами, используемыми для измерения температуры и влажности воздуха. Получить практические навыки по определению температуры и влажности воздушной среды психрометрическим методом.

12.2. Приборы и принадлежности

1. Психрометр Ассмана.

2. Пипетка.

Описание психрометра Ассмана и принцип его действия изложены в работе №9.

12.3. Теоретические сведения

Основными характеристиками микроклимата в помещении являются температура и влажность внутреннего воздуха.

При проектировании ограждающих конструкций зданий расчетные значения температуры и влажности внутреннего воздуха принимаются в зависимости от назначения помещения. Эти значения установлены нормами для рабочей зоны помещений в холодный период года в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями. Однако фактическое значение температуры и влажности внутреннего воздуха отклоняется от расчетных значений. Это зависит от наружных условий и особенно функционального процесса, протекающего в помещении.

Наибольшие колебания температуры и влажности внутреннего воздуха наблюдаются в производственных помещениях в связи с особенностями технологического процесса. Величина амплитуды колебаний температуры и влажности внутреннего воздуха зависит от потоков тепла и влаги, поступающих в помещение. В холодный период года эти потоки определяются теплоотдачей отопительных приборов и выделением бытовой и биологической влаги. Влажность в помещении зависит и от разности температуры внутреннего и наружного воздуха (тепловой напор). Чем выше эта разность и создаваемый ею тепловой напор, тем меньше относительная влажность воздуха в здании за счет осушающего действия фильтрующегося внутрь наружного воздуха.

Резкие колебания параметров внутреннего воздуха в течение суток нежелательны, так как неблагоприятно действуют на состояние человека.

Кинетика изменения параметров воздушной внутренней среды определяется непрерывными колебаниями температуры и влажности наружного воздуха и атмосферного давления.

Влажность воздуха обуславливается содержанием в нем некоторого количества влаги в виде пара. Количество влаги (g), содержащейся в 1 м^3 воздуха, выражает его абсолютную влажность f ($г/м^3$).

В теплотехнических расчетах пользуются величиной парциального давления водяного пара, называемой упругостью водяного пара (Pa).

Пересчет значений упругости водяного пара, содержащегося в воздухе, на его абсолютную влажность можно произвести по формуле

$$f = (0,0079 \times e) / (1 + t / 273), \quad (12.1)$$

где t – температура воздуха, °С.

При данной температуре и барометрическом давлении упругость водяного пара имеет предельное значение, называемое давлением насыщенного пара или максимальной упругостью водяного пара (Па). Максимальная упругость водяного пара E соответствует максимальному насыщению воздуха водяным паром f_{\max} . Чем выше температура воздуха, тем большее предельное количество влаги f_{\max} может содержаться в нем и, следовательно, тем большим будет давление насыщенного пара.

Абсолютная влажность воздуха при данной температуре и барометрическом давлении не дает представления о степени насыщения воздуха влагой. С этой целью вводится понятие об относительной влажности воздуха Φ (%):

$$\Phi = (f / f_{\max}) \times 100 \approx (e / E) \times 100\%, \quad (12.2)$$

где f_{\max} – максимальная абсолютная влажность воздуха, г/м³;

f – действительная абсолютная влажность воздуха, г/м³;

e – упругость водяного пара, Па;

E – максимально возможная упругость водяного пара, Па.

Параметры, характеризующие температурно-влажностный режим воздушной среды (t , e , Φ), тесно связаны между собой. При постоянной упругости водяного пара повышение температуры воздуха вызывает понижение его относительной влажности Φ , т.к. значение максимальной упругости водяного пара E увеличивается. Соответственно понижение температуры воздуха приводит к повышению его относительной влажности.

Наиболее простым способом измерения температуры является использование физического свойства тел менять первоначальный объем с изменением температуры. Действие жидкостных термометров основано на свойстве большинства веществ, с повышением температуры увеличиваться в объеме, а с понижением – уменьшаться.

Работа выполняется психрометрическим методом на основании показаний двух термометров. Относительная влажность воздуха определяется на основании одновременного показания сухого и влажного термометров и их разности с помощью специальных таблиц.

12.4. Порядок выполнения работы

За четыре минуты до начала работы смачивают батист на резервуаре влажного термометра. По истечении четырех минут после смачивания заводится механизм аспиратора, затем производят отсчёты по термометрам психрометра с точностью до $0,2^{\circ}\text{C}$.

Замеры параметров воздуха психрометром Ассмана производятся в трех разных точках аудитории.

Относительную влажность воздуха (%) определяют по табл.12.1. Упругость водяного пара определяют по формуле

$$e = E \times \varphi / 100, \quad (12.3)$$

где φ – относительная влажность воздуха, %;

E – максимально возможная упругость водяного пара в воздухе, Па.

Точку росы определяют по тем же таблицам, полагая, что точка росы – это такая температура, при которой происходит конденсация паров воздуха. В данный момент относительная влажность $\varphi = 100\%$, и тогда $e = E$. Затем по таблице определяют температуру от значения E .

Данные измерений заносят в табл.12.1.

Таблица 12.1

Определение параметров микроклимата помещения

Номер замера	Температура термометра		Психрометрическая разность $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{см}}$	Относительная влажность воздуха φ	Упругость водяного пара		Точка росы τ_p
	Сух. $t_{\text{сух}}$	Смочен. $t_{\text{см}}$			Макс. E	В помещ. e	

На основании полученных данных делают заключение о соответствии температуры, влажности воздуха и давлению в помещении нормативным требованиям ($t_n = 16^{\circ}\text{C}$, $\varphi_n = 55\%$, $E = 100,7$ кПа.).

