МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

И.Г. Трунова А.Б. Елькин

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

*Рекомендовано Ученым советом Нижегородского
государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению
280700 «Техносферная безопасность»*

Нижний Новгород 2013

УДК 628.931
ББК 31.294
Т 787

Рецензент
кандидат технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета *В.А. Моисеев*

Трунова И.Г., Елькин А.Б.
Т 787 **Производственное освещение:** учеб. пособие по выполнению дипломных, курсовых и практических работ / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. - 80 с.

ISBN

Даны общие сведения о роли и видах производственного освещения, основные принципы проектирования систем освещения. Указаны особенности выбора системы производственного освещения, изложены методики расчета общего, местного искусственного освещения производственных и административных зданий и помещений. Представлена методика расчета естественного освещения.

Приведены примеры расчета и необходимые справочные данные.

Для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Рис. 10 . Табл. 32 . Библиогр.: 10 назв.

УДК 628.931
ББК 31.294

ISBN

© Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2013
© Трунова И.Г., Елькин А.Б., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……..... 4

1. Основные светотехнические величины…… 4
2. Системы и виды производственного освещения……. 5
3. Источники искусственного освещения……. 7
4. Основные требования к производственному освещению…….. 15
5. Нормирование освещения …… 16
6. Расчет системы общего искусственного освещения…… 18
6.1. Расчет по методу коэффициента использования светового потока 18
6.2. Расчет по методу удельной мощности (метод Ватта)…….. 21
6.3. Расчет по точечному методу…….. 21
7. Расчет естественного освещения……. 24
7.1. Определение расчетного значения коэффициента естественного освещения……. 25
7.2. Определение расчетного КЕО при боковом освещении…….. 25
8. Примеры расчетов……. 30
8.1 Расчет искусственного освещения…….. 30
8.2. Расчет естественного освещения……. 32
8.3. Расчет геометрического КЕО (метод Данилюка)……. 34
Список рекомендуемой литературы…….. 35
Приложения……. 36

ВВЕДЕНИЕ

Освещение исключительно важно для здоровья человека. С помощью зрения человек получает подавляющую часть информации (около 90 %), поступающей из окружающего мира. Свет - это ключевой элемент нашей способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу окружающих нас предметов. Очень много несчастных случаев происходит, помимо всего прочего, из-за неудовлетворительного освещения или из-за ошибок сделанных рабочим, по причине трудности распознавания того или иного предмета или осознания степени риска, связанного с обслуживанием станков, транспортных средств, контейнеров и т. д. Свет создает нормальные условия для трудовой деятельности.

Производственное освещение - неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Световой поток Ф - лучистая энергия, которая воспринимается человеком как свет. Единицей измерения светового потока является люмен (лм).

Сила света I - пространственная плотность светового потока, численно равная отношению светового потока Ф, исходящего от точечного источника, к величине телесного угла ω, в пределах которого он распространяется:

$$I = \Phi / \omega . \qquad (1)$$

За единицу силы света принята кандела (кд).

Освещенность E - поверхностная плотность светового потока, численно равная отношению светового потока Ф, равномерно падающего на освещаемую поверхность, к площади этой поверхности *S*.

$$E = \Phi / S . \qquad (2)$$

Единица освещенности - люкс (лк).

Яркость B - это поверхностная плотность силы света в данном направлении. Яркость *B* поверхности под углом α к нормали численно равна отношению силы света *I* излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении к площади *S* проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению:

$$B = I / S \cos\alpha . \qquad (3)$$

Яркость является величиной, непосредственно воспринимаемой глазом человека. Единицей измерения яркости является кандела на 1 $м^2$ ($кд/м^2$).

Световая отдача – это главная характеристика энергоэкономичности ламп и она равна отношению светового потока лампы к ее мощности. Применение ламп с высокой световой отдачей – основной путь экономии электроэнергии в осветительных установках.

2. ВИДЫ И СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Производственное освещение подразделяется на:

- естественное - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях;
- искусственное - освещение, создаваемое искусственными источниками света, т.е. устройствами, предназначенными для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение;
- совмещенное - освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение в свою очередь бывает:

- боковым, при котором освещение помещения естественным светом осуществляется через световые проемы в наружных стенах;
- верхним - естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;
- комбинированным - сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Верхнее и комбинированное естественное освещение в основном применяется в производственных одноэтажных многопролетных зданиях, в одноэтажных общественных зданиях большой площади (крытые рынки, стадионы и т.п.), а также в зданиях с крупногабаритными технологическими объемами, в частности, производственных транспортных предприятиях, предназначенных для ввода подвижного состава.

Боковое естественное освещение применяется в многоэтажных производственных, общественных и жилых зданиях, а также в одноэтажных общественных и производственных зданиях, в которых отношение глубины помещения к высоте окон над условной рабочей поверхностью (горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола) не превышает 8.

Искусственное освещение может быть двух систем - общее освещение и комбинированное освещение.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения и может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работы в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создать большую освещенность на рабочих местах.

Система общего равномерного освещения рекомендуется в помещениях:

- с большой плотностью расположения оборудования и рабочих мест, где нет теней на рассматриваемой поверхности;
- при выполнении однотипных работ по всей площади помещения (крупносборчные цеха, литейные цеха);

- где не требуется большого и длительного напряжения зрения (работы 5 разряда и ниже).

Общее локализованное освещение применяют в случаях:

- различного назначения отдельных частей помещения;
- наличия громоздкого затеняющего оборудования;
- больших размеры рабочих поверхностей или размещение их сосредоточенной группой (конвейер);
- желательность определенного направления света.

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света. *Местное* освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадям. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается из-за дискомфортной блескости, возникающей при наличии темных окружающих поверхностей и ярких пятен в поле зрения.

Система комбинированного освещения как наиболее экономичная должна предусматриваться:

- в помещениях, где выполняются точные зрительные работы (I - Y (б) разряда);
- при работе на оборудовании, создающем глубокие резкие тени (прессы, штампы) или на оборудовании, рабочие поверхности которого расположены вертикально или наклонно;
- в случаях необходимости определенного, а тем более изменяемого в процессе работы направления света;
- в помещениях с невысокой плотностью расположения рабочих мест.

Искусственное освещение устраивают в помещениях производственных, бытовых и вспомогательных зданий промышленных предприятий, а также в местах работы на открытых пространствах (территории промышленных предприятий, строительных площадок и т.д.) Его применяют, если естественного освещения недостаточно, оно отсутствует или противопоказано по технологическим соображениям.

Искусственное освещение подразделяют на:

- рабочее (предусматривается для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта);
- аварийное: 1. освещение безопасности (для продолжения работы в случае отключения производственного освещения), 2. эвакуационное освещение (для эвакуации людей);
- охранное (располагается по границам охраняемых территорий);
- дежурное (освещение помещений в нерабочее время).

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода

людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон.

При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения [1].

Условно к виду производственного освещения (по функциональному назначению) относят бактерицидное (облучение помещений источником ультрафиолетового излучения с длиной волны λ=254-257 нм), эритемное (облучение помещений источником ультрафиолетового излучения с длиной волны λ=294-297 нм) и сигнальное освещение.

Сигнальное освещение применяют для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации. Бактерицидное облучение («освещение») создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Эритемное облучение создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Оно стимулирует обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

3. Источники искусственного освещения

Для искусственного освещения производственных помещений используются разрядные лампы и лампы накаливания.

В *лампах накаливания* (ЛН) свечение возникает в результате нагрева нити лампы до высоких температур.

К преимуществам ламп накаливания относятся их инерционность, компактность, включение в сеть без дополнительных устройств, независимость от окружающей среды и температуры, возможность работы при постоянном и переменном токе, налаженность в массовом производстве, малая стоимость, небольшие размеры, отсутствие мерцание и гудения при работе на переменном токе, отсутствие в спектре ультрафиолетового излучения, высокую надежность работы.

К недостаткам ламп накаливания следует отнести: низкая светоотдача 7...20лм/Вт, небольшой срок службы (1500 часов), преобладание в спектре желтовато-красных лучей, которые искажают цветовое восприятие, низкий КПД (3-4%). В силу перечисленных недостатков лампы накаливания имеют ограниченное применение. В частности для освещения в производственных помещениях лампы накаливания применяют:

- для аварийного и эвакуационного освещения;

- в помещениях, для питания освещения которых допускается напряжение не более 42 В;
- в помещениях с кратковременным пребыванием людей;
- для местного освещения;
- в случаях, когда применение разрядных ламп невозможно по технологическим причинам (низкая температура воздуха, вибрация).

Галогенная лампа - лампа накаливания, в баллон которой добавлен буферный газ, пары галогенов (брома или йода). В галогенной лампе йод, окружающий тело накала, вступает в химическое соединение с испарившимися атомами вольфрама, препятствуя их осаждению на колбе. Этот процесс является необратимым - при высоких температурах вблизи тела накала соединение распадается на составляющие вещества. Атомы вольфрама высвобождаются либо на самой спирали, либо возле нее. В результате атомы вольфрама возвращаются на тело накала, что позволяет повысить рабочую температуру лампы и продлить срок службы (до 2000 час).

Наибольшее распространение получили *разрядные лампы*. Принцип действия разрядных ламп (РЛ) основан на электрическом разряде между двумя электродами, запаянными в прозрачную для оптического излучения колбу той или иной формы. Внутреннее пространство колбы после удаления воздуха наполняется определенным газом, чаще всего инертным, до заданного давления или же инертным газом и небольшим количеством металла (с высокой упругостью паров), например ртутью, натрием.

Люминесцентные лампы (ЛЛ) представляют собой разрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое (УФ) излучение ртутного разряда преобразуется люминофором в видимое излучение. Колба лампы заполнена инертным газом - аргон - криптоновой смесью. В качестве люминофора, как правило, применяется галофосфат кальция, активированный сурьмой и марганцем. Подбирая состав люминофоров можно создать излучение любого спектра.

Основными недостатками ЛЛ являются:

- относительная сложность схемы включения;
- ограниченная единичная мощность и большие размеры при данной мощности;
- невозможность переключения ламп, работающих на переменном токе, на питание от постоянного тока;
- зависимость характеристик от температуры внешней среды,
- значительное снижение потока к концу срока службы,
- вредная для зрения пульсация светового потока с частотой 100 Гц при переменном токе 50 Гц.

Достоинством ЛЛ является значительная светоотдача (75... 85лм/Вт), экономичность, срок службы достигает 12000 часов, благоприятный спектральный состав света, близкий к естественному, равномерность светового потока и сравнительно невысокая яркость. ЛЛ выпускаются нескольких типов:

Д – дневного света;

Б – белая;

ХБ – холодно-белая;
ТБ – тепло-белая;
Ц – правильной цветопередачи;
Р – рефлекторная (с внутренним отражающим слоем);
К – кольцевая.

Люминесцентные лампы рекомендуются:

- в системе одного общего освещения I-Y разряда зрительных работ (браковочные операции, сварочные цехи, учебные помещения, проектно-конструкторские бюро и т.д.);
- для общего освещения в системе комбинированного освещения во всех случаях;
- для общего и местного освещения в производствах, где необходимо правильное различение цветности поверхности (малярное отделение, сортировка в приборостроительной промышленности);
- в помещениях с недостаточным естественным освещением.

Для производственных целей широко используются также *ртутные лампы* (РЛ) высокого давления, такие как ДРЛ - дуговые ртутные люминесцентные и ДРИ - дуговые ртутные лампы с излучающими добавками (иодида натрия, индия, теллурия). ДРЛ могут использоваться без люминофора, поскольку в спектре более 50% излучения составляет видимое излучение, около 40% - УФ. Однако это приводит к сильному искажению цвета предметов, особенно человеческой кожи, вследствие, отсутствия излучения в оранжево-красной части спектра. Недостатком ламп ДРЛ является присутствие в спектре некоторой доли УФ излучения, что может неблагоприятно сказаться на состоянии здоровья работающих. Качество цветопередачи ламп типа ДРЛ намного хуже, чем у ЛЛ. Световая отдача составляет 50... 60 лм/Вт. Кроме того, лампы ДРЛ вызывают большую пульсацию светового потока (63... 74%). На их зажигание также влияет температура окружающей среды и снижение напряжения сети.

Применению ДРЛ благоприятствует:

- большая высота помещений;
- трудность доступа к светильникам;
- работа с поверхностями без выраженной цветности (металл, бетон);
- отсутствие специальных требований к качеству освещения;
- низкая температура окружающей среды (ниже $+10^{o}$C).

При выборе источников света предпочтение следует отдавать люминесцентным лампам как более экономичным и обладающим более благоприятной цветностью излучения.

Для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 К до 6800 К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м^2. Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается.

Все большее распространение начали получать светодиодные светильники. *Светодиодный светильник* – это осветительный прибор, основными элемен-

тами которого являются полупроводниковый элемент с электронно-дырочным переходом или контактом металл-полупроводник, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока, и источник питания – драйвер. Драйвер светодиодного светильника – это импульсный источник питания, который преобразует переменный ток в постоянный. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его спектральные характеристики зависят в том числе и от химического состава использованных в нем полупроводников. При пропускании электрического тока через *p-n* переход в прямом направлении, носители заряда – электроны и дырки – рекомбинируют с излучением фотонов, т.о. возникает свечение светодиода (из-за перехода электронов с одного энергетического уровня на другой). Свечение зависит от силы пропускаемого через него тока, вследствие чего все светодиоды подвержены диммированию (возможности плавной регулировки интенсивности освещения).

Преимущества светодиодов:

- низкое энергопотребление - не более 10% от потребления при использовании ламп накаливания и не более 50% от потребления люминесцентных ламп;
- долгий срок службы - до 100 000 часов;
- высокий ресурс прочности - ударная и вибрационная устойчивость;
- чистота и разнообразие цветов;
- направленность излучения;
- низкое рабочее напряжение;
- низкие пусковые токи, отсутствие перенапряжения электросети в момент включения освещения;
- низкие эксплуатационные расходы.
- экологическая и противопожарная безопасность. Они не содержат в своем составе ртути и почти не нагреваются;
- отсутствие пускорегулирующей аппаратуры;
- нет пульсаций светового потока, поэтому светодиодное освещение не вызывает стробоскопический эффект;
- отсутствие акустических помех;
- работают при низких температурах;
- отсутствие радиопомех;
- при снижении напряжения сети светодиодные лампы стабильно работают;
- отсутствие ультрафиолетового и инфракрасного излучений;
- максимальное значение светового потока достигается сразу после включения;
- отсутствие чувствительности к частым включениям и выключениям;
- высокий уровень цветопередачи.

Светодиодные светильники могут быть применены для уличного освещения, для ЖКХ, освещение офисов и промышленных предприятий.

Офисное светодиодное освещение, помимо экономичности, является и более благоприятным для зрения при отсутствии эффекта мерцания в светодиодных светильниках человек работает дольше и меньше устает, а равномерное

освещение позволяет более комфортно себя чувствовать при коротком световом дне.

Промышленное светодиодное освещение отличается высокой надежностью, пожаробезопасностью и отсутствием эксплуатационных расходов, снижением травмоопасности из-за отсутствия стробоскопического эффекта.

Светодиодные светильники могут быть применены и для создания сложной системы освещения с зональным делением.

Световые приборы для общего и местного освещения со светодиодами должны иметь защитные углы или рассеиватели, исключающие попадание в поле зрения работающего прямого излучения.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в табл. 1 [2].

Таблица 1

Минимально допустимые световые отдачи источников света для общего искусственного освещения помещений

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи $R_а$			
	$R_а \geq 80$	$R_а \geq 60$	$R_а \geq 45$	$R_а \geq 25$
Дуговые ртутные лампы	-	-	55	-
Компактные люминесцентные лампы	70	-	-	-
Люминесцентные лампы	65	75	-	-
Металлогалогенные лампы	75	90	-	-
Натриевые лампы высокого давления	-	75	-	100
Светодиодные лампы	60	65	-	-
Светодиодные модули	70	80	-	-

Создание в производственных помещениях качественного и экономичного освещения обеспечивается применением рациональных светильников.

