

Методы расчета освещения

Качественное **освещение** всегда имело большое значение для благополучной жизни человека. Свыше 90 % информации человек получает через глаза, путем обработки зрения. По этой причине при проектировании системы освещения важно использовать эффективные **методы расчета освещения**. Хорошее освещение способно создать удобную обстановку, которая может тонизировать и успокаивать нервную систему, поднимать настроение.

Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать **освещенность помещений**, в которых будут постоянно пребывать люди. Особенно важна освещенность в детских учреждениях (детских садах и школах), больницах, кабинетах и т.п. Это связано с напряженной зрительной работой, которую будут производить люди в этих помещениях.

Освещение помещений бывает естественное и искусственное.

Естественное освещение это освещение помещения через окна, потолки и другие прозрачные строительные конструкции.

Искусственное освещение бывает двух видов: общее и комбинированное.



Комбинированное освещение рекомендуется там, где нужна высокая точность выполняемых работ, где возникают специфические требования к освещению, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), а также там, где на различных рабочих местах производственного помещения требуется различная (резко отличающаяся) величина освещенности.

Система общего освещения может быть рекомендована в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (в литейных цехах), а также там, где создание местного освещения затруднительно. Для обеспечения наиболее благоприятного соотношения яркости в поле зрения при комбинированном освещении светильники общего освещения должны создавать на рабочей поверхности не менее нормируемой освещенности.

Рабочее (общее) освещение – это основное освещение, которое обеспечивает нормальные условия для нахождения человека в помещении. Под нормальными понимаются условия жизнедеятельности человека, при которых он не напрягает зрение, чтобы выполнить любое действие для которого данное помещение

предназначено.

Проще говоря, если вы пришли в супермаркет и пытаетесь прочитать мелкий текст на упаковке товара, то вам необходима освещенность не ниже 300 люкс, что и предусмотрено в строительных нормах РФ. Документ, подробно описывающий **нормы освещенности** называется СНиП 23-05-95.

Особенно важно учитывать нормы освещенности в помещениях, где люди длительно выполняют напряженную зрительную работу. На рабочих местах с таким видом работ необходимо предусматривать дополнительное местное освещение.

Источниками света в современных светильниках являются три основных вида ламп:

- **лампы накаливания** – это самый простой прибор, преобразующие электрическую энергию в световую путем обычного нагревания вольфрамовой спирали.

- **газоразрядные лампы** – к этой категории относятся лампы в основе которых лежит свет, производимый электрическим разрядом в газе или парах металла. Данные светильники занимают преобладающие позиции среди осветительных приборов. Виды таких ламп отличаются многообразием: это и «энергосберегающие» лампы, активно проталкиваемые последнее время в массы, и ртутные лампы типа ДРЛ, используемые в прожекторах, и лампы уличного освещения (натриевые ДНаТ) и многие другие.

- **светодиодные лампы** – новое и перспективное развитие осветительных приборов, связанное с появлением сверхярких светодиодов.

В таком разнообразии несложно заблудиться. Попробуем провести сравнение столь разных источников света. Основным параметром будем считать эффективность источника света, то есть сколько света он производит, потребив 1 Ватт электроэнергии (лм/Вт).

№ п/п	Наименование источника света	Светоотдача
1	Лампа накаливания	20 лм/Вт
2	Газоразрядная лампа (энергосберегающая)	90 лм/Вт
3	Светодиодная лампа	130 лм/Вт

Из таблицы видно, что лампа накаливания безнадежно проигрывает остальным источникам освещения.

Однако не стоит забывать про качество светового потока – оптимальным для восприятия человеческого глаза считается солнечный свет. Лампа накаливания производит спектр света, который наиболее близок к солнечному.

Наряду с рабочим освещением в соответствии со СНиП в производственных помещениях может быть предусмотрено **аварийное освещение** для эвакуации работающих и аварийное освещение для продолжения работ.

Аварийное освещение для эвакуации работающих из помещений при

отключении рабочего освещения должно создавать в линии основных проводов на уровне пола освещенность не менее 0,5лк, а на открытых территориях - не менее 0,25лк.

Аварийное освещение для продолжения работ следует предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования механизмов может вызвать:

- -взрыв, пожар, отравление людей;
- -длительное нарушение технологического процесса.

Светотехническим расчетом могут быть определены:

- мощность ламп, необходимая для получения заданной освещенности при выбранном типе, расположении и числе светильников;
- число и расположение светильников, необходимых для получения заданной освещенности при выбранном типе светильников и мощности ламп в них;
- расчетная освещенность при известном типе, расположении светильников и мощности ламп в них.

Основными при проектировании являются задачи первого вида, поскольку тип светильников и их расположение должны выбираться исходя из качества освещения и его экономичности.