Контрольные вопросы

1. Что такое абсолютная влажность?
2. Что такое конденсат?
3. Почему температура внутренней поверхности ограждения должна быть выше «точки росы»?
4. Почему нарушение санитарно-гигиенического режима помещения снижает теплозащитные качества ограждения?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1995. – 37 с.
2. СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 82 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 25 с.
4. СП 23-01-2004. Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.– 213 с.
5. СНиП 23–01–99*. Строительная климатология / Госстрой России. –М.: ГУП ЦПП, 2005. – 121с.
6. Губернский, Ю.Д. Жилище для человека. / Ю.Д. Губернский, В.К. Лицкевич. – М.: Стройиздат, 1991. – 280 с.
7. Архитектурная физика: учебник/ под ред. Н.В.Оболенского. – изд.стер.- М.: Архитектура-С, 2007.- 441 с.:
8. Оболенский, Н.В. Архитектура и солнце. / Н.В. Оболенский – М.: Стройиздат, 1998. -207с.
9. Елагин, Б.Т. Основы теплофизики ограждающих конструкций зданий. / Б.Т. Елагин – Донецк: Вища школа, 1977. - 96 с.
10. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.

Приложение 1*Образец титульного листа*

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

Воронежский государственный архитектурно–строительный университет

Лабораторные работы

по строительной физике

Выполнил: Сидоров И.П.

Группа 125

Защищён: 15.09.10

Принял: Иванов С.П.

Воронеж 2010

Вспомогательные таблицы

Таблица П.2.1

Нормативные значения КЕО для производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	КЕО при освещении	
				верхн. или комб.	боковым
Наивысшей точности	Менее 0,15	1	а, б, в, г	-	-
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	2	а, б, в, г	-	-
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	3	а, б, в, г	-	-
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	4	а, б, в, г	4	1,5
Малой точности	Св. 1 до 5	5	а, б, в, г	3	1
Грубая (очень малой точности)	Более 5	6		3	1
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	7		3	1
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:					
постоянное		8	а	3	1
периодическое с постоянным пребыванием людей			б	1	0,5
периодическое с периодическим пребыванием людей			в	0,7	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		8	г	0,3	0,1

Таблица П.2.2

Нормативные значения КЕО для жилых, общественных и вспомогательных помещений

Группы административных ресурсов светового климата	Ориентированные по сторонам горизонта, град.	Нормированные значения КЕО					
		в рабочих кабинетах зданий управления, офисах	в школьных классах	в жилых помещениях	в выставочных залах	в читальных залах	в проектных залах, чертежно-конструкторских бюро
1	69-113 249-293	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	114-158 204-248	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	159-203	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	294-68	1.00	-	0.50	0.70	1.20	1.50
2	69-113 249-293	0.90	1.40	0.50	0.60	1.10	1.40
	114-158 204-248	0.90	1.30	0.40	0.60	1.10	1.30
	159-203	0.90	1.30	0.40	0.60	1.10	1.30
	294-68	0.90	-	0.50	0.60	1.10	1.40
3	69-113 249-293	1.10	1.70	0.60	0.80	1.30	1.70
	114-158 204-248	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	159-203	1.00	1.50	0.50	0.70	1.20	1.50
	294-68	1.10	-	0.60	0.80	1.30	1.70

Группы админис. р-нов по ресурсам светов. климата	Ориент. светопроемов по сторонам горизонта, град.	Нормированные значения КЕО					
		в рабочих кабинетах зданий управления, офисах	в школьных классах	в жилых помещениях	в выставочных залах	в читальных залах	в проектных залах, чертежно-конструкторских бюро
4	69-113 249-293	1.10	1.70	0.60	0.80	1.30	1.70
	114-158 204-248	1.10	1.70	0.60	0.80	1.30	1.70
	159-203	1.10	1.70	0.60	0.80	1.30	1.70
	294-68	1.20	-	0.60	0.80	1.40	1.80
5	69-113 249-293	0.80	1.20	0.40	0.60	1.00	1.20
	114-158 204-248	0.80	1.20	0.40	0.60	1.00	1.20
	159-203	0.80	1.20	0.40	0.50	0.90	1.10
	294-68	0.80	-	0.40	0.60	0.90	1.20

Таблица П.2.3

Номер группы обеспеченности естественным светом

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская, Сахалинская области, Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63 с.ш.), Республика Саха (Якутия)(севернее 63 с.ш.). Чукотский нац. округ, Хабаровский край (севернее 63 с.ш.), Краснодарский край.
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Северо-Осетинская Республика, Чеченская Республика, Ингушская Республика, Ханты-Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63 с.ш.), Республика Саха (Якутия)(южнее 63 с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край(южнее 55 с.ш.), Магаданская область
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

Таблица П.2.4

Коэффициент светового климата m_N

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата m_N				
		Номер группы административного района N				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах	С	1,0	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ,СЗ	1,0	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1,0	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ,ЮЗ	1,0	0,85	1,0	1,1	0,8
	Ю	1,0	0,85	1,0	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1,0	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ	1,0	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ	1,0	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1,0	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа "Шед"	С	1,0	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1,0	0,9	1,2	1,2	0,75

Таблица П.2.5

Значения коэффициента q

Угловая высота среднего луча участка неба-свода, видимого из расчетной точки через световой проем в разрезе помещения, град.	Значения коэффициента q
2	0,46
6	0,52
10	0,58
14	0,64
18	0,69
22	0,75
26	0,8
30	0,86
34	0,91
38	0,96
42	1
46	1,04
50	1,08
54	1,12
58	1,16
62	1,18
66	1,21
70	1,23
74	1,25
78	1,27
82	1,28
86	1,28
90	1,29