Светильник — это осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока лампы внутри значительных телесных углов, содержащее источник света (лампу) и светотехническую арматуру. Светотехническая арматура перераспределяет свет источника света (ИС) в пространстве или преобразует его свойства (изменяет спектральный состав излучения или поляризует его). Наряду с этим светотехническая арматура выполняет функции защиты лампы от воздействия окружающей среды, механических повреждений, обеспечивает крепление лампы и подключение к источнику питания.

Важнейшей светотехнической характеристикой светильника является светораспределение, т.е. распределение его светового потока в пространстве. В зависимости от отношения светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, к полному световому потоку светильники подразделяют на пять классов. Светильники прямого света способствуют концентрации большей и части светового потока на рабочих поверхностях. Такие светильники рекомендуется применять в производственных цехах высотой 4... 10 м при невысоких коэффициентах отражения стен.

Светильники отраженного света основную часть светового потока направляют вверх. Они должны применяться в тех помещениях, где нет пыли, а стены и потолок светлые. Такое освещение рекомендуется для чертежно-конструкторских бюро и других помещений, когда необходимо особо равномерное распределение яркости по помещению, а также для работ с блестящими поверхностями (металл, стекло).

Светильники рассеянного света распределяют световой поток более или менее равномерно в обе полусферы. Их изготавливают из молочного или матового стекла и также применяют в помещениях со светлым потолком и стенами, где требуется большая равномерность освещения.

Светильники преимущественно прямого света и преимущественно отраженного света распределяют световой поток преимущественно вниз или вверх.

Кривой силы света (КСС) называется зависимость силы света светильника от меридиальных и экваториальных углов, получаемая сечением фотометрического тела светильника плоскостью. Под фотометрическим телом понимается геометрическое место концов радиусов - векторов, выходящих из светового центра светильника, длина которых пропорциональна силе света в соответствующем направлении.

По типам кривых силы света (КСС) согласно ГОСТ 17677-82 [3] светильники классифицируются следующим образом (табл. 2).

Характер кривой силы света необходимо учитывать при выборе светильников в зависимости от характера зрительных работ.

Например, когда необходимо направить основной световой поток на рабочую поверхность, выбирают светильник с концентрированной или глубокой КСС; для создания в помещении и на рабочих поверхностях более равномерного освещения используют светильники с КСС типа Л, М и Ш.

КСС светильников обычно приводятся в полярных координатах для условной лампы со световым потоком 1000 лм. Значения силы света светильника с лампами, работающими в условиях данного светильника, получают умножением значений силы света, найденных из КСС, на фактический световой поток установленных в светильнике ламп.

Таблица 2

Классификация светильников по типам кривых силы света

Обозначение	Тип кривой силы света	Зона направлений максимальной силы света
К	концентрированная	0^0 -15^0
Г	глубокая	0^0 -15^0 ;180^0 -150^0
Д	косинусная	0^0 -35^0 ;180^0 -145^0
Л	полуширокая	35^0 -55^0 ;145^0 -125^0
Ш	широкая	55^0 -85^0 ;125^0 -95^0
М	равномерная	0^0 -180^0
С	синусная	70^0 -90^0 ;110^0 -90^0

По климатическому исполнению и категории размещения светильники делятся:

У – эксплуатация в зонах с умеренным климатом;

ХЛ – с холодным климатом;

ТВ – влажным тропическим климатом;

ТС – с сухим тропическим климатом;

Т – как с сухим , так и влажным тропическим климатом;

О – в любых климатических зонах на суше (общеклиматическое исполнение).

Структура условного обозначения светильников -(по ГОСТ 17677- 82)

X	X	X	XX	- X	XX	- XXX	- XX
1	2	3	4	5	6	7	8

1 – Буква, обозначающая источник света:

Н – лампа накаливания

С – лампы-светильники (зеркальные и диффузные)

И – кварцевые галогенные (накаливания)

Л – прямые трубчатые люминесцентные

Ф – фигурные люминесцентные

Э – эритемные люминесцентные

Р – ртутные типа ДРЛ

Г – ртутные типа ДРИ, ДРИШ

Ж – натриевые типа ДНаТ

Б – бактерицидные

К – ксеноновые трубчатые

2 – Буква, обозначающая способ установки светильника

С – подвесные

П- потолочные

В – встраиваемые

Д – пристраиваемые

Б – настенные

Н – настольные, опорные

Т – напольные, венчающие

К – консольные, торцевые

Р– ручные

Г – головные

3 – Буква, обозначающая основное назначение светильника

П – для промышленных и производственных зданий

О – для общественных зданий

Б – для жилых и бытовых зданий

У – для наружных работ

Р – рудников и шахт

Т – для кинематографических и телевизионных студий.

4 – Двузначное число (01-99) означает номер серии

5 – Цифра, означающая количество ламп в светильнике

6 – Цифры, означающие мощность ламп в Вт

7 – Трехзначное число (001-999), означает номер модификации. Расшифровка цифр модификации дается непосредственно при описании соответствующего светильника

8 – Буква и цифра, означающие климатическое исполнение и категорию размещения светильников по ГОСТ 15150 -69 [4].

Для защиты светильников от воздействия окружающей среды используют оболочки. Под степенью защиты понимается способ защиты, проверяемой стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным частям (опасным токоведущим и опасным механическим частям), попадания внешних твердых предметов и (или) воды внутрь оболочки.

Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (*IP*) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твёрдых предметов, вторая - от проникновения воды.

С экономической точки зрения установки со светильниками рассеянного и отраженного света являются менее выгодными из-за значительных потерь световой энергии. Назначение светильника состоит также в защите глаз работающих от воздействия чрезмерно больших яркостей источников света. Применяющиеся источники света имеют яркость колбы, в десятки и сотни раз превышающую допустимую яркость в поле зрения. Степень возможного ограничения слепящего действия источника света определяется защитным углом светильника. Защитный угол - это угол между горизонталью и линией, соединяющей нить накала (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя. Защитные свойства светильника тем лучше, чем больше его защитный угол. Светильники местного освещения должны обеспечивать защитный угол не менее 30°, светильники общего освещения - не менее 15°.

4. Основные требования к производственному освещению

Рациональное искусственное производственное освещение в приборостроительной и машиностроительной промышленности, отвечающее требованиям существующих санитарных норм и строительных правил обеспечивает возможность нормальной деятельности человека. От особенностей устройства освещения в значительной степени зависят производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Основная задача освещения на производстве - создание наилучших условий для видения. Эту задачу можно решить только осветительной системой. Система освещения должна создавать освещенность на рабочем месте, соответствующую характеру зрительной работы. Характеристиками зрительной работы являются:

• наименьший размер объекта различения - наименьший или эквивалентный (для протяженных объектов различения, имеющих длину больше их двойной ширины) размер рассматриваемого предмета, который необходимо различить в процессе работы (например, при работе с контрольно-измерительными приборами - толщина линии градуировки шкалы, при чертежных работах - толщина самой тонкой линии на чертеже);

. фон - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон характеризуется коэффициентом отражения (p). Коэффициент отражения определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{отр}$ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{пад}$

$$p = \Phi_{отр} / \Phi_{пад}. \quad (4)$$

Фон считается:

- светлым — при $p > 0{,}4$;
- средним — при $p = 0{,}2 \ldots 0{,}4$;
- темным — при $p < 0{,}2$.

Например, коэффициент отражения чистого побеленного потолка 0,75.. .0,8, светлой деревянной поверхности — 0,35... 0,4.

• контраст объекта различения с фоном K определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

$$K = |B_ф - B_{об}| / B_ф. \quad (5)$$

Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим - при $K > 0{,}5$ (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним - при $K = 0{,}2 \ldots 0{,}5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым - при $K < 0{,}2$ (объект и фон мало отличаются по яркости).

Система освещения должна обеспечивать достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.

Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механосборочных, гальванических) осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Система освещения не должна создавать резких теней. Их наличие создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомляемость, снижается производительность труда.

В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.

Прямую блескость ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников. Отраженную блескость ослабляют правильным выбором направ-

ления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности.

Величина освещенности должна быть постоянной во времени.

Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией питающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения разрядных ламп.

Все элементы осветительных установок - светильники, групповые щитки, понижающие трансформаторы, осветительные сети - должны быть достаточно долговечными, электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара и взрыва.

5. Нормирование освещения

При нормировании освещенности согласно СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» [1] учитывается применяемая система освещения и вид освещения. Для первых пяти разрядов зрительных работ - от наивысшей до малой точности - допускается использовать системы как комбинированного, так и общего освещения, для VI-VIII разрядов - только системы общего освещения. При системе комбинированного освещения требуемые уровни освещенности выше, чем при системе общего освещения. Величина нормируемой освещенности установлена для систем освещения с разрядными лапами. При использовании ламп накаливания норма снижается на одну ступень.

Нормы по СНиП 23-05-2010 основаны на шкале освещенности: 75-100-150-200-300-400-500-600-750-1000-1250-1500-2000-3000-3500-4000-4500-5000 лк.

Нормы освещенности следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- При работах I-IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- При повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т.д.);
- При специальных повышенных санитарных требованиях (на предприятии пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения 500 лк и менее;
- При работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения 300 лк и менее;
- При отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании людей, если освещенность от системы общего освещения 750 лк и менее;
- При наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин. Или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;

- При постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м^2 и более;
- В помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

Нормы освещенности, приведенные в таблицах 1 и 2, допускается снижать на одну ступень по шкале освещенности, при использовании источников света улучшенной цветопередачи с индексом цветопередачи R_α 90% и условии сохранения норм по коэффициенту пульсации [5].

Нормы естественного и совмещенного освещения содержат требования к значению КЕО (коэффициента естественной освещенности) поскольку уровень естественного освещения может резко изменяться в довольно широких пределах в зависимости от географической широты, времени года и состояния погоды.

КЕО - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба $E_{вн}$ (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_н$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$КЕО = (E_{вн} / E_н)\ 100\ \%. \qquad (6)$$

Коэффициент естественного освещения характеризует долю естественного света, проникающего внутрь помещения через оконные проемы.

Нормируемое значение КЕО устанавливается в зависимости от разряда зрительных работ и системы освещения. Достаточность естественного освещения в помещении регламентируется: минимальным значением КЕО при системе бокового освещения; средним значением КЕО при системах верхнего и комбинированного освещения.

Для зрительных работ I-III разрядов СНиП 23-05-2010 регламентирует применение совмещенного освещения. В РФ значения освещенности ниже принятых в Западных странах.

Нормированные значения КЕО, e_N, для зданий, располагаемых в различных районах РФ, следует определять по формуле:

$$e_N = e_н \cdot m_N\,, \qquad (7)$$

где $e_н$ - значения КЕО; N - номер группы обеспеченности естественным светом; m_N - коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны и ориентации здания относительно сторон света.

6. Расчет системы общего искусственного освещения

При расчете искусственного освещения необходимо принять систему освещения, выбрать источник света, определить нормированную освещенность рабочих поверхностей, распределить светильники по потолку, определить мощность и количество светильников для создания равномерного и достаточного освещения рабочих мест.

Для расчета искусственного освещения используют один из трех методов: по коэффициенту использования светового потока, точечный метод и метод удельной мощности.

6.1. Расчет по методу коэффициента использования светового потока

Освещаемый объем помещения ограничивается ограждающими поверхностями, отражающими значительную часть светового потока, попадающего на них от источников света. Отражающими поверхностями являются пол, стены, потолок и оборудование, установленное в помещении. В тех случаях, когда поверхности, ограниваюшие пространство, имеют высокие значения коэффициентов отражения, отраженная составляющая освещенности может иметь большое значение и ее учет необходим, поскольку отраженные потоки могут быть сравнимы с прямыми и их недооценка может привести к значительным погрешностям в расчетах. Рассматриваемый метод позволяет производить расчет осветительной установки (ОУ) с учетом прямой и отраженной составляющих освещенности и применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при использовании светильников любого типа.

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

$$\eta = \frac{\Phi_{пад}}{n\Phi_{л}}, \qquad (8)$$

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

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

Расчет производится по формуле

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot k \cdot Z}{N \cdot \eta \cdot n}, \qquad (9)$$

где $E_{н}$ – нормированная освещенность, лк ; S – освещаемая площадь (площадь расчетной поверхности), м^2; k – коэффициент запаса; $\Phi_{л}$ – световой поток лампы, лм; Z – коэффициент минимальной освещенности, $z=E_{ср}/E_{min}$; N - количество принятых светильников; n – число ламп в светильнике; η - коэффициент использования светового потока.

При выбранном типе светильника и спектральном типе ламп световой поток ламп в каждом светильнике $\Phi_{л1}$ может иметь различные значения. Число светильников в ряду N определяется как

$$N = \frac{\Phi}{\Phi_{л1}}, \qquad (10)$$

где $\Phi_{л1}$ - световой поток ламп в каждом светильнике.

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

- *суммарная длина светильников превышает длину помещения* - необходимо или применить более мощные лампы (у которых поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов;
- *суммарная длина светильников равна длине помещения* - задача решается устройством непрерывного ряда светильников;
- *суммарная длина светильников меньше длины помещения* - принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами между светильниками λ.

Рекомендуется, чтобы λ не превышало примерно 0,5 расчетной высоты (кроме случая использования многоламповых светильников в помещениях общественных и административных зданий).

Количество светильников или рядов определяют методом распределения по площади (развешивания) для достижения равномерной освещенности. Основным параметром для развешивания светильников является соотношение высоты подвеса ($H_п$) и расстояния между светильниками или рядами (L), при котором создается равномерное освещение ($L / H_п = \lambda = 1{,}4 \div 2{,}0$).

Различают наивыгоднейшее светотехническое расположение светильников $\lambda_с$, при котором достигается наибольшая равномерность освещенности по площади помещения, и энергетически наивыгоднейшее расположение $\lambda_э$, когда обеспечивается нормируемая освещенность при наименьших энергетических затратах. В табл. П.1.13 приведены значения $\lambda_с$ и $\lambda_э$ для некоторых типов светильников.

В остальных случаях λ принимают в пределах 1,4÷2,5.

λ =1,4÷1,8 - при размещении светильников по углам квадратов или прямоугольников; λ =1,8÷2,5 - при шахматном расположении светильников.

Расстояние между светильниками должно быть меньше двух высот подвеса светильников.

Расстояние от стен помещения до крайних светильников может быть рекомендовано равным 1/3 L(при расположении светильников вдоль стен) и 0,4-0,5 L при удалении рабочих мест от стен.

Коэффициент Z, характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте, с учетом которого Z резко возрастает. При $L/ H_п$ не превышающих рекомендуемых значений, можно принимать Z =1,15 для ламп накаливания и ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящихся линий. Для отраженного освещения можно считать Z=1,0.

Коэффициенты использования светового потока для принятого типа светильника определяют по индексу помещения i и коэффициентам отражения потолка, стен и пола.

Индекс помещения рассчитывают по формуле

$$i = \frac{А \cdot Б}{H_п (А + Б)}, \qquad (11)$$

где А и Б – соответственно длина и ширина помещения, м; $H_п$ – высота подвеса светильников, м.

По формуле (9) можно решить и обратную задачу задавшись мощностью лампы и найдя ее световой поток по таблице, определяют необходимое число светильников. После этого их равномерно располагают по освещаемой поверхности.