Решение задач при расчете освещения второго вида производится, если мощность ламп точно задана, например необходимо применить светильники с люминесцентными лампами мощностью 80 Вт.

Задачи третьего вида решаются для существующих установок, если освещенность невозможно измерить, и для проверки проектов и расчетов, например, для проверки точечный методом расчетов, выполненных методом коэффициента использования.

Выполнение светотехнических расчетов возможно методами:

- 1) **методом коэффициента использования светового потока,**
- 2) **методом удельной мощности,**
- 3) **точечным методом.**

Метод коэффициента использования светового потока применяется для (расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

Суть метода заключается в вычислении коэффициента для каждого помещения, исходя из основных параметров помещения и светоотражающих свойств отделочных материалов. Недостатками такого метода расчета являются высокая трудоемкость расчета и невысокая точность. Таким методом производится расчет внутреннего освещения.

Метод удельной мощности применяется для приближенного предварительного

определения установленной мощности осветительной установки.

Точечный метод расчета освещения применяется для расчета общего равномерного и локализованного освещения, местного освещения независимо от расположения освещаемой поверхности при светильниках прямого света. Согласно данной методики освещенность определяется в каждой точке рассчитываемой поверхности, относительно каждого источника освещения. Не сложно догадаться, что трудоемкость данного метода просто огромная! Точность находится в прямой зависимости от добросовестности инженера, проводящего расчет.

Кроме вышеуказанных методов расчета освещения, имеется комбинированный метод, который применяется в тех случаях, когда неприменим метод коэффициента использования, а светильники не относятся к классу прямого света.

Для некоторых видов помещений (коридоров, лестниц и т. д.) существуют прямые нормативы, задающие мощность ламп для каждого такого помещения.

Рассмотрим методику проведения расчетов по каждому из описанных методов.

Метод коэффициента использования светового потока

В результате решения по методу коэффициента использования светового потока находится световой поток лампы, по которому она подбирается из числа стандартных. Поток выбранной лампы не должен отличаться от расчетного более чем на +20 или -10%. При большем расхождении корректируется намеченное число светильников.

Расчетное уравнение для определения необходимого светового потока одной лампы:

$$F = (E_{\text{мин}} \times S \times k_z \times z) / (n \times \eta)$$

где **F** - световой поток лампы (или ламп) в светильнике, лм; **E_{мин}** - нормируемая освещенность, лк, **k_з** - коэффициент запаса (зависит от типа ламп и степени загрязненности помещения), **z** - поправочный коэффициент, учитывающий, что средняя освещенность в помещении больше, чем нормируемая, минимальная, **n** - число светильников (ламп), **η** - коэффициент использования светового потока, равный отношению светового потока, падающего на рабочую поверхность, к суммарному потоку всех ламп; **S** — площадь помещения, м².

Коэффициент использования светового потока - справочное значение, зависит от типа светильника, параметров помещения (длины, ширины и высоты), коэффициентов отражения потолков, стен и полов помещения.

Порядок расчета освещения по методу коэффициента использования светового потока:

1) определяется расчетная высота **H_р**, тип и количество светильников в помещении.

Расчетная высота подвеса светильника определяется исходя из геометрических размеров помещения

$$H_p = H - h_c - h_p, \text{ м,}$$

где **H** - высота помещения, м, **h_c** – расстояние светильника от перекрытия ("свес" светильника, принимается в пределах от 0, при установке светильников на потолке, до 1,5 м), м, **h_p** – высота рабочей поверхности над полом (обычно h_p = 0,8м).

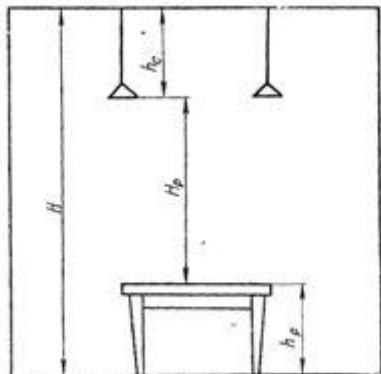


Рис. 1. Определение расчетной высоты при расчетах электрического освещения

2) по таблицам находят: коэффициент запаса **k_з** поправочный коэффициент **z**, нормированная освещенность **E_{мин}**,

3) определяется индекс помещения **i** (он учитывает зависимость коэффициента использования светового потока от параметров помещения):

$$i = (A \times B) / (H_p \times (A + B)),$$

где **A** и **B** - ширина и длина помещения, м,

4) коэффициент использования светового потока лампы **η** в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности **ρ_с**, **ρ_п**, **ρ_р**;

5) находится по формуле необходимый поток одной лампы **F**;

6) выбирается стандартная лампа с близким по величине световым потоком. Если в результате расчета окажется, что лампа больше по мощности, чем применяемые в выбранном светильнике, или если требуемый поток больше, чем могут дать стандартные лампы, следует увеличить количество светильников и повторить расчет или отыскать необходимое количество ламп, задавшись их мощностью (а следовательно и световым потоком лампы **F**):

$$n = (E_{\text{мин}} \times S \times k_z \times z) / (F \times \eta)$$

Метод удельной мощности

Удельной установленной мощностью называют частное от деления общей установленной в помещении мощности ламп на площадь помещения:

$$P_{\text{уд}} = (P_{\text{л}} \times n) / S,$$

где **P_{уд}** - удельная установленная мощность, Вт/м², **P_л** - мощность лампы, Вт; **n**-

число ламп в помещении; S — площадь помещения, м².