Таблица П.2.6

Значения r_0 для условной рабочей поверхности

Отношен. глубины помещ. d к высоте от уровня условн. раб. поверхн. до верха окна h	Отношен. расстояния расчетной точки от внутр. поверхн. наруж. стены l к глубине пом. d_n	Средневзвешенный коэффициент отражения пола, стен и потолка ρ_{cp}											
		0,6			0,5			0,45			0,35		
		Отношение длины помещения a к его глубине d											
		0,5	1	2	0,5	1	2	0,5	1	2	0,5	1	2
1	0,1	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
	0,5	1,66	1,59	1,48	1,47	1,42	1,33	1,37	1,34	1,26	1,19	1,17	1,13
	0,9	2,86	2,67	2,30	2,33	2,19	1,93	2,08	1,95	1,74	1,53	1,48	1,37
3	0,1	1,10	1,09	1,07	1,07	1,06	1,05	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02
	0,2	1,32	1,29	1,22	1,23	1,20	1,16	1,18	1,16	1,13	1,09	1,08	1,06
	0,3	1,72	1,64	1,50	1,51	1,46	1,36	1,41	1,37	1,29	1,20	1,18	1,14
	0,4	2,28	2,15	1,90	1,91	1,82	1,64	1,73	1,66	1,51	1,37	1,33	1,26
	0,5	2,97	2,77	2,38	2,40	2,26	1,98	2,12	2,01	1,79	1,56	1,51	1,39
	0,6	3,75	3,47	2,92	2,96	2,76	2,37	2,57	2,41	2,10	1,78	1,71	1,55
	0,7	4,61	4,25	3,52	3,58	3,32	2,80	3,06	2,86	2,44	2,03	1,93	1,72
	0,8	5,55	5,09	4,18	4,25	3,92	3,27	3,60	3,34	2,82	2,30	2,17	1,91
	0,9	6,57	6,01	4,90	4,98	4,58	3,78	4,18	3,86	3,23	2,59	2,43	2,11
5	0,1	1,16	1,15	1,11	1,12	1,11	1,08	1,09	1,08	1,07	1,05	1,04	1,03
	0,2	1,53	1,48	1,37	1,38	1,34	1,27	1,30	1,27	1,21	1,15	1,14	1,11
	0,3	2,19	2,07	1,84	1,85	1,77	1,60	1,68	1,61	1,48	1,34	1,31	1,24
	0,4	3,13	2,92	2,49	2,52	2,37	2,07	2,22	2,10	1,85	1,61	1,55	1,43
	0,5	4,28	3,95	3,29	3,34	3,11	2,64	2,87	2,68	2,31	1,94	1,84	1,66
	0,6	5,58	5,12	4,20	4,27	3,94	3,29	3,61	3,35	2,83	2,31	2,18	1,92
	0,7	7,01	6,41	5,21	5,29	4,86	4,01	4,44	4,09	3,40	2,72	2,55	2,20
	0,8	8,58	7,82	6,31	6,41	5,87	4,79	5,33	4,90	4,03	3,17	2,95	2,52
	0,9	10,28	9,35	7,49	7,63	6,96	5,64	6,30	5,77	4,71	3,65	3,39	2,86

Значения коэффициентов $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$

Вид светопропускающ. материала	Значения τ_1	Вид переплета	Значения τ_2	Несущие конструкции покрытия	Значения τ_3	Солнцезащит. устройства, изделия и материалы	Значения τ_4
Стекло оконное листовое: одинарн. двойное тройное	0,9 0,8 0,75	Переплеты окон и фонар. пром. зданий: деревянные: одинарные спаренные двойные	0,75 0,7 0,6	Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,9 0,8	Убирающ. рег. жалюзи и шторы(межстек. внутр., наруж.) Стационар. жалюзи и экраны с защитн. углом не более 45 град. при располож. пластин жалюзи или экранов под углом 90 град. к плоскости окна:	1,0
Стекло витр. толщиной 6-8 мм	0,8	стальные: одинарные: открывающ. глухие	0,75 0,9	Балки и рамы сплошные при высоте сечения 50 см и более	0,8	горизонтальн. вертикальные	0,65 0,75
Стекло лист. армиров. узорчат.	0,6 0,65	двойные: открывающ. глухие	0,6 0,8	50 см и более	0,9	Горизонтальн. козырьки: с защитн. углом не более 30 град.	0,8
Стекло лист. со спец. свойств.: солнцезащ. контраст.	0,65 0,75	Переплеты окон жилых, обществ. и вспомогат. зданий: деревянные: одинарные спаренные двойные	0,8 0,75 0,65	менее 50см		с защитн. углом от 15 до 45 град. (многоступенч.)	0,9- -0,6
Оргстекло: прозрач. матовое	0,9 0,8	с тройным остеклением	0,5			Балконы глубиной до 1,20 м	
Пустотел. стеклян. блоки: светорассеивающ. светопрозрачные	0,5 0,55	металлическ.: одинарные спаренные двойные	0,9 0,85 0,8			1,50 м 2,00 м 3,00 м	0,90 0,85 0,78 0,62
Стеклопакеты	0,8	с тройным остеклением	0,7			Лоджии глубиной до 1,20 м	0,80
		Стекложелезобетонные панели с пустотелыми блоками при толщине шва 20 мм и менее	0,9			1,50 м 2,00 м 3,00 м	0,70 0,55 0,22
		более 20 мм	0,85				

Таблица П.2.8

Значения средней относительной яркости фасадов экранирующих
зданий $b_{\text{ф}}$

Средне- взвешен- ный ко- эффициент от- ражения фасада $\rho_{\text{ср}}$	Отношение расстояния между зда- ниями к длине проти- востоящего здания, l/a	Значение средней относительной яркости фасада $b_{\text{ф}}$ противостоящего здания при отношении длины противостоящего здания к его расчетной высоте, a/H_p						
		0,25 и менее	0,5	1	1,5	2	3	4 и более
0,6	2,00 и более	0,29	0,33	0,37	0,39	0,4	0,41	0,41
	1	0,24	0,27	0,32	0,34	0,35	0,36	0,36
	0,5	0,2	0,21	0,25	0,28	0,3	0,32	0,33
	0,25 и менее	0,17	0,17	0,18	0,21	0,23	0,27	0,29
0,5	2,00 и более	0,24	0,27	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34
	1	0,19	0,22	0,26	0,28	0,28	0,29	0,3
	0,5	0,15	0,18	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27
	0,25 и менее	0,12	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23
0,4	2,00 и более	0,19	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27
	1	0,15	0,17	0,2	0,22	0,22	0,23	0,24
	0,5	0,11	0,12	0,15	0,17	0,19	0,2	0,21
	0,25 и менее	0,09	0,09	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
0,3	2,00 и более	0,14	0,16	0,18	0,19	0,2	0,2	0,2
	1	0,11	0,12	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18
	0,5	0,08	0,08	0,1	0,12	0,13	0,15	0,15
	0,25 и менее	0,06	0,06	0,07	0,08	0,1	0,12	0,13
0,2	2,00 и более	0,09	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
	1	0,07	0,08	0,1	0,1	0,11	0,11	0,13
	0,5	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1
	0,25 и менее	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08