<u>Порядок расчета ОУ методом коэффициента использования светового потока:</u>

- выбирается источник света согласно рекомендациям;
- устанавливается система освещения;
- определяется тип светильника;
- определяется расчетная высота помещения $H_р$, тип и число светильников в помещении (табл. П.1.1-П.1.4);
- определяется нормированная освещенность $E_н$ (принимают по СНиП 23-05-2010) (табл. П.1.5-П.1.7) исходя из: наименьшего (эквивалентного) размера объекта различения; контраста фона с объектом различения и коэффициента отражения фона (характеристики фона); продолжительности работы;
- по табл. П.1.8 находится коэффициент запаса;
- определяется поправочный коэффициент Z;
- в зависимости от коэффициентов отражения потолка, стен и пола (табл. П.1.11), расчетной поверхности, определяется коэффициент использования (табл. П.1.12);
- по формуле (9) рассчитывается световой поток Ф в светильнике, необходимый для создания на рабочих поверхностях освещенности E не ниже нормируемой на все время эксплуатации осветительной установки;
- по рассчитанному световому потоку лампы подбирают ближайшую стандартную лампу (табл. П.1.14);
- рассчитывается отклонение от нормируемой освещенности (светового потока лампы) с учетом того, что в большую сторону отклонение может составлять +20%, в меньшую - -10% от нормируемых показателей;
- подсчитывается фактическое значение минимальной освещенности рабочей поверхности с учетом выбранной лампы по формуле

$$E_{min} = E_н \frac{Ф_{выбранный}}{Ф_{расчетный}}, \qquad (12)$$

- определяется потребная мощность всей осветительной установки $P_{\Sigma}=P \cdot N$, где P – мощность одной лампы.

6.2. Расчет по методу удельной мощности (метод Ватта)

Расчет начинается с выбора типа светильников (табл. П.1.1-П.1.4), который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности.

При расчете освещения по методу Ватта определяют необходимую мощность осветительной установки при условии создания нормированной освещенности по формуле

$$W = \frac{(E_{\min} \cdot S \cdot k)}{E_{\text{ср}}}, \qquad (13)$$

где W - электрическая мощность установки, Вт; $E_{\min}$ - нормируемая минимальная освещенность, лк (табл. П.1.5-П.1.7); S – площадь поверхности пола в помещении, м^2; k – коэффициент запаса (табл. П.1.8); $E_{\text{ср}}$ - средняя горизонтальная освещенность (среднеарифметическое значение освещенности) при расходе 1Вт/м^2 .Полученное значение сравнивается с максимально допустимой удельной установленной мощностью (табл. П.1.9).

6.3. Расчет по точечному методу

Этим методом рассчитывается освещенность как угодно расположенных освещаемых поверхностей комбинированного и локализованного освещения, когда освещенность обеспечивается только за счет источников света. Отсутствие отражательной способности имеет место в помещениях с большим объемом и площадью и когда стены, потолки и пол имеют большую поглотительную способность, т.е. при малом отражении (литейные, кузнечные и др. цеха). В общем случае освещенность в точке, расположенной на горизонтальной поверхности, определяется по уравнению:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{H^2 \cdot k}, \qquad (14)$$

где I_{α} - сила света от источника на данную точку рабочей поверхности, кд; $H_{\text{п}}$ - высота подвеса светильников, м; α – угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением из расчетной точки на источник света; k – коэффициент запаса; μ – коэффициент, учитывающий действие удаленных светильников (1,05-1,2).

На практике расчет освещения производят по графикам пространственных изолюкс (графики условной освещенности), которые приведены в справочной литературе для каждого типа светильников. Расчет начинается с выбора светильника. Затем на плане помещения принимают расположение светильников с учетом расположения рабочих мест. Определяется высота подвеса светильников

исходя из условия высоты здания и принятого оборудования. На плане помещения принимают точку в любом месте, но расположенную на рабочем месте. От этой точки определяется расстояние L до проекции светильников на горизонтальную поверхность.

При этом следует иметь ввиду, что освещенность в любой точке помещения определяется ближайшими 3-4 светильниками. Определив L до каждого из 3-4 светильников, по графику изолюкс для принятых светильников определяем условную освещенность("е") от каждого из 3-4 светильников. После чего по формуле (15) определяем световой поток лампы, а по величине светового потока из таблиц принимаем мощность лампы, которую необходимо установить в светильник.

$$\Phi_{л} = \frac{1000 \cdot E \cdot K}{\mu \sum e}, \text{ лм}, \qquad (15)$$

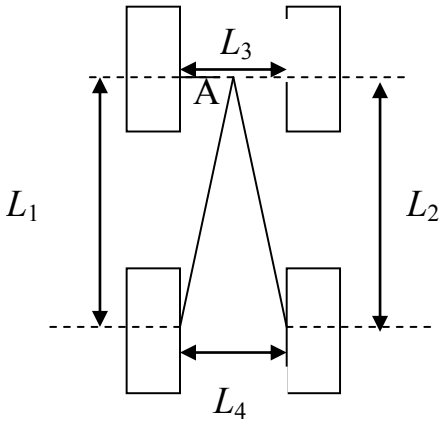
где E - нормированная освещенность, лк; μ - коэффициент характеризующий влияние других светильников и их отражающую способность, μ = 1,05 -1,15.

При расчете точечным методом систему общего или комбинированного освещения необходимо схематически изобразить в масштабе для определения геометрических соотношений и углов (рис. 1).

Расчет точечным методом производится для 2-3 контрольных точек при общем освещении (рис. 1) или для одной точки при местном освещении (рис. 2). На рис. 1 показана контрольная точка А.

<u>Порядок проведения расчета осветительной установки точечным методом.</u>

1. Подсчитать тангенс угла падения светового луча (tg α= L /H, где L (d) – проекция расстояния от контрольной точки до светильника на горизонтальную плоскость, $H_п$ - высота подвеса светильника) от ближайших светильников, например, четырех;
2. Определить угол α и $\cos^3 \alpha$ по найденному значению tg α;
3. Найти силу света для выбранного типа светильника (табл. П.1.13) и угла падения (табл. П.1.13);
4. Подсчитать освещенность от каждого светильника в расчетной точке А, создаваемую всеми светильниками, по формуле: $E_А$=$E_{А1}$+ $E_{А2}$+ …., где $E_{А1}$, $E_{А2}$ – освещенность в контрольной точке А, создаваемая светильниками лк;
5. Определить расчетный световой поток в лм, который должен быть создан каждой лампой для получения в точке требуемой освещенности $E_н$, по формуле: Ф=1000$E_н$/$E_А$;
6. Подобрать по табл. П.1.14 в соответствии с полученным значением Ф лампу требуемой мощности.
7. Определить суммарную мощность осветительной установки.



$L_1 = L_2$, $L_3 = L_4$

Рис. 1. Схема для расчета локализованного освещения

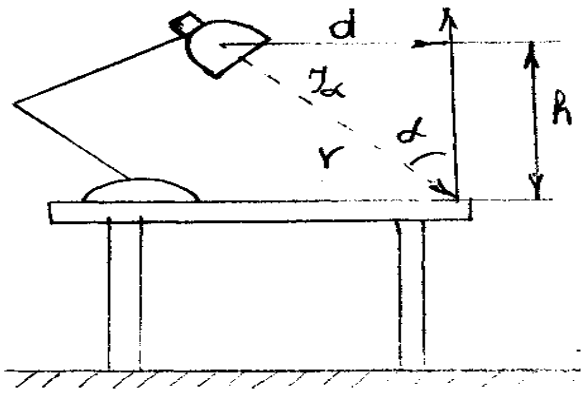


Рис. 2. Схема для расчета освещения точечным методом.

7. Расчет естественного освещения

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений судна и других объектов необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО в соответствии с требованиями[1].

Расчет заключается в предварительном определении площади световых проемов при боковом и верхнем освещении по следующим формулам:

При боковом освещении

$$100\frac{S_{\text{о}}}{S_{\text{п}}} = \frac{e_{\text{н}} K_{\text{з}} \eta_{\text{о}}}{\tau_{\text{о}} r_1} K_{\text{зд}} \qquad (16)$$

При верхнем освещении

$$100\frac{S_o}{S_п} = \frac{e_н K_з \eta_ф}{\tau_o r_2 K_ф} \qquad (17)$$

где: S_o - площадь световых проемов при боковом освещении, м^2; $S_п$ - площадь пола помещения, м^2; $e_н$ – нормируемое значение КЕО (коэффициента естественного освещения), принимают по табл. П.1.5-П.1.7; $K_з$ –коэффициент запаса, принимают по табл. П.1.8; η_o - световая характеристика окон, принимают по табл. П.2.1; τ_o - общий коэффициент светопропускания, определяют по формуле

$$\tau_o = \tau_1\ \tau_2\ \tau_3\ \tau_4\ \tau_5, \qquad (18)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала, принимают по табл. П.2.2; τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, принимают по табл. П.2.3; τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении равен 1, при верхнем освещении принимают по табл. П.2.4; τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, принимают по табл. П.2.5; τ_5 - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимают равным 0,9; r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию, принимают по табл. П.2.8; $K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями, принимают по табл. П.2.6; $S_ф$ -площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении, м^2; $\eta_ф$ -световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, принимают по табл. П.2.9; r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения, принимают по табл. П.2.10; $K_ф$- коэффициент, учитывающий тип фонаря, принимают по табл. П.2.7.

По формулам 16 и 17 производят расчет необходимой площади световых проемов для проектируемого помещения.

7.1. Определение расчетного значения коэффициента естественного освещения

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) при комбинированном освещении $e_р^k$ определяется как сумма КЕО при боковом освещении $e_р^б$ и верхнем $e_р^в$

$$e_р^k = e_р^б + e_р^в, \qquad (19)$$

Комбинированное освещение достигается применением боковых световых проемов в плоскости стен (окна) и световых проемов в плоскости покрытия здания (фонари). Для определения КЕО используется графо-аналитический

метод А. М. Данилюка. В случае бокового освещения необходимо выполнить схемы поперечного разреза и плана помещения. При верхнем и комбинированном освещении - дополнительно продольный разрез помещения. Все схемы должны быть обязательно выполнены в одном масштабе. Наиболее распространенный масштаб для жилых зданий - 1:100, для большеразмерных помещений общественных и промышленных зданий - от 1:200 до 1:400. Масштаб должен быть таким, чтобы рассматриваемое помещение не выходило за границы графиков А. М. Данилюка.

7.2. Определение расчетного КЕО при боковом освещении

Если рассматриваемое помещение освещается только окнами, то КЕО определяется по формуле

$$e_{р}^{б} = (K_{пр} + K_{отр})\, K_{внутр}\, \tau_0 / k_з \qquad (20)$$

где $K_{пр}$ - доля коэффициента естественной освещенности от прямого солнечного света; $K_{отр}$ - доля КЕО от света, отраженного от рядом стоящего здания; $K_{внутр}$ - доля света, отраженного от внутренних поверхностей помещения и зависящая от материала и цвета поверхностей пола, стен и потолка; τ_0 - общий коэффициент светопропускания, учитывающий особенности световых проемов помещения; $k_з$ - коэффициент запаса.

Влияние прямого солнечного света на освещенность помещения оценивается выражением

$$K_{пр} = \varepsilon_б\, q\, \beta_а . \qquad (21)$$

Коэффициент естественной освещенности помещения светом, отраженным от здания равен

$$K_{отр} = \varepsilon_{зд}\, b_ф\, \gamma_а\, K_{зд} . \qquad (22)$$

Геометрические коэффициенты естественной освещенности $\varepsilon_б$ и $\varepsilon_{зд}$ определяются по графикам А. М. Данилюка.

q –коэффициент, учитывающий яркость небосвода; $\beta_а$ - коэффициент, учитывающий плотность застройки; $b_ф$ - коэффициент, учитывающий яркость фасада противостоящего здания; $\gamma_а$ - коэффициент ориентации фасада; коэффициент ориентации фасада; $K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затененность окон противостоящим зданием.

Первый график позволяет учесть высоту оконного проема и определить количество лучей n_1 , попадающее в помещение от прямого солнечного света. Для этого условную рабочую поверхность на поперечном разрезе помещения необходимо совместить с нижней гранью 1-го графика (рис.3). Расчетную точку совместить с нулевой точкой графика. Оконный проем при этом находится слева или справа от вертикальной оси графика. Количество лучей n_1 - количество

лучей, прошедшее в помещение по высоте оконного проема (лучом считается расстояние между двумя сплошными линиями, расстояние между штрихпунктирными линиями равно 0,1 луча; удобнее производить подсчет лучей по верхней и боковым граням графика, где хорошо просматриваются все лучи). Если часть окна затеняется рядом стоящим зданием, то, помимо прямого солнечного света, учитывается свет, отраженный от рядом стоящего здания. Количество лучей n_1^1 определяется аналогичным образом (рис. 4).

Второй график А. М. Данилюка позволяет учесть ширину оконного проема. Предварительно, по 1-му графику А. М. Данилюка определяется номер полуокружности c , на которой находится середина оконного проема (рис. 4). Схему плана помещения необходимо наложить на 2-й график А.М. Данилюка таким образом, чтобы окно «смотрело» вверх (рис. 5). Ось графика должна быть совмещена с условной рабочей поверхностью. Грань окна необходимо совместить с горизонталью, номер которой равен номеру полуокружности c на 1-ом графике А. М. Данилюка. Количество лучей n_2 - количество лучей, прошедшее в помещение по ширине оконного проема. Если часть окна затеняется рядом стоящим зданием, то, помимо прямого солнечного света, учитывается свет, отраженный от рядом стоящего здания. Количество лучей n_2^1 определяется аналогичным образом.

Геометрические коэффициенты естественной освещенности при боковом освещении равны:

- от прямого солнечного света

$$\varepsilon_б = 0{,}01\, n_1 n_2. \qquad (23)$$

-от света, отраженного от здания

$$\varepsilon_{зд} = 0{,}01\, n_1^1 n_2^1 \qquad (24)$$

Для определения графического КЕО методом Данилюка необходимо начертить разрез и план помещения как показано на рис. 3.