Удельная мощность - это справочное значение. Для того, что бы правильно выбрать величину удельной мощности необходимо знать тип светильников, нормированную освещенность, коэффициент запаса (при его значениях, отличающихся от указанных в таблицах, допускается пропорциональный пересчет значений удельной мощности), коэффициенты отражения поверхностей помещения, значения расчетной высоты и площадь помещения. Расчетное уравнение для определения мощности одной лампы:

$$P_{л} = (p_{уд} \times S) / n$$

Точечный метод расчета освещения

Этим методом находят освещенность в любой точке помещения.

Порядок расчета для точечных источников света:

- 1) Определяется расчетная высота H_p , тип и размещение в светильников в помещении и чертится в масштабе план помещения со светильниками,
- 2) на план наносится контрольная точка **A** и находятся расстояния от проекций светильников до контрольной точки - d ;

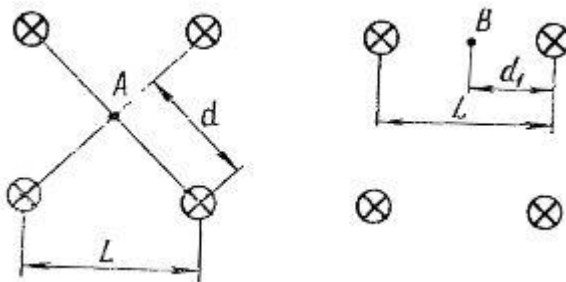


Рис. 2. Расположение контрольной точки A при размещении светильников по углам квадрата и B по сторонам прямоугольника

- 3) по пространственным изолюксам горизонтальной освещенности находится освещенность e от каждого светильника;
- 4) находится общая условная освещенность от всех светильников $\sum e$;
- 5) рассчитывается горизонтальная освещенность от всех светильников в точке **A**:

$$E_a = (F \times \mu / 1000 \times k_3) \times \sum e,$$

где μ - коэффициент, учитывающий дополнительную освещенность от удаленных светильников и отраженного светового потока, k_3 - коэффициент запаса.

Вместо пространственных изолюксов условной горизонтальной освещенности возможно использование таблиц значений горизонтальной освещенности при условной дампе 1000 лм. Порядок по точечному методу расчета для светящихся

полос:

1) определяется расчетная высота H_p , тип светильников и люминесцентных ламп в них, размещение светильников в полосе и полос в помещении. Затем полосы наносятся на план помещения, вычерченный в масштабе;

2) на план наносится контрольная точка A и находятся расстояния от точки A до проекции полос p .

По плану помещения находится длина половины полосы, которую принято в точечном методе обозначать L . Ее не следует путать с расстоянием между полосами, обозначенным также L и определяемым по наивыгоднейшему соотношению (L/H_p);

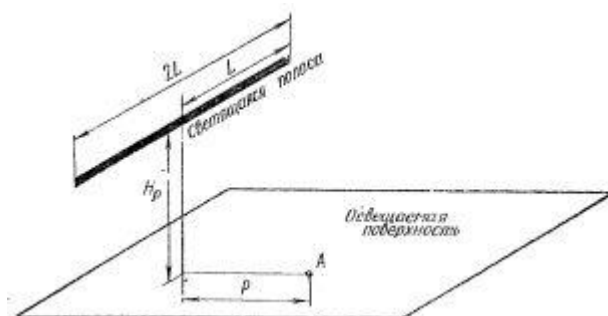


Рис. 3. Схема к расчету освещения точечным методом полосами светильников

3) определяется линейная плотность светового потока:

$$F' = (F_{св} \times n) / 2L,$$

где $F_{св}$ - световой поток светильника, равный сумме световых потоков ламп, светильника; n - количество светильников в полосе;

4) находятся приведенные размеры $p' = p/H_p$, $L' = L/H_p$

5) по графикам линейных изолюксов относительной освещенности для люминесцентных светильников (светящихся полос) находится для каждой полуполосы в зависимости от типа светильника p' и L'

$$E_a = (F' \times \mu / 1000 \times k_3) \times \sum e$$