Таблица П.2.9

Значения коэффициента отражения некоторых строительных материалов ρ и средневзвешенного коэффициента отражения фасада $\rho_{\text{ф}}$

Материал	Коэффициент отражения материала, ρ	Средневзвешен. коэффициент отражения фасада, $\rho_{\text{ф}}$
Белая фасадная краска, мрамор	0,7	0,55
Светло-серый бетон, силикатный кирпич, очень светлые фасадные краски	0,6	0,48
Серый бетон, известняк, желтый песок, светло-зеленая, бежевая, светло-серая фасадная краска, светлые породы мрамора	0,5	0,41
Серый офактуреный бетон, серая фасадная краска, светлое дерево, серый силикатный кирпич	0,4	0,34
Розовый силикатный кирпич, темно-голубая, темно-бежевая, светло-коричневая фасадная краска, потемневшее дерево	0,3	0,27
Темно-серый мрамор, гранит, темно-коричневая синяя, темно-зеленая, красная фасадная краска	0,2	0,2

Таблица П.2.10

Значения коэффициента запаса Кз

Помещения	Примеры помещений	Коэффициент запаса при угле наклона светопропускающего материала к горизонту, град.			
		0-15	16-45	46-75	76-90
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: а) св. 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти б) от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти в) менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти г) значительные концентрации паров кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозийной способн.	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2	1,8	1,7	1,5
	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8	1,7	1,6	1,4
	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,6	1,5	1,4	1,3
	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	2	1,8	1,7	1,5
2. Помещения общественных и жилых зданий: а) пыльные, жаркие и сырые б) с нормальными условиями среды	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, прачечные, душевые	2	1,8	1,7	1,5
	Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы	1,5	1,4	1,3	1,2

Таблица П.2.11

Значения коэффициента $K_{зд}$ при параллельном расположении зданий

Средневзвешенный коэффициент отражения		Индекс противостоящего здания в плане ζ_1	Значения коэффициента $K_{зд}$ значения индекса противостоящего здания в разрезе ζ_2					
фасада экранир. здания ρ_f	внутрен. поверхн. пом. $\rho_{ср}$		0,1и менее	0,5	1	1,5	2	4 и более
Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения $l_T/d_n = 0,90$								
0,60	0,55	<0,5	1,00	1,65	1,73	1,69	1,42	1,30
		2,00	1,00	1,54	1,63	1,59	1,39	1,28
		>4,0	1,00	1,41	1,50	1,45	1,34	1,25
	0,50	<0,5	1,00	1,58	1,67	1,62	1,38	1,28
		2,00	1,00	1,48	1,57	1,53	1,35	1,26
		>4,0	1,00	1,36	1,45	1,40	1,30	1,23
	0,45	<0,5	1,00	1,51	1,60	1,56	1,34	1,26
		2,00	1,00	1,42	1,51	1,47	1,31	1,24
		>4,0	1,00	1,30	1,39	1,35	1,26	1,21
	0,45	<0,5	1,00	1,45	1,54	1,49	1,30	1,24
		2,00	1,00	1,36	1,45	1,41	1,26	1,22
		>4,0	1,00	1,25	1,34	1,29	1,22	1,19
0,50	0,55	<0,5	1,00	1,76	1,85	1,80	1,50	1,34
		2,00	1,00	1,66	1,75	1,70	1,47	1,32
		>4,0	1,00	1,52	1,61	1,57	1,33	1,30
	0,50	<0,5	1,00	1,69	1,78	1,74	1,46	1,32
		2,00	1,00	1,60	1,69	1,64	1,43	1,30
		>4,0	1,00	1,47	1,56	1,51	1,39	1,28
	0,45	<0,5	1,00	1,63	1,72	1,67	1,42	1,30
		2,00	1,00	1,54	1,63	1,58	1,39	1,28
		>4,0	1,00	1,42	1,51	1,46	1,34	1,26
	0,40	<0,5	1,00	1,56	1,65	1,60	1,38	1,28
		2,00	1,00	1,48	1,57	1,52	1,35	1,26
		>4,0	1,00	1,36	1,45	1,41	1,30	1,24
0,40	0,55	<0,5	1,00	1,87	1,96	1,91	1,59	1,38
		2,00	1,00	1,77	1,86	1,81	1,55	1,36
		>4,0	1,00	1,64	1,72	1,68	1,51	1,34
	0,50	<0,5	1,00	1,81	1,89	1,85	1,55	1,36
		2,00	1,00	1,71	1,80	1,75	1,51	1,34
		>4,0	1,00	1,58	1,67	1,63	1,47	1,32

Продолжение табл. П.2.11

Средневзвешенный коэффициент отражения		Индекс противостоящего здания в плане ζ_1	Значения коэффициента $K_{зд}$ значения индекса противостоящего здания в разрезе ζ_2					
фасада экранир. здания ρ_f	внутрен. поверхн. пом. $\rho_{ср}$		0,1 и менее	0,5	1	1,5	2	4 и более
			0,40	0,45	<0,5	1,00	1,74	1,83
2,00	1,00	1,65			1,74	1,69	1,47	1,32
>4,0	1,00	1,53			1,62	1,57	1,43	1,30
0,40	<0,5	1,00		1,67	1,76	1,72	1,47	1,32
	2,00	1,00		1,59	1,68	1,63	1,43	1,31
	>4,0	1,00		1,48	1,56	1,52	1,39	1,28
0,30	0,55	<0,5	1,00	1,98	2,07	2,03	1,67	1,43
		2,00	1,00	1,88	1,97	1,93	1,64	1,41
		>4,0	1,00	1,75	1,84	1,79	1,59	1,38
	0,50	<0,5	1,00	1,92	2,01	1,96	1,63	1,41
		2,00	1,00	1,82	1,91	1,87	1,60	1,39
		>4,0	1,00	1,70	1,78	1,74	1,55	1,36
	0,45	<0,5	1,00	1,85	1,94	1,90	1,59	1,39
		2,00	1,00	1,76	1,85	1,81	1,56	1,37
		>4,0	1,00	1,64	1,73	1,69	1,51	1,34
	0,40	<0,5	1,00	1,79	1,88	1,83	1,55	1,37
		2,00	1,00	1,70	1,79	1,75	1,52	1,35
		>4,0	1,00	1,59	1,68	1,63	1,47	1,32
Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения $l_T/d_n = 0,50$								
0,60	0,55	<0,5	1,00	1,31	1,39	1,35	1,20	1,23
		2,00	1,00	1,27	1,36	1,31	1,18	1,22
		>4,0	1,00	1,22	1,31	1,26	1,15	1,21
	0,50	<0,5	1,00	1,27	1,35	1,31	1,17	1,22
		2,00	1,00	1,24	1,32	1,28	1,15	1,21
		>4,0	1,00	1,19	1,28	1,24	1,12	1,21
	0,45	<0,5	1,00	1,23	1,31	1,27	1,14	1,21
		2,00	1,00	1,20	1,29	1,34	1,12	1,21
		>4,0	1,00	1,17	1,25	1,21	1,09	1,20
	0,40	<0,5	1,00	1,19	1,27	1,23	1,11	1,20
		2,00	1,00	1,17	1,25	1,21	1,09	1,20
		>4,0	1,00	1,14	1,23	1,18	1,07	1,18