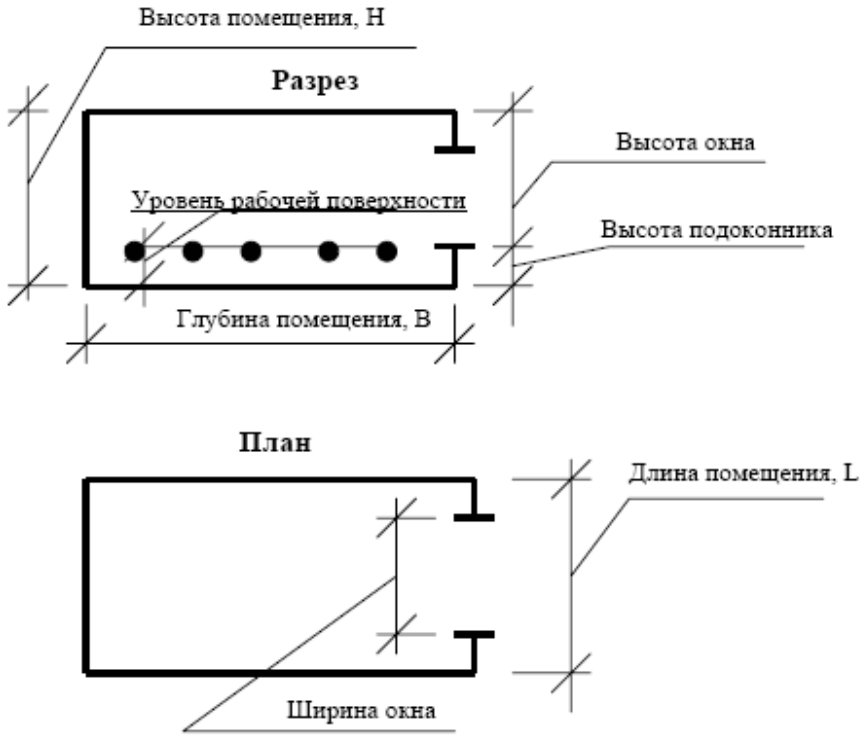


Рис. 3. Разрез и план помещения

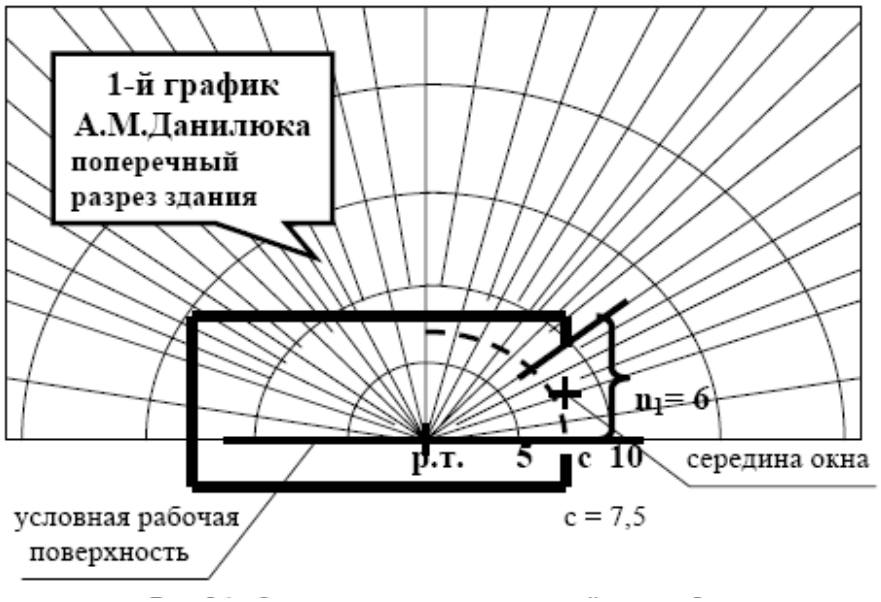


Рис. 4 Определение количества лучей n_1 при боковом освещении от прямого солнечного света

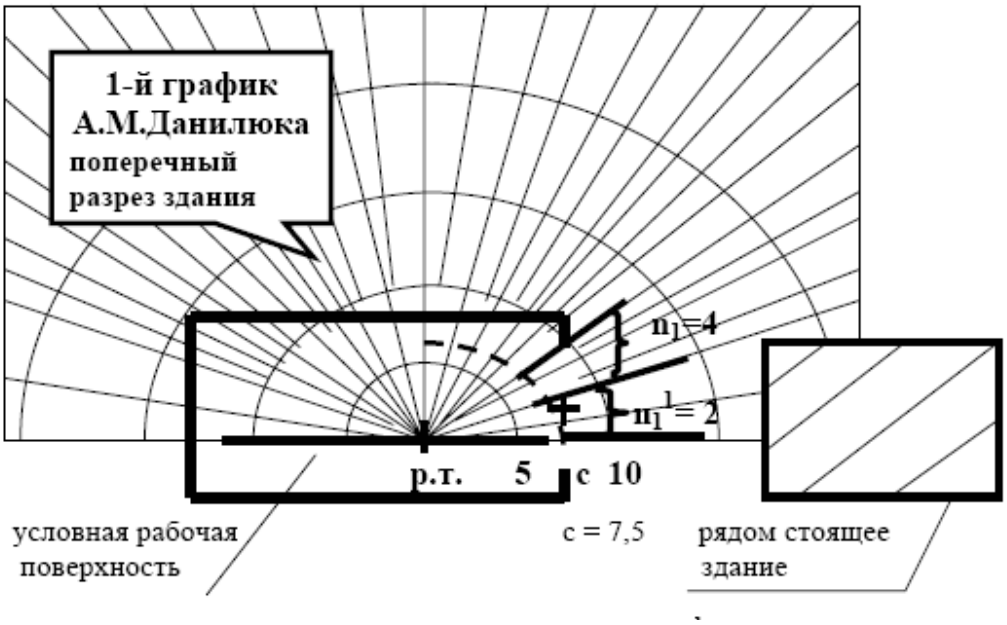


Рис. 5. Определение количества лучей n_1^1 при боковом освещении от отраженного света

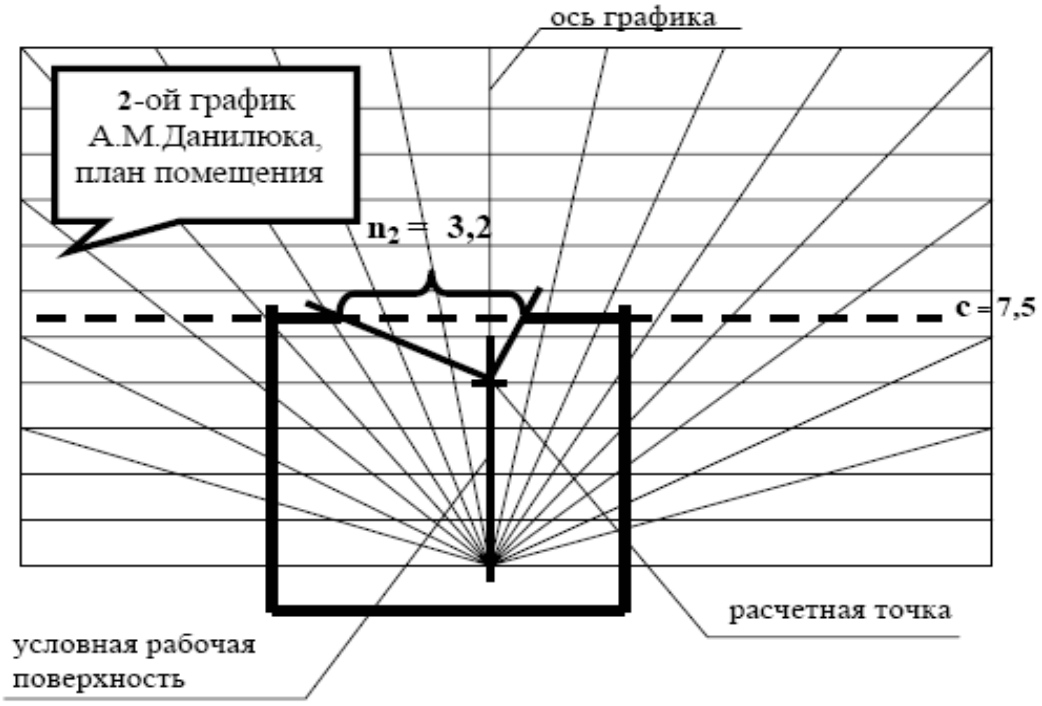


Рис. 6. Определение количества лучей n_2 от прямого солнечного света

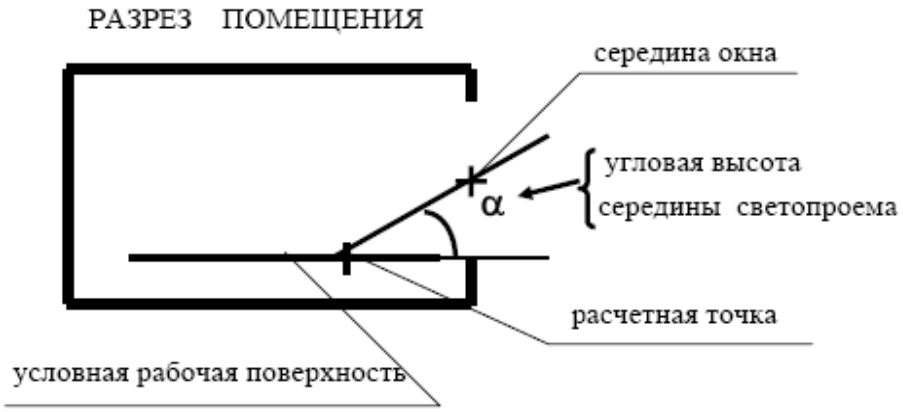


Рис. 7. Определение угловой высоты середины светопроема

Список рекомендуемой литературы

1. СНиП 23-05-2010 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». М., 2011.
2. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение жилых и общественных зданий». М., 2012.
3. ГОСТ 17677-82 «Светильники. Общие технические условия» М., ИПК издательство стандартов, 1983.
4. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. М, 1981. (переиздание).
5. .СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». М., 2004.
6. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». М., 2003.
7. ГОСТ 6825-91 Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения. М, 1992.
8. ГОСТ 16534-70 Нормы расхода ламп осветительных на эксплуатационные нужды электростанций с блочным оборудованием.
9. СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения»
10. СП 23-102-2003 «Естественное освещение жилых и общественных зданий»
11.

Примеры расчетов

1. **Расчет системы искусственного освещения.**
   Задание. *Рассчитать систему искусственного освещения (определить число светильников и мощность осветительной системы).*

Расчет искусственного освещения выполняем по методу коэффициента использования светового потока. Помещение характеризуется нормальными условиями среды (t = 22-25°С, относительная влажность воздуха 70%), Определив параметры помещения (сухое ,отсутствуют элементы взрыво- пожароопасности), выбираем вид источника света – газоразрядные лампы низкого давления (люминесцентные) и тип светильника - *ARS/R* 418. Каждый светильник состоит из четырёх ламп *TL-D* 18*W*/54 *G*13 (дневной свет) *PHILIPS*. Световой поток, создаваемый одной такой лампой, составляет $Ф_л$ = 1050 лм, световая отдача – $C_о$ = 58,33 лм/Вт. По расположению рабочих мест выбираем систему общего равномерного освещения.

Светильник *ARS/R* 418 – встраиваемый светильник для внутреннего освещения. Имеет стальной корпус белого цвета. Зеркальная экранирующая решётка, состоящая из трёх центральных *V*-образных и двух боковых алюминиевых анодированных профилей, позволяет осуществлять рациональное распределение света. Между собой профили соединены поперечными планками из ребристого алюминия, которые создают заданный защитный угол. Применяется в офисах, торговых залах, рабочих кабинетах, фойе.

Рабочее помещение имеет размеры 11х6 м. Высота свеса светильников приблизительно равна высоте потолка и составляет h_1 = 3,2 м. Уровень рабочей поверхности над полом составляет h_2 = 0,7 м.

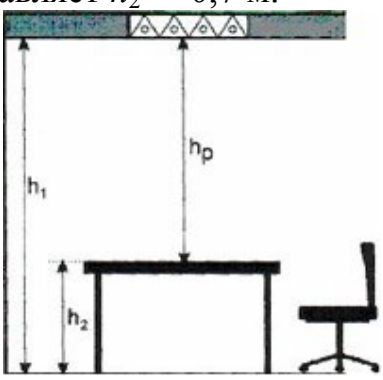


Рис. 8 Расчёт высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Порядок расчета.

1. Определяем высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью.
   $h_p = h_1 – h_2 =$ 3,2 – 0,7 =2,5 м.
2. Определяем норму освещенности на рабочем месте.

Согласно СНиП 23-05-210 норма освещенности определяется исходя из разряда зрительной работы – III, (наименьший размер объекта различения 0,3-0,5 мм) подразряд – г (фон светлый, контраст – большой). E = не менее 200 лк.

3. Необходимое число светильников рассчитывается по формуле (9)

$$\Phi_л = \frac{E_н \cdot S \cdot k \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

Преобразуем ее в следующий вид:

$$N = \frac{E_н \cdot S \cdot Z \cdot k}{n \cdot \Phi_л \cdot \eta}$$

где $E_н$ = 300 лк - нормированная освещенность с учетом повышения уровня освещенности на 1 ступень; S = 11·6= 66 м^2 - площадь освещаемого помещения; Z = 1,1 – коэффициент минимальной освещенности для люминесцентных ламп; k = 1,4 – коэффициент запаса, учитывает снижение освещенности в процессе эксплуатации; n = 4 – число ламп в светильнике; $\Phi_л$ = 1050 лм – световой поток лампы.

Коэффициент использования светового потока определен по таблице исходя из индекса помещения, вычисляемого по формуле (11)

$$i = \frac{А \cdot Б}{H_п(А + Б)}$$

где А и В – линейные размеры помещения, $H_п$ – высота подвеса светильников. Коэффициент отражения от потолка, стен и пола 70, 50 и 10% соответственно. Светильник группы 1-3.

$$i = \frac{6 \cdot 11}{2{,}5 \cdot (6 + 11)} = 1{,}55$$

η= 0,57 (57%) – коэффициент использования светового потока (выбираем по табл. П.1.12).

4. Отсюда получаю требуемое количество светильников:

$$N = \frac{300 \cdot 66 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}4}{4 \cdot 1050 \cdot 0{,}57} = 12{,}7$$

Таким образом, для искусственного освещения в рабочем помещении с размерами 11х6м достаточной является система из 13 светильников ARS/R 418.

Поскольку для равномерного освещения необходимо четное число светильников, определяем возможность применения системы из 15 светильников (три светильника в ряду, 5 рядов светильников). Подсчитаем отклонение от нормируемого значения освещенности:

$$Eф = \frac{N \cdot n \cdot Фл \cdot \eta}{S \cdot k \cdot z}$$

$$Eф = \frac{15 \cdot 4 \cdot 1050 \cdot 0{,}57}{66 \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}1} = 353{,}3$$

$$\Delta\varepsilon_E = \frac{|Eн - Eф|}{Eн} \cdot 100\%,$$

$$\Delta\varepsilon_E = \frac{|353{,}3 - 300|}{300} \cdot 100\% = 17{,}8\%$$

Допустимая погрешность для $E_ф$ составляет +20% (при отклонении в большую сторону), значит расчет выполнен верно.

5. Электрическая мощность всей осветительной системы:

$$P = Nn\,P_л = 15 \cdot 4 \cdot 18 = 1080 \text{ Вт или } 1{,}08 \text{ кВт}$$

Для равномерного освещения офиса площадью 66 кв.м. рассчитана система общего искусственного освещения, состоящая из 15 светильников типа ARS/R 418, размещенных в 5 рядов по 3 светильника в ряду.

2. Расчёт естественного освещения

Цель работы

Определение площади остекления световых проёмов для достижения нормируемого значения КЕО (коэффициента естественного освещения).

Расчёт площади световых проёмов состоит в определении отношения площади световых проёмов к площади пола помещения в %, при котором обеспечивается нормированное значение КЕО. Расчет производится по формуле (16) при боковом освещении помещения и (17) при верхнем освещении.

Методика расчета

Исходные данные

- Система освещения – боковая односторонняя.
- Наименьший объект различения –. 0,3 – 0,5 мм;
- Группа административного района по ресурсам светового климата -1.
- Тип помещения по степени загрязнения воздушной среды – помещения общественных и жилых зданий.
- Светопропускающий материал – стеклопакеты.
- Конструкция переплётов – переплёты деревянные спаренные, вертикально расположенные.
- Длина помещения $L = 2{,}7$ м.
- Глубина помещения $G = 4{,}3$ м.
- Высота от рабочей поверхности до верха окна – $H_1 = 2{,}15$ м.
- Расстояние от наружной стены до расчётной точки[1] – $H_2 = 3{,}3$ м.
- Высота помещения – $H = 3{,}2$ м.
- Характер отражающей поверхности: побелённый потолок, светлые стены, светлый пол (линолеум).
- Суммарная площадь оконных проемов =3,6 м^2.

Табличные данные

- Разряд зрительной работы – III (высокой точности) (табл. ..П 1).
- Нормированное значение КЕО для III пояса светового климата $e_Н$ (табл. П 1.5, П.1.7)= 1.
- Коэффициент светового климата (табл. П. 2.15). $m = 1$.

---

[1] За расчётную точку при боковом одностороннем освещении примем точку на расстоянии 1 м. от самой удалённой от окон стены.

[2] Выбираются в зависимости от вышеприведённых исходных данных.

- Коэффициент запаса (табл. П. 1.8) $K_з = 1,2$.
- Световая характеристика окна (табл. П. 2.1) $\eta_o = 31$. Значение коэффициента было выбрано при расчете отношения длины помещения к его глубине $\frac{L}{G} = \frac{2,7}{4,3} = 0,628$ и отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна $\frac{G}{H_1} = \frac{4,3}{2,15} = 2$.
- Коэффициент затенённости противостоящими зданиями (табл. П. 2.6) $K_{зд}$ = 1. Принят для отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна 3 и более.
- Коэффициенты светопропускания (табл. П.2.2-П.2.5).τ_1; τ_2; τ_3; τ_4; соответственно 0,8; 0,7; 0,8;1.
- Коэффициенты отражения потолка (ρ_1), стен (ρ_2), пола (ρ_3) – 70%; 70%; 50%.
- Значения коэффициента r зависят от средневзвешенного коэффициента отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола, определяемого по формуле (25):

$$\rho_{ср} = (\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3) / (S_1 + S_2 + S_3), \qquad (25)$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 – коэффициенты отражения потолка, стен и пола (табл. П.1.11); S_1, S_2, S_3 – площади поверхности потолка, стен (без окон), пола.

Рассчитываем средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен, пола:

$\rho_{ср} = (70 \cdot 11.61 + 70 \cdot 24.295 + 50 \cdot 11.61) / (11.61 + 24.295 + 11.61) = 65\%$

Зная $\rho_{ср}$ и учитывая отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна равной $\frac{G}{H_1} = \frac{4,3}{2,15} = 2$, отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения равной $\frac{H_2}{G} = \frac{3.3}{4.3} = 0.767$, отношение длины помещения к его глубине равной $\frac{L}{G} = 0,628$ находим по таблице значение коэффициента $r_1 = 2.25$.

$e_н = 1$.

Значения всех найденных коэффициентов подставляем в формулу для расчета бокового освещения

$$100\frac{S_0}{11,61} = \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 31}{0,3456 \cdot 2.25} \cdot 1$$

$$S_0 = \frac{47.84 \cdot 11.61}{100} = 5,55(м^2)$$

Требуемая площадь световых проемов для достижения нормируемого значения КЕО = 5,55 м^2.

Вывод. Реальная площадь оконного проема равна: $1.8 \cdot 2 = 3.6(м^2)$, что меньше требуемой. Поэтому для достижения требуемой освещенности, применяется искусственное освещение независимо от времени суток.

3. Расчет геометрического КЕО (метод Данилюка)

Задание. Определить значение КЕО графическим методом в помещении лаборатории.

При работе с аппаратурой решающим фактором, обеспечивающим высокий уровень работоспособности, является правильно спроектированное освещение. Определим коэффициент естественного освещения (КЕО) методом Данилюка при боковом освещении.

Параметры помещения

высота – H = 2,5м;
глубина – B = 7м;
длина – L = 2,4м;
высота подоконника – 0,8м;
высота окна – 1,4 м;
ширина окна – 1,2м;
расстояние от окна до расчетной точки – 0,7м;
высота расчетной точки – 0,7м.

Поскольку рассматриваемое помещение освещается только боковыми светопроемами, то КЕО определяется по формуле (20)

$$e_р^б = (K_{пр} + K_{отр})\, K_{внутр}\, \tau_0 / k_з$$

Расчет.

Определяем коэффициенты, входящие в формулу (20).

Влияние прямого солнечного света ($K_{пр}$) на освещенность помещения оценивается выражением (21):

$$K_{пр} = \varepsilon_б\, q\, \beta_а .$$

Геометрический коэффициент естественной освещенности $\varepsilon_б$ определяется по графикам А. М. Данилюка (формула 23).

q – коэффициент, учитывающий яркость небосвода (табл. П.2.13) q = 0,8;
$\beta_а$ – коэффициент, учитывающий плотность застройки (табл. П.2.11) $\beta_а$ = 1,28;

Определяем $\varepsilon_б$ и $K_{пр}$

Накладываем план помещения (масштаб 1:25) на график Данилюка и определяем n_1 и n_2:

n_1 = 13,9
n_2 = 22,5
$\varepsilon_б$ = 3,13
$K_{пр}$ = 3,21

Коэффициент естественной освещенности ($K_{отр}$) помещения светом, отраженным от здания в нашем случае равен 0.

Определяем общий коэффициент светопропускания по формуле (18)

$$\tau_0 = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5$$

τ_1= 0,8 – коэффициент светопропускания материала (табл. П.2.2);

τ_2= 0,7 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема (табл. П.2.3) ;

τ_3= 1 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (табл. П.2.4);

τ_4= 1 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (табл. П.2.5) ;

τ_5= 0,9 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями.

τ_0 = 4,4

$K_з$= 1,2 – коэффициент запаса (табл. П.1.8).

Средневзвешенный коэффициент отражения света внутренними поверхностями помещения $К_{внутр}$ определяется по формуле (25):

$$\rho_{пол} = 0{,}3 \text{ (табл. П.1.11).}$$

$$\rho_{пот} = 0{,}85 \text{(табл. П.1.11).}$$

$$\rho_{ст} = 0{,}65 \text{(табл. П.1.11).}$$

$$S_{пол} = S_{пот} = 16{,}8 \text{ м}^2$$

$$S_{ст} = 45{,}32 \text{ м}^2$$

$$S_{пов} = 78{,}92 \text{ м}^2$$

$$К_{внутр} = 0{,}62.$$

$$e_{р}^{б} = 7{,}3$$

Расчетное значение КЕО от окна, площадью 1, 68 м^2 в расчетной точке, находящейся на расстоянии 0,7 м от окна составляет 7,3%, что выше нормируемого.

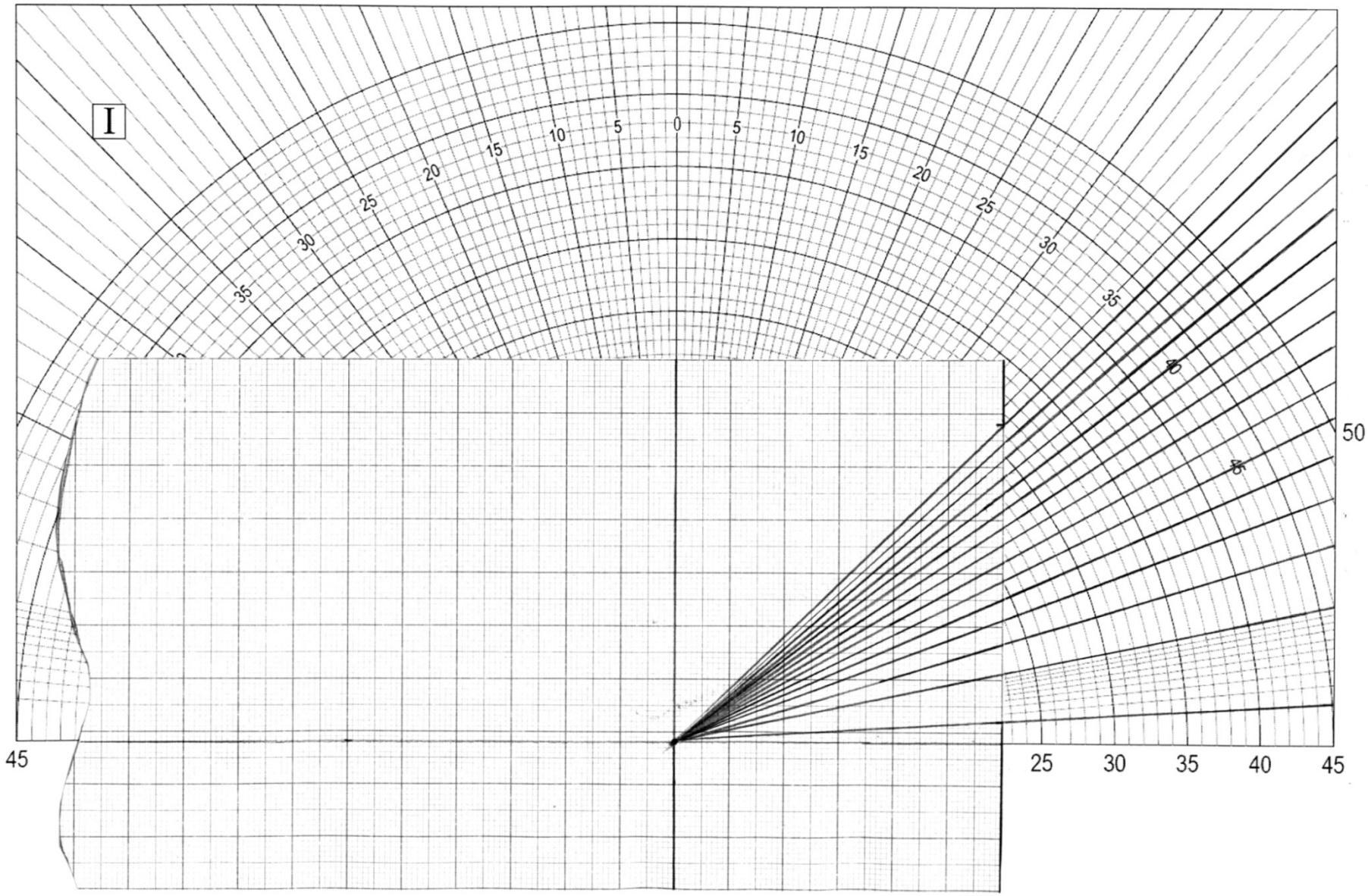


Рис. 9. Определение количества лучей n_1 при боковом освещении от прямого солнечного света

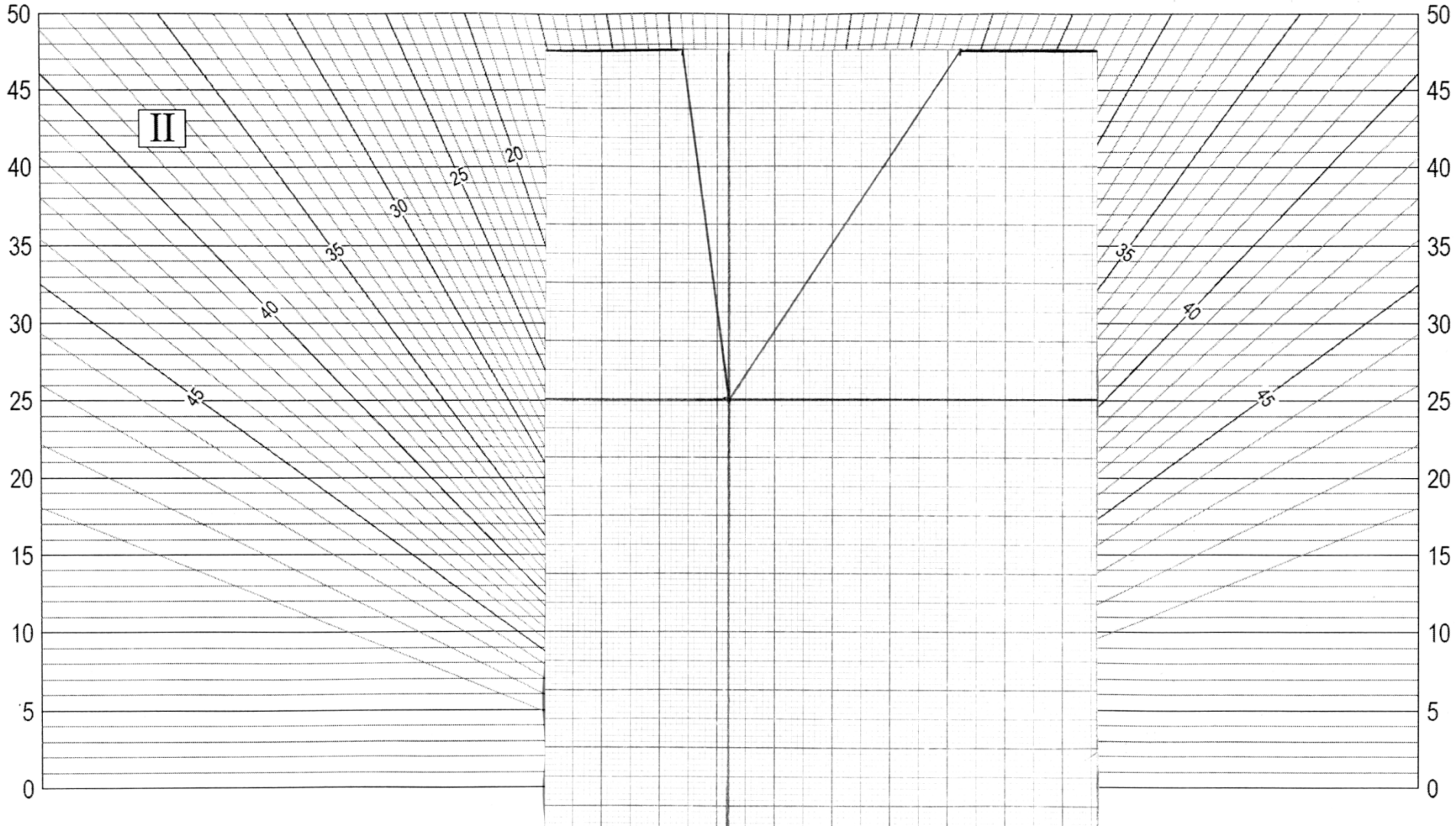


Рис. 10. Определение количества лучей n_2 от прямого солнечного света

Приложение 1. Справочные материалы для расчета искусственного освещения

Таблица П.1.1

Выбор светильников в зависимости от условий среды для производственных и вспомогательных помещений промышленных предприятий

Тип свe-тильни-ка	Исполнение	Вид помещения																
		Сухие нормальные	Влажные	Сырые	Сырые	Жаркие	Пыльные	С химически активной средой	пожароопасные				взрывоопасные					
									Призвод. и складские		Произв.		В-I	В-Iа	В-Iб	В-Iг	В-II	В-IIа
									II-1	II-III	II-II	II-IIа с вент.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Светильники с люминесцентными лампами																		
ЛПО 01	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ЛПО 46	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ЛПБ	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
ЛД	--"--	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ЛСП-02	--"--	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ЛСП 22	пылезащищен-ное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ЛСП-24	пылевлагоза-щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
ЛСП-42	пылевлагоза-щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
УСП	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ПВЛМ	частично пыле непроницаемое	-	x	+	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
ПВЛМ-ДОР	Пылевлагоза щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
ПВЛМ-П	Пылевлагоза щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
НОГЛ НОДЛ	повышенной надежности против взрыва	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
OWR/R	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
PAC	Пылевлагоза щищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
LZ	Пылевлагоза щищенное	+	+	x	-	-	-	+	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
KRK	Пылевлагоза щищенное	+	+	x	-	-	-	+	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
PTF	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
PRBLUX	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
DR.OPL	незащищенное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Светильники с лампами ДРЛ																		
РСП 05	незащищенное	+	+	x	-	+	x	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
РПС 07	частично пыленепро-ницаемое	-	+	+	+	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-

Окончание табл. П.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
РПС 07	частично пыленепро-ницаемое	-	+	+	+	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-
РТС	полностью пыленепро-ницаемое	-	x	+	+	+	+	x	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
РСП 11	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
ЖБУ 02	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
HB	незащищенное	+	+	x	-	+	x	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
LB/S(*R*)	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
Светильники с лампами накаливания																		
НСП-17-100	Незащищен-ное	+	+	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
НСП-17-200	Пылевлагоза щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
НСР-01	Пылевлагоза щищенное	x	+	+	x	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
НПП-03	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+
НСП-47	повышенной надежности против взрыва	-	x	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	x	-	+