Продолжение табл. П.2.11

Средневзвешенный коэффициент отражения		Индекс противостоящего здания в плане ζ_1	Значения коэффициента $K_{зд}$ значения индекса противостоящего здания в разрезе ζ_2					
фасада экранир. здания ρ_f	внутрен. поверхн. пом. ρ_{cp}		0,1и менее	0,5	1	1,5	2	4 и более
0,50	0,55	<0,5	1,00	1,37	1,46	1,41	1,25	1,24
		2,00	1,00	1,33	1,42	1,37	1,23	1,23
		>4,0	1,00	1,28	1,37	1,33	1,20	1,23
	0,50	<0,5	1,00	1,33	1,42	1,37	1,22	1,23
		2,00	1,00	1,30	1,39	1,34	1,20	1,23
		>4,0	1,00	1,26	1,34	1,30	1,18	1,22
	0,45	<0,5	1,00	1,29	1,38	1,33	1,19	1,22
		2,00	1,00	1,26	1,35	1,30	1,17	1,22
		>4,0	1,00	1,23	1,32	1,27	1,15	1,21
	0,40	<0,5	1,00	1,25	1,34	1,29	1,17	1,22
		2,00	1,00	1,23	1,32	1,27	1,15	1,22
		>4,0	1,00	1,20	1,29	1,24	1,12	1,21
0,40	0,55	<0,5	1,00	1,43	1,52	1,47	1,30	1,25
		2,00	1,00	1,39	1,48	1,44	1,28	1,25
		>4,0	1,00	1,34	1,43	1,39	1,26	1,24
	0,50	<0,5	1,00	1,39	1,48	1,43	1,28	1,24
		2,00	1,00	1,36	1,45	1,40	1,26	1,24
		>4,0	1,00	1,32	1,40	1,36	1,23	1,23
	0,45	<0,5	1,00	1,35	1,44	1,39	1,25	1,24
		2,00	1,00	1,32	1,41	1,37	1,23	1,23
		>4,0	1,00	1,29	1,38	1,33	1,20	1,23
	0,40	<0,5	1,00	1,31	1,40	1,35	1,22	1,23
		2,00	1,00	1,29	1,38	1,33	1,20	1,23
		>4,0	1,00	1,26	1,35	1,30	1,17	1,22
0,30	0,55	<0,5	1,00	1,49	1,58	1,53	1,36	1,26
		2,00	1,00	1,45	1,54	1,50	1,34	1,26
		>4,0	1,00	1,41	1,49	1,45	1,31	1,25
	0,50	<0,5	1,00	1,45	1,54	1,49	1,33	1,26
		2,00	1,00	1,42	1,51	1,46	1,31	1,25
		>4,0	1,00	1,38	1,47	1,42	1,28	1,25

Продолжение табл. П.2.11

Средневзвешенный коэффициент отражения		Индекс противостоящего здания в плане ζ_1	Значения коэффициента $K_{зд}$ значения индекса противостоящего здания в разрезе ζ_2					
фасада экранир. здания ρ_f	внутрен. поверхн. пом. $\rho_{ср}$		0,1 и менее	0,5	1	1,5	2	4 и более
0,30	0,45	<0,5	1,00	1,41	1,50	1,45	1,30	1,25
		2,00	1,00	1,38	1,47	1,43	1,28	1,25
		>4,0	1,00	1,35	1,44	1,39	1,25	1,24
	0,40	<0,5	1,00	1,37	1,46	1,41	1,27	1,24
		2,00	1,00	1,35	1,44	1,39	1,25	1,24
		>4,0	1,00	1,32	1,41	1,37	1,23	1,23
Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения $l_T/d_n = 0,10$								
0,60	0,55	<0,5	1,00	0,97	1,06	1,01	0,97	1,16
		2,00	1,00	1,00	1,08	1,04	0,97	1,16
		>4,0	1,00	1,03	1,12	1,08	0,96	1,18
	0,50	<0,5	1,00	0,95	1,04	1,00	0,96	1,16
		2,00	1,00	0,99	1,07	1,03	0,95	1,17
		>4,0	1,00	1,03	1,12	1,07	0,94	1,18
	0,45	<0,5	1,00	0,94	1,03	0,98	0,94	1,17
		2,00	1,00	0,98	1,07	1,02	0,94	1,18
		>4,0	1,00	1,03	1,12	1,07	0,93	1,19
	0,40	<0,5	1,00	0,92	1,01	0,97	0,93	1,17
		2,00	1,00	0,97	1,06	1,01	0,92	1,18
		>4,0	1,00	1,03	1,11	1,07	0,91	1,19
0,50	0,55	<0,5	1,00	0,98	1,07	1,02	1,00	1,14
		2,00	1,00	1,01	1,09	1,05	0,99	1,15
		>4,0	1,00	1,04	1,13	1,09	0,98	1,16
	0,50	<0,5	1,00	0,96	1,05	1,01	0,98	1,14
		2,00	1,00	1,00	1,08	1,04	0,97	1,15
		>4,0	1,00	1,04	1,13	1,08	0,97	1,16
	0,45	<0,5	1,00	0,95	1,04	0,99	0,97	1,15
		2,00	1,00	0,99	1,08	1,03	0,96	1,16
		>4,0	1,00	1,04	1,13	1,08	0,95	1,17
	0,40	<0,5	1,00	0,93	1,02	0,98	0,95	1,16
		2,00	1,00	0,98	1,07	1,02	0,94	1,16
		>4,0	1,00	1,04	1,12	1,08	0,93	1,18