“+”- рекомендуется; “x”- допускается; “-”- запрещается

Таблица П.1.2

Виды светильников с лампами ДРЛ

Тип светильника	Кол-во ламп, шт	Мощность ламп, Вт	Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Примечания
			диаметр	высота		
1	2	3	4	5	6	7
HB 250Н	1	250	465	280	8,9	Для внутреннего освещения промышленных предприятий, складских помещений
HB 400М	1	400	465	280	10,5	Для внутреннего освещения промышленных предприятий, складских помещений
LB/*S*(*R*) 250 М	1	250	340	520	8,1	Для наружного и внутреннего освещения промпредприятий, АЗС
LB/*S*(*R*) 400 М	1	400	400	570	10,3	Для наружного и внутреннего освещения промпредприятий, АЗС
РСП 05-125/ДОЗ-УЧ	1	125	336	390	1,35	Для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, незащищенные
РСП 05-250/ДОЗ-УЧ	1	250	395	475	1,9	
РСП 05 125-001	1	125	320	365	1,1	
РСП 05-250-011	1	250	369	425	1,5	
РСП 05-400-012	1	400	471	500		
РСП 05-400/ГОЗ-УЧ	1	400	560	607	2,1	
РСП 05-700/ГОЗ-УЧ	1	700	608	616	2,8	
РСП 05-1000/ГОЗ-УЧ	1	1000	630	677	3,9	
РСП 08-80/ЛОО-02	1	80	298	500	8,3	

Окончание табл. П.1.2

1	2	3	4	5	6	7
РСП 07-400/Л50-04 УЧ	1	400	435	630	12,9	
РСП 11-125-001 У2	1	125	560	340	3,3	
2 РТС-400 УЗ	1	400	450	565	3,4	
2 РТС-700 УЗ	1	700	620	620	3,5	
2 РТС-1000 УЗ	1	1000	620	655	3,6	
РСП 11х400-001-УЗ	1	400			11,5	Для общего освещения пыльных помещений, взрыво-опасных и пожароопасных.
РСП 12-250-001-У2	1	250	420	405	4,5	Для общего освещения пыльных помещений, взрыво-опасных и пожароопасных.
РСП 38М-250	1	250				
РСП 08-125/ЛОО-02	1	125	298	500	8,3	
РСП 08-250/ЛОО-02	1	250	348	550	10,6	
РСП 07-125/Л50-04 УЧ	1	125	298	470	6	
РСП 07-250/Л50-04 УЧ	1	250	348	545	10,6	

Таблица П.1.3

Характеристики светильников с лампами накаливания

Тип светильника	Кол. ламп шт.	Мощность ламп	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Примечания
			длина	ширина	высота		
НСП 17 –100-002	1	100	220	220	190	1,0	Общее освещение производственных зданий и рабочих мест в помещениях специального назначения (лаборатории и др.)
НСП 47-200	1	200					С решеткой
НСП 41-200-003	1	200	300	190		2,3	Защитная сетка
НББ 61-60	1	60	222	150		1,0	Настенный светильник

Таблица П.1.4

Характеристики светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Кол. ламп шт.	Мощ нос-ть ламп	Габаритные размеры, мм			Мас-са, кг	груп -па	Примечания
			длина	ши-ри-на	высо-та			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
OWR/R	4	18	595	595	110	8		Для освещения производственных «Чистых» помещений в фармацевтической и радиоэлектронной промышленности
PAC	2	36	185	1293	105	4,3		Применяется во влажных и пыльных помещениях химических предприятий
LZ	2	36	176	1266	97	3,7		Пылевлагозащищенное исполнение для химических предприятий

Продолжение табл. П.1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
KRK	2	36	126	1257	124	2,4		Корпус из стойкого влаго- и кислотоустойчивого стеклопластика
PTF	4	14	595	595	60	5		Применяется в офисных помещениях, рабочих кабинетах с использованием ПК
PRBLUX	4	18	300	595	100	5,3		Применяется в офисных помещениях, рабочих кабинетах с использованием ПК
DR.OPL	4	18	595	595	110	5,7		Применяется для внутреннего освещения, устойчив к старению
ЛПО 01-2х36-001	2	36	1240	145	52	2,6	3	Для общего освещения общественных зданий с нормальными условиями среды при *t*= 10-25 ^{0}С и влажности 70□%. Тип лампы- ЛБ
ЛПО 01-2х65/Д-01	2	65	1613	255	118	11	8	Для общего освещения общественных зданий
ЛПО 01-4х40/Д-04	4	40	1313	530	127	19	8	Рассеиватель вогнутый из органического стекла
ЛПО 01-4х65/Д-04	4	65	1613	530	127	22		
ЛПО 46-20-000	1	20	450	640	59	1,2	3	Для общего освещения общественных зданий
ЛПО 46 4х18-005	4	18	624	624	94	8,0		Допускается применение ламп мощностью 20 Вт
ЛПО 46-2х36-014	2	36	600	1245	150	2,6	3	Для общего освещения общественных зданий, рассеиватель прозрачный овальный
ЛД-2х40	2	40	1240	270	210	11	1	Для освещения производственных помещений
ЛД-2х80	2	80	1540	270	210	17		
ЛСП 02-2х36-001	2	36	1240	226	158	4,4		Отражатель без отверстий, без экранирующей решетки
ЛСП 02-2х36-005	2	36	1269	180	215	5,5		Отражатель «кососвет», с экранирующей решеткой
ЛСП-02-2х40/Д00-07УЧ	2	40	1234	276	156	9		С металлической экранизирующей решеткой
ЛСП-02-2х65/Д00-07УЧ	2	65	1534	276	168	10	1	

Продолжение табл. П.1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЛСП-02-2х80/Д00-07УЧ	2	80		276	175	13		
ЛСП 22-65-001	1	65	1625	94	254		1	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
ЛСП 22 2х65-001	2	65	1625	148	254		1	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
ЛСП 24-20-001	1	20	680	76	586	1,9	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
ЛСП 24-2х36-401	2	36	1300	170	560	4,3	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
ЛСП 24-40-001	2	40	1290	76	586	2,8	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
ЛСП 24-65-101	1	65	1590	190	596	6,8	1	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий
УСП 5 2х40	2	40	1270	236	102	6,8		Обрамление металлическое, рассеиватель из оргстекла. Для общественных зданий.
УСП 5 4х40	4	40	1270	448	102	12,6	12	
УСП 5 6х40	6	40	1270	660	102	18,5		
УСП 9 2х40	2	40	1270	274	102	7,2		Металлические торцевины с экранизирующей Решеткой из полистирола
УСП 9 4х40	4	40	1280	486	102	12,4	15	
УСП 9 6х40	6	40	1270	698	102	17,5		
ПВЛМ 1х40	1	40	1325	90	160	7,9		
ПВЛМ 1х80	1	80	1625	90	160	7,9		Тип лампы ЛБР
ПВЛМ 2х40	2	40	1325	148	160	8,3		

Окончание табл. П.1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПВЛМ 2х80	2	80	1625	148	160	8,3		
ПВЛМ 2-2х40	2	40	1350	230	180	10	5	Корпус из стеклопластика. Рассеиватель из опалового стекла. Для общего освещения производственных помещений с повышенным содержанием пыли и относительной влажностью свыше 75%, в пожароопасных помещениях при t = 25-35 ^{0}С
ПВЛМ 2х36-22	2	36	1325	148	174			
ПВЛМ –П –36-002	1	36	1269	65	132			Общее освещение пыльных, сырых и влажных производственных помещений - пластмассовый
ПВЛМ П-2х40-403	2	40	1269	226	230			С отражателем, с окнами, с решеткой
ПВЛМ ДО-2х40-02	2	40	1325	226	174		5	Корпус стальной, штампованный, внутренняя полость светильника защищена от попадания пыли и влаги уплотнительными прокладками
НОГЛ-1х80	1	80						Для общего освещения производственных помещений при t =5-35^{0}С ,относительной влажности 95%
НОГЛ-2х80	2	80					6	
НОДЛ-1х40	1	40						
НОДЛ-2х40	2	40						Тип лампы ЛБ, ЛТБ, ЛД, ЛДЦ.
ПВЛП 2х40	2	40	1350	230	180	10		Взрывозащищенные, полностью пылезащищенные.

Таблица П.1.5

Нормируемые показатели освещения основных помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий

Помещения	Плоскость (Г - горизонтальная, В - вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности %, не более	КЕО $e_н$, %		КЕО $e_н$, %	
			при комбинированном освещении	при общем освещении				при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Административные здания (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты, управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и т.п.)											
1. Кабинеты и рабочие комнаты	Г-0,8	1-б	400/200	300	-	40	15	3,0	1,0	1,8	0,6
2. Проектные залы и комнаты, конструкторские, чертежные бюро	Г-0,8	1-а	600/400	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
3. Макетные, столярные и ремонтные мастерские	Г-0,8 на верстаках рабочихх	IIIв	750/200	300	-	40 [1]	15/20	-	-	3,0	1,2
4. Помещения для работы с дисплеями и ВДТ, дисплейные залы	В-1,2 (на экране дисплея)	2-б	-	200	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. П.1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Г-0,8 на рабочих столах	2-а	500/300	400	-	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
5. Конференц-залы, залы заседаний	Г-0,8	3-г	-	300	75	60	20	2,5	0,7	1,5	0,4
6. Читальные залы	Г-0,8	2-а	500/300	400	150	40	15	3,5	1,2	2,1	0,7
7. Лаборатории: органической и неорганической химии, физические, спектрографические, микроскопные, рентгеноструктурного анализа, радиоизмерительные, электронных устройств.	Г-0,8	2-а	500/300	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
8. Аналитические лаборатории	Г-0,8	1-а	600/400	500	-	40	10	4,0	1,5	2,4	0,9
Учреждения общего образования, начального, среднего и высшего специального образования											
9. Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и ВУЗах	Г-0,8 на рабочих столах и партах	2-а	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
10. Кабинеты информатики и вычислительной техники	В-1,0 (на экране дисплея)	2-б	-	200	-	-	-	-	-	-	-

Окончание табл. П.1.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Г-0,8 на рабочих столах и партах	2-а	500/300	400	-	15	10	3,5	1,2	2,1	0,7
11. Крытые бассейны	Г - поверхность воды	1-в	-	150	-	60	20	2,0	0,5	1,5	0,4
12. Актовые залы, киноаудитории	Г-0,0	Д	-	200	75	90	-	-	-	-	-
13. Эстрады актовых залов	В-1,5	Г	-	300	-	-	-	-	-	-	-
14. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г-0,8	1-б	-	300	-	40	15	3,0	1,0	1,8	0,6
15. Учебные кабинеты технического черчения и рисования	Г-0,8	2-а	500/500	500	-	40	10	4,0	1,5	2,1	1,3
Магазины											
16. Торговые залы магазинов: книжных, готового платья, обуви, меховых изделий, головных уборов, парфюмерных, ювелирных, электро-, радиотоваров.	Г-0,8	1-б	-	300	100	40	15	-	-	-	-

Таблица П.1.6

Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО $e_н$, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего		P, не более	$K_п$ %, не более				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	-	20	10	-	-	6,0	2,0
						4500	500	-	10	10				
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10				
				Средний	Темный	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный	2000	200	600	10	10				
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	20	10				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний	1250	200	300	10	10				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	20	10	-	-	4,2	1,5
						3500	400	-	10	10				
			б	Малый	Средний	3000	300	750	20	10				
				Средний	Темный	2500	300	600	10	10				

Продолжение табл. П.1.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			в	Малый	Светлый	2000	200	500	20	10				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный	1500	200	400	10	10				
			г	Средний	Светлый	1000	200	300	20	10				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний	750	200	200	10	10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	-	-	3,0	1,2
						1500	200	400	20	15				
			б	Малый	Средний	1000	200	300	40	15				
				Средний	Темный	750	200	200	20	15				
			в	Малый	Светлый	750	200	300	40	15				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный	600	200	200	20	15				
			г	Средний	Светлый	400	200	200	40	15				
				Большой	Светлый									
				Большой	Средний									
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	Малый	Средний	500	200	200	40	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый									
				Средний	Средний	400	200	200	40	20				
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый									
				Большой	Светлый	-	-	200	40	20				
				Большой	Средний									
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	Малый	Средний	-	-	200	40	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый									
				Средний	Средний	-	-	200	40	20				
				Большой	Темный									

Продолжение табл. П.1.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			г	Средний	Светлый									
				Большой	Светлый	-	-	200	40	20				
				Большой	Средний									
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом процесса:постоянное		VII	а	То же		-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
периодическое при постоянном пребывании людей			б	То же		-	-	75	-	-	1,0	0,3	0,7	0,2

Окончание табл. П.1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
то же, при перио-дичес-ком			в	То же	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2	
общее наблю-дение за инже-нерными комму-никаци-ями			г	Независи-мо от характери-стик фона и контра-ста объекта с фоном	-	-	20			0,3	0,1	0,2	0,1	

Примечания. 1. Для подразряда норм от Iа до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в гр. 7-11. 2 Освещенность следует принимать с учетом ступеней освещенности. 3 Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. Для протяженных объектов различения эквивалентный размер выбирается по табл. П.1.5. 4 Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в». 5 Показатель ослепленности регламентируется в гр. 10 только для общего освещения (при любой системе освещения). 6 Коэффициент пульсации $K_п$ указан в гр. 10 для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения. $K_п$ от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %. 7 Предусматривать систему общего освещения для разрядов I-III, IVа, IVб, IVв, Vа допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с Роспотребнадзором. 8 В районах с температурой наиболее холодной пятидневки по СНиП 23-01 [6] минус 28°С и ниже нормированные значения КЕО при совмещенном освещении следует принимать по табл. П.1.7.

Таблица П.1.7

Нормы освещенности в зависимости от времени

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	цилиндрическая освещенность, лк	объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности $K_п$, %, не более	КЕО $e_н$, %, при верхнем или комбинированном	КЕО $e_н$, %, при боковом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения:										
очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	500	150*	21 14**	10	4,0	1,5
			2	Менее 70	400	100*	21 14**	10	3,5	1,2
высокой точности	От 0,30 до 0,50	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7
средней точности	Более 0,5	В	1	Не менее 70	150	50*	24 18**	20 15***	2,0	0,5
			2	Менее 70	100	Не регламент.	24 18**	20 15***	2,0	0,5

Продолжение табл. П.1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов:	Независимо от размера объекта различения			Независимо от продолжительности зрительной работы				Не регламентируется		
при высокой насыщенности помещений светом		Г	-		300	100	24		3,0	1,0
при нормальной насыщенности помещений светом		Д	-		200	75	25		2,5	0,7
при низкой насыщенности помещений светом		Е	-		150	50	25		2,0	0,5
Общее ориентирование в пространстве интерьера:	То же	Ж		То же		Не регламентируется				
при большом скоплении людей			1		75					
при малом			2		50					

скоплении										
Окончание табл. П.1.7										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общее ориентирование в зонах передвижения:	То же	З		То же		То же				
при большом скоплении людей			1		30					
при малом скоплении людей			2		20					

*Дополнительно регламентируется в случаях специальных архитектурно-художественных требований.

**Нормируемое значение объединенного показателя дискомфорта в помещениях при направлении линии зрения преимущественно вверх под углом 45° и более к горизонту и в помещениях с повышенными требованиями к качеству освещения (спальные комнаты в детских садах, яслях, санаториях, дисплейные классы в школах, средних специальных учебных заведениях и т.п.).

***Нормируемое значение коэффициента пульсации $K_п$ для детских, лечебных помещений с повышенными требованиями к качеству освещения.

Примечания. 1 Освещенность следует принимать с учетом следующего положения: Нормы освещенности следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях: а) при работах разрядов А-В при специальных повышенных санитарных требованиях (например, в некоторых помещениях общественного питания и торговли); б) при отсутствии в помещении с постоянным пребыванием людей естественного света; в) при повышенных требованиях к насыщенности помещения светом для зрительных работ разрядов Г-Е (зрительные и концертные залы, фойе уникальных зданий и т.п.); г) при применении системы комбинированного освещения административных зданий (кабинеты, рабочие комнаты, читальные залы библиотеки); д) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

Нормы освещенности следует снижать на одну ступень по шкале освещенности для разрядов Г-Е при использовании источников света улучшенной цветопередачи ($R_a \geq 90$) при условии сохранения нормы по коэффициенту пульсации.

2 Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы устанавливаются при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от работающего при среднем контрасте объекта различения с фоном и светлым фоном. При уменьшении (увеличении) контраста допускается увеличение (уменьшение) освещенности на 1 ступень по шкале освещенности.

.

Таблица П.1.8

Коэффициенты запаса для естественного и искусственного освещения

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса $K_з$			Коэффициент запаса $K_з$			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников по табл. 12			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:								
а) св. 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0 / 18	1,7 / 6	1,6 / 4	2,0 / 4	1,8 / 4	1,7 / 4	1,5 / 4
б) от 1 до 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8 / 6	1,6 / 4	1,6 / 2	1,8 / 3	1,6 / 3	1,5 / 3	1,4 / 3
в) менее 1 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,5 / 4	1,4 / 2	1,4 / 1	1,6 / 2	1,5 / 2	1,4 / 2	1,3 / 2
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	1,8 / 6	1,6 / 4	1,6 / 2	2,0 / 3	1,8 / 3	1,7 / 3	1,5 / 3

Продолжение табл. П.1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:								
а) с технического этажа		1,3/4	-	-	-	-	-	-
б) снизу из помещения		1,4/2	-	-	-	-	-	-
3 Помещения общественных и жилых зданий:								
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камееры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	1,7/2	1,6/2	1,6/2	2,0/3	1,8/3	1,7/3	1,6/3
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, офисные помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	1,4/2	1,4/1	1,4/1	1,5/2	1,4/2	1,3/1	1,2/1
4 Территории с воздушной средой, содержащей:								
а) большое количество пыли (более 1 мг/м^3)	Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	15/4	1,5/4	1,5/4	-	-	-	-
б) малое количество пыли (менее 1 мг/м^3)	Территории промышленных предприятий, кроме указанных в подп. «а» и общественных зданий	1,5/2	1,5/2	1,5/2	-	-	-	-

Окончание табл. П.1.8								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5 Населенные пункты	Улицы, площади, дороги, территории жилых районов, парки, бульвары, пешеходные тоннели, фасады зданий, памятники	1,6/2	1,5/2	1,5/1	-	-	-	-
	транспортные тоннели	-	1,7/2	1,7/2	-	-	-	-

Примечания. 1 Значения коэффициента запаса, указанные в гр. 6-9, следует умножать: на 1,1 - при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армопленки и матированного стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации; на 0,9 - при применении органического стекла. 2 Значения коэффициентов запаса, указанные в гр. 3, следует снижать при односменной работе по поз 1б, 1г - на 0,2; по поз. 1в - на 0,1; при двухсменной работе - по поз. 1б, 1г - на 0,15.

Таблица П.1.9

Максимально допустимые удельные установленные мощности искусственного освещения в помещениях общественных зданий

Освещенность на рабочей поверхности, лк	Индекс помещения	Максимально допустимая удельная установленная мощность, Вт/м^2, не более
500	0,6	42
	0,8	39
	1,25	35
	2,0	31
	3 и более	28
400	0,6	30
	0,8	28
	1,25	25
	2,0	22
	3 и более	20
300	0,6	25
	0,8	23
	1,25	20
	2,0	18
	3 и более	16
200	0,6-1,25	18
	1,25-3,0	14
	Более 3	12
150	0,6-1,25	15
	1,25-3,0	12
	Более 3	10
100	0,6-1,25	12
	1,25-3,0	10
	Более 3	8

Примечание. Значения в таблице 11 приведены с учетом потребления мощности пускорегулирующих устройств, а также устройств управления освещением.

Таблица П.1.10

Эксплуатационные группы светильников

Конструктивно-светотехнические схемы светильников		I			II			III			IV		V		VI		VII
С лампами накаливания и ГЛВД	А																
С люминесцентными лампами	Б1																
	Б2												—		—		
Группа твердости светотехнических материалов (покрытий)		Т	СТ	М	Т	СТ	М	Т	СТ	М	Т	СТ	Т	СТ	Т	СТ	Т
Эксплуатационная группа светильников		5	4	3	6	5	4	2	2	1	7	6	5	4	6	5	7

Таблица П.1.11

Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами.	70
Побеленные стены при незавешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок.	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями.	30
Стены и потолок в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями.	10
Бумага белая ватманская	87-76
Бумага писчая белая	82-76
Красный кирпич	10-8
Дерево сосна светлая	50
Дерево фанера	38
Дерево дуб светлый	33
Белый мрамор	80
Белая фаянсовая плитка	70
Обои белые, кремовые, светло-желтые	85-65
Обои темные	25
Оконное стекло (толщина 1-2 мм)	8

Таблица П.1.12

Коэффициент использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип свети-тиль-ника	Светильники группы 1 -3					Светильники группы 5					Светильники группы 6					ПВЛМ-2х40; 1х80 с лампами ЛБР					ПВЛМ-1х40; 1х80 с лампами ЛБР				
$\rho_п$ %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_с$ %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{пол}$%	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
Коэффициент использования, %																									
0,5	28	27	21	18	16	22	18	13	11	9	20	20	16	13	12	28	27	20	13	11	27	26	17	12	11
0,6	33	32	25	22	20	25	23	17	14	12	26	25	20	17	16	33	32	22	17	14	31	30	21	16	14
0,7	38	36	30	26	24	28	27	20	16	15	30	29	24	21	20	38	36	27	20	17	36	34	25	20	17
0,8	42	39	33	29	28	31	29	23	19	17	34	31	27	24	22	42	40	30	23	20	39	37	28	22	20
0,9	46	42	37	32	31	34	32	26	21	19	37	34	30	26	25	47	44	34	26	22	43	40	35	25	22
1,0	49	45	40	35	34	37	34	28	23	21	40	36	32	29	28	51	47	37	29	25	47	43	34	28	25
1,1	52	48	42	38	36	39	36	30	25	23	42	38	34	31	30	54	50	39	31	27	50	46	37	30	27
1,25	55	50	45	40	39	42	38	32	27	25	44	40	36	33	32	57	53	42	34	29	52	48	39	32	29
1,5	60	54	49	45	44	46	42	36	30	28	48	44	40	37	36	63	57	47	38	33	58	52	44	36	33
1,75	63	57	52	48	47	49	44	38	33	30	50	46	42	39	38	67	61	50	42	36	61	56	47	40	36
2	65	59	55	51	49	51	46	40	35	32	52	48	44	41	40	70	63	53	44	38	64	58	49	42	38
2,25	68	62	57	53	52	53	48	42	37	34	54	49	46	43	42	73	66	55	47	40	67	60	51	44	40
2,5	70	63	58	55	54	55	50	43	39	35	56	50	47	45	44	76	68	57	49	42	69	63	53	47	41
3	73	65	61	58	56	58	52	45	41	37	58	52	49	47	45	80	71	60	52	44	73	65	56	50	44
3,5	75	67	62	60	58	60	53	47	43	39	60	53	50	48	46	82	73	62	54	46	75	67	58	52	46
4	77	68	64	61	59	61	54	48	44	40	61	54	51	49	48	85	75	64	56	48	78	69	60	54	47
5	80	70	67	65	62	65	57	51	48	43	64	56	53	52	50	90	79	69	61	52	82	72	64	58	51

Продолжение табл. П.1.12

Тип свет-ильни-ка	Светильники группы 8					Светильники группы 12					Светильники Группы 17					Светильники группы 15					Светильники группы 16				
$\rho_п$ %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_с$ %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{пол}$%	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
	Коэффициент использования, %																								
0,5	23	20	20	17	10	21	19	19	16	11	18	17	15	13	10	21	20	19	15	12	23	22	20	18	13
0,6	28	26	24	20	14	24	23	22	18	14	21	20	19	16	13	25	24	23	19	15	27	26	24	21	17
0,7	32	30	28	24	17	28	26	25	21	18	24	23	22	19	16	29	27	26	22	19	31	29	28	24	20
0,8	35	33	30	26	19	30	28	27	24	20	27	25	24	21	18	31	29	28	25	21	34	32	31	27	23
0,9	38	35	33	29	21	33	30	30	26	22	29	27	26	23	20	34	32	31	27	23	37	35	34	30	25
1,0	41	38	35	31	23	35	32	32	28	24	32	29	28	25	22	37	34	33	30	25	40	37	36	32	28
1,1	43	40	37	33	25	37	34	33	30	26	33	30	30	27	23	39	35	35	31	27	42	39	38	34	30
1,25	45	41	38	35	27	39	36	35	32	28	35	32	31	28	25	41	37	36	33	29	45	41	40	36	32
1,5	49	45	42	38	30	42	38	38	35	31	38	34	34	31	28	44	40	39	36	32	48	44	40	40	35
1,75	52	47	44	41	32	45	41	40	37	33	40	36	35	33	30	46	42	41	39	35	51	46	45	43	38
2	54	49	45	42	33	46	42	41	39	35	42	38	37	35	31	48	44	42	40	36	53	48	47	44	40
2,25	56	51	47	44	35	48	44	42	40	36	43	39	38	36	33	50	45	44	42	38	55	50	48	46	42
3	60	54	50	48	38	52	46	45	43	40	46	41	40	39	35	54	48	47	45	41	59	53	51	49	45
3,5	62	55	51	49	39	53	47	46	44	41	48	42	41	40	36	55	49	48	46	42	60	54	52	50	46
4	64	56	52	50	40	54	48	47	45	42	49	43	42	40	38	56	50	49	47	43	62	55	53	51	48
5	67	59	54	53	43	57	50	49	47	44	51	45	44	42	40	59	52	50	49	46	65	57	55	54	50

Окончание табл. П.1.12

Коэффициент использования светового потока. Светильники с лампами ДРЛ

Тип свети-тильника	РСП05/ГОЗ; С34ДРЛ					РСП07, РСП08/ЛОО; РСП08/Л50					РСП05/ДОЗ; СД2РТС; РСП08/Д53; СД2РТС				
$\rho_п$ %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_с$ %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{пол}$%	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
	Коэффициент использования, %														
0,5	51	49	45	42	41	23	22	18	12	12	33	29	27	22	20
0,6	56	54	49	46	45	30	30	22	18	16	38	37	31	27	26
0,7	60	57	53	50	50	35	32	27	21	20	43	41	35	32	31
0,8	63	60	56	53	53	40	38	30	25	23	46	44	38	35	34
0,9	66	63	58	56	55	43	39	33	29	26	49	47	41	38	37
1,0	68	65	61	59	57	47	40	37	31	29	52	49	44	40	39
1,1	70	67	62	60	59	50	44	40	33	31	54	51	46	43	41
1,25	73	68	64	62	61	53	50	42	37	34	57	54	48	45	44
1,7	78	71	68	65	64	58	54	46	41	38	62	57	53	49	48
1,75	81	73	70	68	66	62	57	50	44	41	66	60	56	52	51
2,0	82	74	72	69	67	66	60	54	48	44	68	62	58	54	53
2,25	84	75	72	70	68	68	62	56	50	45	70	63	59	56	55
2,5	85	76	73	71	69	70	64	58	52	47	72	65	61	58	56
3,0	86	78	74	73	70	74	67	60	56	50	74	67	62	60	58
3,5	87	78	75	74	71	77	70	62	58	52	76	68	64	62	59
4	89	79	76	74	72	79	77	63	59	53	77	69	65	63	60
5	91	80	78	76	73	82	72	65	63	55	80	71	68	65	63

Таблица П.1.13

Сила света и наивыгоднейшее расположение некоторых типов светильников.

Тип светиль-ника	У	ГС	ШМ	ПУ с отража-телем	СХ	Н4Б-300	В4А-200	ОД	ОДОР	ПВЛ-1	НОГЛ	С3-4-ДРЛ до 300	С3-4-ДРЛ 300
α^0													
0	238	610	63	222	262	240	116	242	208	144	179	460	460
5	229	597	63	222	260	270	122	241	208	144	178	460	460
15	215	510	64	215	255	293	152	241	208	141	175	440	440
25	204	454	63	206	242	248	138	237	209	138	167	400	400
35	195	322	62	195	228	172	118	216	198	131	155	305	305
45	164	186	62	170	190	132	88	183	157	118	138	180	180
55	145	76	60	150	155	106	102	139	104	106	117	50	50
65	122	16	59	128	122	70	82	93	70	92	61	25	25
75	76	5	58	36	28	-	35	40	25	72	14	-	-
85	7	-	56	8	5	-	-	10	10	59	5	-	-
90	3	-	55	-	-	-	-	-	0	52	-	-	-
КПД,%	75	84	67	75	80	80	48	85	88	68	55	-	-
Защитный угол	15	30	-	15	15	15	15	15	15	-	15	-	-
Наименьшая высота подве-са, м	3-4	3-4	2,5-3	3	4	3,5	3	4	3,5	3,5-4	3,5	3,5	4,5
λ_c	1,5	0,9	2,0	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,0	1,0
$\lambda_э$	1,9	1,1	2,8	1,7	1,8	1,8	1,8	-	-	-	-	1,1	1,1

Таблица П.1.14

Световые и электрические параметры люминесцентных ламп (ГОСТ 6825-74 [7]) , ламп накаливания и ртутных ламп высокого давления (ГОСТ 16534-70 [8])

Люминесцентные лампы		Лампы ДРЛ		Лампы накаливания	
Тип лампы	Световой поток, лм	Тип лампы	Световой поток, лм	Мощность лампы	Световой поток, лм
ЛД 15	700	ДРЛ 80	3200	15	105
ЛхБ 15	820	ДРЛ 125	5600	25	220
ЛБ15	835	ДРЛ 250	11000	40	336
ЛТБ 15	850	ДРЛ 400	19000	60	540
ЛД 20	880	ДРЛ 700	35000	100	1000
ЛхБ 20	1020	ДРЛ 1000	50000	150	1710
ЛБ 20	1060			200	2510
ЛТБ 20	1060			300	4100
ЛД 30	1650			500	7560
ЛхБ 30	1940			750	12230
ЛБ 30	2020			1000	17200
ЛТБ 30	2020			1500	26500
ЛДЦ 40	2100				
ЛД 40	2340				
ЛхБ 40	3000				
ЛТБ 40	3000				
ЛБ 40	3120				
ЛДЦ 65	3050				
ЛД 65	3570				
ЛхБ 65	3820				
ЛТБ 65	3980				
ЛБ 65	4650				
ЛДЦ 80	3740				
ЛД 80	4070				
ЛхБ 80	4440				
ЛТБ 80	4440				
ЛБ 80	5220				
ЛхБ 125	8000				
ЛТБ 125	8150				

Примечание. В обозначении люминесцентных ламп:

- ЛДЦ – лампы дневного света улучшенной светопередаче;
- ЛД - лампы дневного света;
- ЛхБ – лампы холодно-белого света;
- ЛТБ – лампы тепло-белого света;
- ЛБ - лампы белого света.

В типах ламп цифры указывают мощность лампы, ВТ.