Окончание табл. П.2.11

Средневзвешенный коэффициент отражения		Индекс противостоящего здания в плане ζ_1	Значения коэффициента $K_{зд}$ значения индекса противостоящего здания в разрезе ζ_2					
фасада экранир. здания ρ_{ϕ}	внутрен. поверхн. пом. ρ_{cp}		0,1и менее	0,5	1	1,5	2	4 и более
			0,40	0,55	<0,5	1,00	0,99	1,08
2,00	1,00	1,02			1,10	1,06	1,01	1,13
>4,0	1,00	1,05			1,14	1,10	1,00	1,14
0,50	<0,5	1,00		0,97	1,06	1,02	1,00	1,13
	2,00	1,00		1,01	1,09	1,05	1,00	1,14
	>4,0	1,00		1,05	1,14	1,09	0,99	1,15
0,45	<0,5	1,00		0,96	1,05	1,00	0,99	1,13
	2,00	1,00		1,00	1,08	1,04	0,98	1,14
	>4,0	1,00		1,05	1,14	1,09	0,97	1,15
0,40	<0,5	1,00		0,94	1,03	0,99	0,97	1,14
	2,00	1,00		0,99	1,08	1,03	0,97	1,15
	>4,0	1,00		1,05	1,13	1,09	0,96	1,16
0,30	0,55	<0,5	1,00	1,00	1,09	1,04	1,04	1,10
		2,00	1,00	1,03	1,11	1,07	1,04	1,11
		>4,0	1,00	1,06	1,15	1,11	1,03	1,12
	0,50	<0,5	1,00	0,98	1,07	1,03	1,03	1,11
		2,00	1,00	1,02	1,10	1,06	1,02	1,12
		>4,0	1,00	1,06	1,15	1,10	1,01	1,13
	0,45	<0,5	1,00	0,97	1,06	1,01	1,01	1,11
		2,00	1,00	1,01	1,09	1,05	1,01	1,12
		>4,0	1,00	1,06	1,15	1,10	1,00	1,14
	0,40	<0,5	1,00	0,95	1,04	1,00	1,00	1,12
		2,00	1,00	1,00	1,09	1,04	0,99	1,13
		>4,0	1,00	1,06	1,14	1,10	0,98	1,14

Таблица П.2.12

Значения коэффициента r_2

Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления h_0 к ширине пролета l_1	Значения r_2 при средневзвешенном коэффициенте отражения пола, стен и потолка								
	$\rho_{\text{ср}} = 0,5$			$\rho_{\text{ср}} = 0,4$			$\rho_{\text{ср}} = 0,3$		
	Число пролетов								
	1	2	>3	1	2	>3	1	2	>3
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Таблица П.2.13

Значения коэффициента $k_{\text{ф}}$

Тип фонаря	Значение коэффициента $k_{\text{ф}}$
Световые проёмы в плоскости покрытия ленточные	1
Световые проёмы в плоскости покрытия штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением (шеды)	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

Таблица П.2.14

Значения парциального давления насыщенного водяного пара (E , Па)

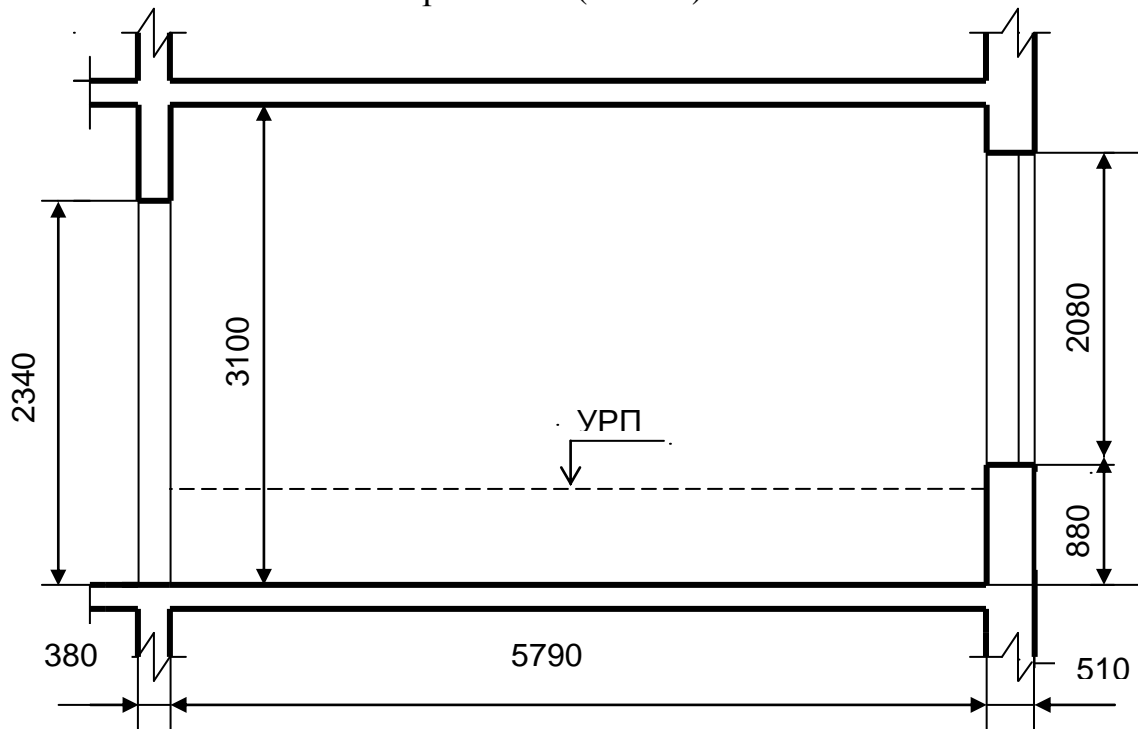
А. для отрицательных температур от 0 до -40° (над льдом)								
$t^{\circ}\text{C}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	$t^{\circ}\text{C}$	0,0	0,5
0	611	601	592	581	573	-20	103	99
-1	563	553	544	535	527	-21	93	89
-2	517	509	500	492	484	-22	85	81
-3	476	468	460	452	445	-23	77	73
-4	437	429	423	415	408	-24	69	65
-5	402	395	388	381	375	-25	63	60
-6	369	363	356	351	344	-26	57	53
-7	338	332	327	321	315	-27	51	48
-8	310	304	299	293	289	-28	47	44
-9	284	279	273	268	264	-29	42	39
-10	260	260	251	245	241	-30	38	-
-11	237	233	229	225	221	-31	34	-
-12	217	213	209	207	203	-32	34	-
-13	199	195	191	188	184	-33	27	-
-14	181	179	175	172	168	-34	25	-
-15	165	163	159	159	153	-35	22	-
-16	151	148	145	143	140	-36	20	-
-17	137	135	132	129	128	-37	18	-
-18	125	123	120	117	116	-38	16	-
-19	113	111	109	107	105	-39	14	-
-20	103	-	-	-	-	-40	12	-

Окончание табл. П.2.14

<i>Б. для положительных температур от 0 до +30⁰С (над водой)</i>										
<i>t °С</i>	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	611	615	620	624	629	633	639	643	648	652
1	657	661	667	671	676	681	687	691	696	701
2	705	711	716	721	727	732	737	743	748	753
3	759	764	769	775	780	785	791	796	803	808
4	813	819	825	831	836	843	848	855	860	867
5	872	879	885	891	897	904	909	916	923	929
6	935	941	948	956	961	968	975	981	988	995
7	1001	1009	1016	1023	1029	1037	1044	1051	1059	1065
8	1072	1080	1088	1095	1103	1109	1117	1125	1132	1140
9	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196	1204	1212	1220
10	1228	1236	1244	1253	1261	1269	1279	1287	1295	1304
11	1312	1321	1331	1339	1348	1355	1365	1375	1384	1323
12	1403	1412	1412	1431	1440	1449	1459	1468	1479	1488
13	1497	1508	1517	1527	1537	1547	1557	1568	1577	1588
14	1599	1609	1619	1629	1640	1651	1661	1672	1683	1695
15	1705	1716	1727	1739	1749	1761	1772	1784	1795	1807
16	1817	1829	1841	1853	1865	1877	1889	1901	1913	1925
17	1937	1949	1962	1974	1986	2000	2012	2025	2037	2050
18	2064	2077	2089	2102	2115	2129	2142	2156	2169	2182
19	2197	2210	2225	2238	2252	2266	2281	2294	2309	2324
20	2338	2352	2366	2381	2396	2412	2426	2441	2456	2471
21	2488	2502	2517	2538	2542	2564	2580	2596	2612	2628
22	2644	2660	2676	2691	2709	2725	2742	2758	2776	2792
23	2809	2826	2842	2860	2877	2894	2913	2930	2948	2965
24	2984	3001	3020	3038	3056	3074	3093	3112	3130	3149
25	3168	3186	3205	3224	3244	3262	3282	3301	3321	3341
26	3363	3381	3401	3421	3441	3461	3481	3502	3523	3544
27	3567	3586	3608	3628	3649	3672	3692	3714	3736	3758
28	3782	3801	3824	3846	3869	3890	3913	3937	3960	3982
29	4005	4029	4052	4076	4100	4122	4146	4170	4194	4218
30	4246	4268	4292	4317	4341	4366	4390	4416	4441	4466

Приложение 3

Разрез 1 – 1 (1 : 50)



План (1 : 100)