Приложение 2. Справочные материалы для расчета естественного освещения

Таблица П.2.1

Значения световой характеристики η_o окон при боковом освещении

Отношение длины помещения к его глубине	Значения световой характеристики η_o при отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблица П.2.2

Значения коэффициента τ_1

Вид светопропускающего материала	τ_1
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9 0,8 0,75
Стекло витринное толщиной 6-8 мм	0,8
Стекло листовое армированное	0,6
Стекло листовое узорчатое	0,65
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное контрастное	0,65 0,75
Органическое стекло: прозрачное молочное	0,9 0,6
Пустотелые стеклянные блоки: светорассеивающие светопрозрачные	0,5 0,55
Стеклопакеты	0,8

Таблица П.2.3

Значения коэффициента τ_2

Вид переплета для окон промышленных зданий	τ_2
Переплеты деревянные : одинарные спаренные двойные раздельные	0,75 0,7 0,6
Переплеты стальные: одинарные открывающиеся одинарные глухие двойные открывающиеся двойные глухие	0,75 0,9 0,6 0,8

Таблица П.2.4

Значения коэффициента τ_3

Несущие конструкции покрытий	τ_3
Стальные формы	0,9
Железобетонные и деревянные формы и арки	0,8
Балки и рамы сплошные при высоте сечения : 50 см и более менее 50 см	0,8 0,9

Таблица П.2.5

Значение коэффициента τ_4

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	τ_4
Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные внутренние, наружные)	1
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45^0 при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90^0 к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	 0,65 0,75
Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более 30^0 с защитным углом от 15 до 45^0 (многоступенчатые)	0,8 0,9-0,6

Таблица П.2.6

Значения коэффициента $K_{зд}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием P к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна $H_{зд}$

$P/H_{зд}$	0,5	1	1,5	2	3 и более
$K_{зд}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1

Таблица П.2.7

Значения коэффициента $K_ф$

Тип фонаря	$K_ф$
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с наклонным односторонним остеклением (шеды)	1,3
Фонари с вертикальным односторонним остеклением (шеды)	1,4

Таблица П.2.8

Значение коэффициента r_1

Отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности верха окна	Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения	Значения r_1 при боковом освещении									Значения r_1 при боковом двустороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине																	
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,5	1,25	1,15	1,1
Свыше 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,35	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	7,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
Свыше 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1	1,05	1,05	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,05	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,15
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1	1	1,1	1,35	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,6	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,4	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,1	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3

Окончание табл. П.2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
Свыше 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,8	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9

Таблица П.2.9

Значения световой характеристики фонарей $\eta_ф$

Тип фонарей	Количество пролетов	Значения световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения к ширине пролета								
		от 1 до 2			от 2 до 4			более 4		
		Отношение высоты помещения к ширине пролета								
		0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1	0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1	0,2 - 0,4	0,4 - 0,7	0,7 - 1
С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные, М-образные)	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три и более	4,3	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6

Таблица П.2.10

Значения коэффициента r_2

Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления, к ширине пролета	Значения коэффициента r_2								
	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$\rho_{ср} = 0,5$			$\rho_{ср} = 0,4$			$\rho_{ср} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
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.2.11

Значения коэффициента β_a .в зависимости от ориентации светового проема и плотности застройки

Отношение высоты зданий к расстоянию между ними *H/P*	Ориентация окон по сторонам горизонта				
	Ю	ЮВ, ЮЗ	В,З	СВ,СЗ	С
0	1,34	1,32	1,24	1,09	1,00
0,176	1,33	1,31	1,23	1,08	1,00
0,364	1,32	1,28	1,18	1,06	1,00
0,577	1,28	1,24	1,11	1,01	1,00
0,833	1,23	1,16	1,05	1,00	1,00
1,192	1,16	1,08	1,02	1,00	1,00
1,773	1,08	1,03	1,00	1,00	1,00
2,747	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица П.2.12

Значения коэффициента ориентации фасада здания γ_a

№ п/п	Ориентация фасада	γ_a
1	Ю	1,33
2	ЮВ, ЮЗ	1,25
3	СВ, СЗ	1,06
4	С	1,00
5	В (З)	1,13

Таблица П.2.13

Значения коэффициента *q* , учитывающего неравномерную яркость небосвода

Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град	коэффициент *q*	Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град	коэффициент *q*
2	0,46	46	1,04
6	0,52	50	1,08
10	0,58	54	1,12
14	0,64	58	1,16
18	0,69	62	1,18
22	0,75	66	1,21
26	0,80	70	1,23
30	0,86	74	1,25
34	0,91	78	1,27
38	0,96	82	1,28
42	1,00	86	1,28

Примечание. При промежуточных значениях угловой высоты значения коэффициента находят линейной интерполяцией.

Таблица П.2.14

Значения средней относительной яркости фасадов противостоящих зданий $b_ф$

Средне-взв-ешенный коэффи-циент отражения фасада $\rho_ф$	Коэффициент отражения подстилаю-щей поверх-ности $\rho_{пп}$	Отношение расстояния между здания-ми P к длине противостояще-го здания $l_{пз}$	Значения средней относительной яркости фасадов противостоящих зданий при отно-шении длины противостоящего здания $l_{пз}$ к его высоте H					
			0,50	1,00	1,5	2,00	3,00	4,00
0,6	0,2	1,00	0,075	0,252	0,323	0,354	0,376	0,383
0,6	0,2	0,50	0,173	0,324	0,368	0,382	0,389	0,390
0,6	0,2	0,25	0,234	0,351	0,379	0,387	0,389	0,388
0,6	0,3	1,00	0,023	0,230	0,318	0,358	0,391	0,403
0,6	0,3	0,50	0,123	0,317	0,376	0,398	0,411	0,415
0,6	0,3	0,25	0,201	0,351	0,393	0,407	0,415	0,416
0,5	0,2	1,00	0,054	0,189	0,248	0,276	0,299	0,308
0,5	0,2	0,50	0,125	0,254	0,285	0,300	0,312	0,315
0,5	0,2	0,25	0,168	0,265	0,295	0,306	0,313	0,315
0,5	0,3	1,00	0,017	0,172	0,244	0,279	0,310	0,323
0,5	0,3	0,50	0,095	0,238	0,290	0,312	0,329	0,335
0,5	0,3	0,25	0,143	0,264	0,304	0,320	0,332	0,337
0,4	0,2	1,00	0,038	0,137	0,184	0,208	0,229	0,238
0,4	0,2	0,50	0,088	0,179	0,213	0,228	0,240	0,245
0,4	0,2	0,25	0,119	0,195	0,222	0,233	0,242	0,246
0,4	0,3	1,00	0,012	0,124	0,180	0,209	0,237	0,249
0,4	0,3	0,50	0,067	0,174	0,216	0,236	0,253	0,260
0,4	0,3	0,25	0,101	0,193	0,228	0,243	0,256	0,262

Примечания. 1. Приведенные в таблице значения $b_ф$ относятся к застройке с параллельным расположением зданий. При других типах застройки (здания расположены под углом к друг другу, образуют полузамкнутый или замкнутый двор) значения $b_ф$ определяются в соответствии с методами теоретической фотометрии. 2. При значениях $b_ф$, $\rho_ф$, $\rho_{пп}$, $P/l_п$, $l_{пз}/H$, отличных о приведенных в таблице, коэффициент $b_ф$ определяется интерполяцией.

Таблица П.2.15

Коэффициенты светового климата в зависимости от группы административного района и ориентации световых проемов по сторонам горизонта

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата *m*				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ					
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Примечание. С - северное; СВ - северо-восточное; СЗ - северо-западное; В - восточное; З - западное; С-Ю - север-юг; В-З -восток-запад; Ю - южное; ЮВ - юго-восточное; ЮЗ - юго-западное.

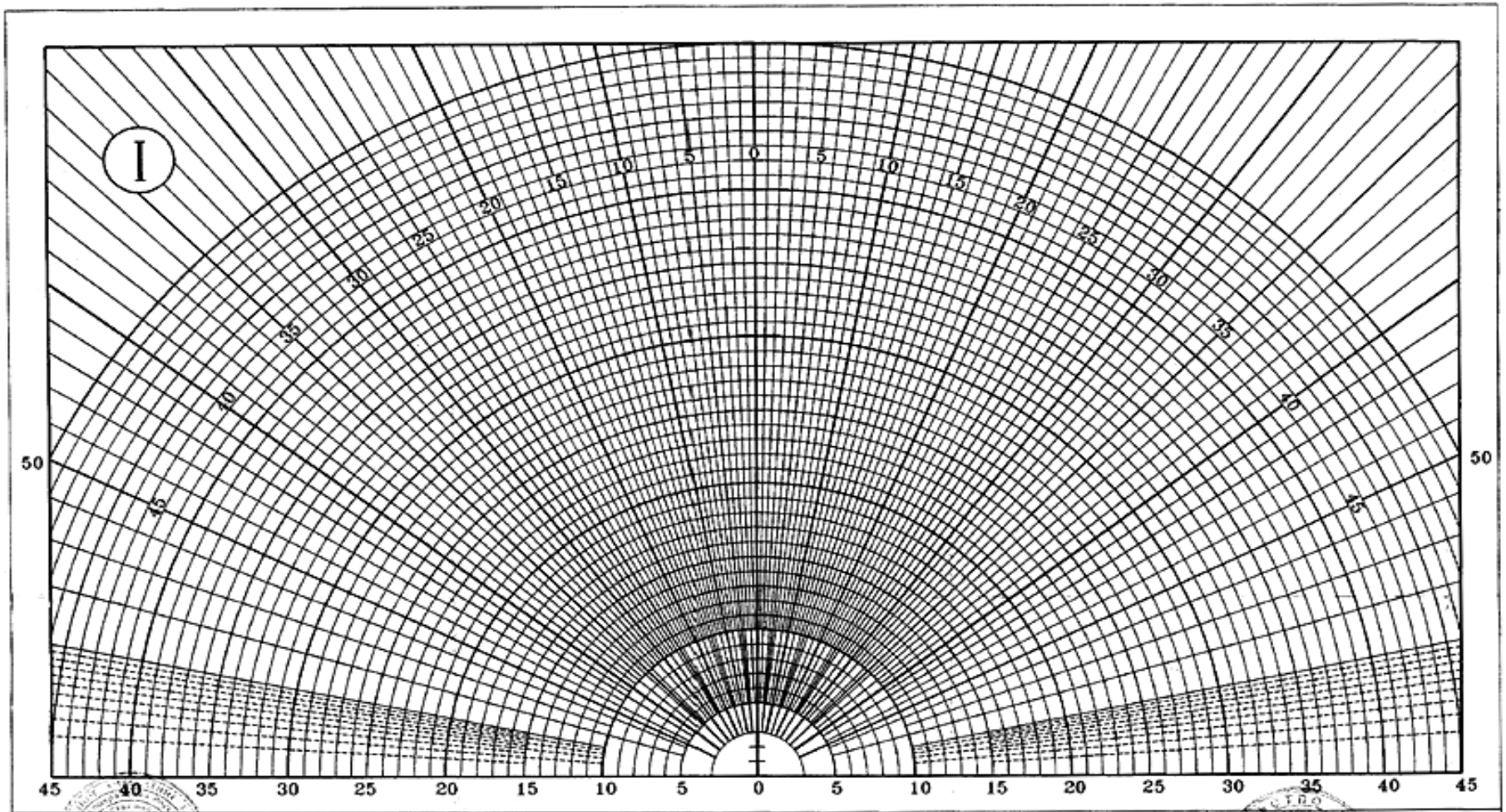
.

Таблица П.2.16

Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	Владимирская, Калужская области, Камчатский край, Кемеровская область, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Курганская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Омская области, Пермский край, Рязанская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Свердловская, Смоленская, Тульская, Тюменская области, Удмуртская Республика, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.), Челябинская область, Чувашская Республика, Чукотский автономный округ
2	Белгородская, Брянская, Волгоградская, Воронежская области, Забайкальский край, Кабардино-Балкарская Республика, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Курская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Пензенская области, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Ингушетия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Северная Осетия - Алания, Республика Тыва, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Тамбовская, Ульяновская области, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Ханты-Мансийский автономный округ, Чеченская Республика
3	Вологодская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Костромская, Ленинградская, Ненецкий автономный округ, Новгородская, Псковская области, Республика Карелия, Тверская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ярославская область
4	Архангельская, Мурманская области
5	Астраханская, Амурская области, Краснодарский край, Приморский край, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Ростовская область, Ставропольский край

Приложение 3. Графики для расчета геометрического КЕО [1]



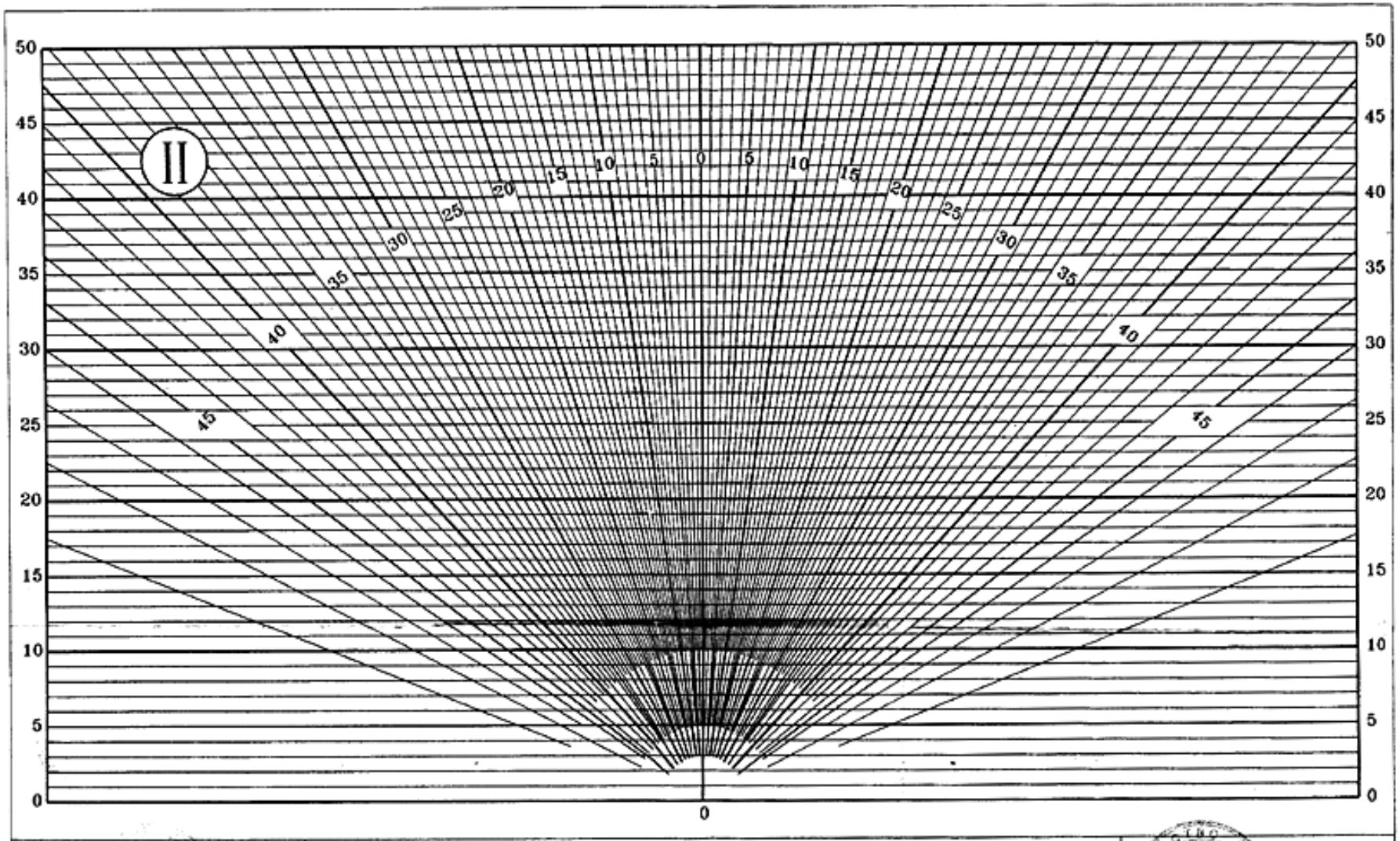
Центр. государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г.Москве

м.п. /Н.Н. Филатов/

График I для расчета геометрического КЕО

Московская государственная вневедомственная экспертиза

м.п. /Н.В. Оболенский/



Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г.Москве

м.п. /Н.Н. Филатов/

График II для расчета геометрического КЕО

Московская государственная вневедомственная экспертиза

м.п. /Л.В. Оболенский/

102

Трунова Ирина Геннадьевна
Елькин Анатолий Борисович

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Редактор О.В. Пугина

Технический редактор Т.П. Новикова

Подписано в печать .2013 Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,35
Уч. - изд. л. . Тираж экз. Заказ .

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ.
Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.