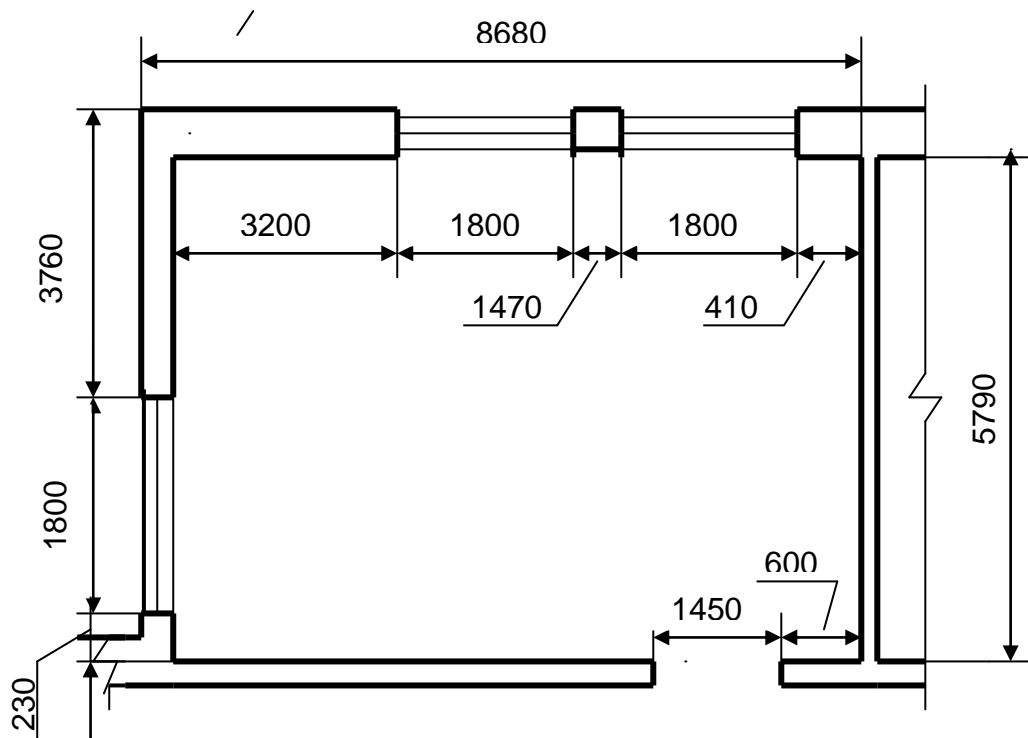


Рис. П.3.1. Разрез и план помещения

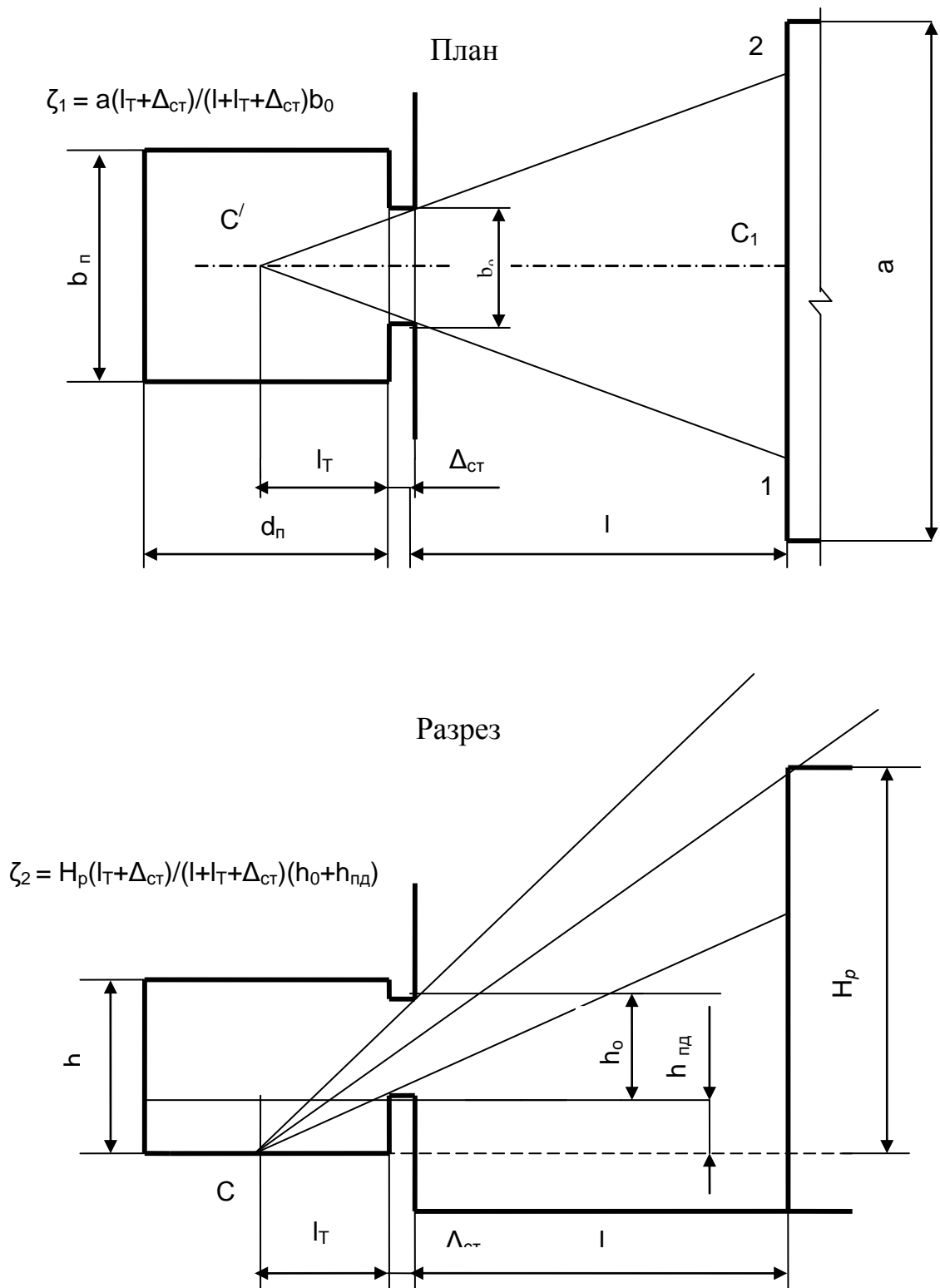


Рис. П.3.2. Схема к определению параметров застройки при параллельном расположении зданий

Оглавление

Введение.....	3
Методика проведения лабораторных работ.....	3
Форма отчетности.....	3
Строительная светотехника.....	4
Лабораторные работы:	
1. Расчет коэффициента естественной освещенности.....	4
2. Определение коэффициента естественной освещенности путем измерений.....	11
3. Определение коэффициента светопропускания остекления в натуральных условиях.....	13
4. Определение коэффициента светотражения в натуральных условиях	16
5. Определение продолжительности инсоляции, выбор типов секций и определение ширины улицы жилой застройки.....	20
6. Определение продолжительности инсоляции.....	23
Строительная теплотехника.....	25
Лабораторные работы:	
7. Измерение коэффициента отражения и поглощения тепловой радиации поверхностями строительных материалов.....	25
8. Определение коэффициента пропускания тепловой радиации остеклением в натуральных условиях.....	27
9. Исследование температурного поля в помещении.....	32
10. Определение зон комфорта и дискомфорта.....	35
11. Определение влажности воздуха в помещении и температуры «точки» росы.....	37
12. Определение параметров микроклимата помещения.....	39
Библиографический список.....	43
Приложение 1.....	44
Приложение 2.....	45
Приложение 3.....	64

Учебное издание

Эльвира Евгеньевна Семёнова
Татьяна Васильевна Богатова
Михаил Федорович Макеев
Евгений Дмитриевич Мельников

Лабораторный практикум по строительной физике

Редактор Акритова Е.В.

Подписано в печать 16.11.2010. Формат 60x84 1/16. Уч.–изд. л. 4,0.
Усл.–печ. л. 4,1. Бумага писчая. Тираж 160 экз. Заказ №

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы и учебно-методических пособий Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.
394006 Воронеж, ул.20-летия Октября, 84.