Часть 1

Таблица 21. Коэффициент отражения некоторых материалов

Характеристика поверхности	р, относительных единиц
Бумага белая (писчая, ватман)	0,65-0,79

Ткани белые: крепдешин, батист, шелк

0,62-0,65

Штукатурка без побелки:

новая

хорошо сохранившаяся

в помещениях с темной пылью

0,42

0,25

0,18

Известковая побелка:

новая

хорошо сохранившаяся

в помещениях с темной пылью

0,80

0,70

0,18

Силикатный бетон и кирпич

новые

хорошо сохранившиеся

в помещениях с темной пылью

0,32

0,23

0,09

Красный кирпич

0,09

Дерево:

сосна светлая

фанера, дуб

орех

0,50

0,33-0,38

0,18

Белый мрамор, белая фаянсовая плита

0,70-0,75

Обои:

белые, кремовые, светло-желтые, светло-серые

розовые и бледно-голубые

темные

0,75

0,55

0,25

Черное сукно

0,02

Черный бархат

0,005

Опаловое стекло (толщина 2-3 мм)

0,30

Оконное стекло (толщина 1-2 мм)

0,08

Матовое стекло (толщина 1-2 мм)

0,10

Белая клеевая краска, белая фасадная краска

0,70-0,75

Алюминиевая краска

0,55

Чистые цинковые белила

0,76

Белое эмалированное железо

0,70

Грязные цинковые листы

0,14

Алюминий

обработанный

необработанный

0,45

0,28

Известь и светлая охра

0,66

Розовый силикатный кирпич, темно-голубая, темно-бежевая, светло-коричневая фасадная крас

0,30

Темно-серый мрамор, гранит, темно-коричневая, синяя, темно-зеленая, красная фасадная краск

0, 20

Черный гранит, мрамор	0,10

Важный параметр - контраст объекта различения с фоном с определением соответствующего коэффициента К.

В соответствии с п.7.4 МУ 11.11.12-2002 контраст считается большим, когда объект и фон резко различаются по яркости. В этом случае К составляет более 0,5 (К > 0,5) и рассматриваемый на таком фоне объект хорошо различим.

Если объект и фон заметно отличаются по яркости (0,2 < К < 0,5), то контраст считается средним, а когда объект и фон мало отличаются по яркости, то контраст считается малым (К < 0,2).

На практике довольно просто устанавливается величина коэффициента K, когда он более 0,5 (рассматриваемый на таком фоне предмет хорошо различим), а когда менее 0,2 (контраст малый), в остальных случаях контраст и величина K принимается как средняя (0,2 < K < 0,5).

Оценку коэффициента K как отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона также можно определить по формуле:

K = | (Lo - Lф | Lф),

где Lo - яркость объекта различения, кд/м2; Lф - яркость фона, кд/м2.

В качестве пояснения надо сказать, что восприятие объекта в пространстве во многом определяется контрастом объекта и фона, а также контрастом, различиями цвета объекта и фона. Среди ряда факторов, влияющих на контраст объекта и фона выделим следующие. Так, если в поле зрения находится интенсивный источник света, то слепящая блескость вызовет кажущееся уменьшение контраста. Снижение контраста возникает при появлении бликов, действующих как вуалирующая яркость, а также при переводе взгляда на зону, освещенную более ярко в результате временного снижения чувствительности глаза.

Отметим, что яркость объекта различения для каждого конкретного случая величина постоянная, поэтому оптимизация показателя контраста объекта различения с фоном проводится путем изменения фона. Общий подход здесь известный: если деталь темная, то фон должен быт светлым и наоборот. Широкое распространение как искусственный фон получили и так называемые "световые столы", когда контроль за объектом различения, его параметрами проводится путем просмотра в проходящем свете.

Есть и другие нетрадиционные подходы для оптимизации зрительной работы. Приведем достаточно характерный пример.

На одном из японских предприятий, выпускающих подшипники, при работе на конвейерной линии задача работника была следующей: визуальный осмотр шариков, движущихся на ленте конвейера, и выбраковка тех изделий, у которых присутствовали царапины, вмятины и другие дефекты и изъяны. Эта работа требовала огромного напряжения зрительного аппарата, внимания, усилий, больших временных затрат, несмотря на хорошую организацию труда и рабочего места (удобная, специально подобранная мебель, достаточная освещенность и др.), и была малопроизводительной. Инженеры предприятия предложили другой подход: для целей выбраковки методом дрессировки был обучен голубь, который реагировал клювом на все царапинки, вмятинки, дефекты на изделиях как на возможный корм, выявляя таким образом бракованный шарик.

При необходимости путем проведения хронометражных наблюдений, анализа фотографий рабочего дня устанавливается продолжительность зрительной работы, а также дополнительные сведения, по которым производится уточнение показателей освещения рабочих мест и норм, регламентирующихся СНБ 2.04.05-98. Это, например, повышенная опасность травматизма, необходимость цветоразличения и соответствующий выбор нужных ламп и источников света, повышенные требования к чистоте производимой продукции, наблюдение за быстро движущимися или вращающимися деталями, а также использование труда подростков, людей в возрасте старше 40 лет.

Эти и другие условия должны быть учтены при установлении норм освещенности, так как такие факторы - это обоснование для повышения уровня освещенности по шкале на одну ступень.

Светильники, используемые для освещения рабочих мест, должны иметь степень защиты с учетом тех условий среды, в которой они эксплуатируются. Соответствующий контроль степени защиты светильников обязателен, если рабочие места расположены в помещениях со взрывоопасными, пожароопасными, агрессивными средами и другими неблагоприятными факторами и условиями производственной среды. Вопросы соответствия исполнения светильников требованиям по условиям среды отражены в МУ 11.11.12-2002.

"8.1. Контроль соответствия исполнения светильников с учетом защиты от воздействия производственной среды обязателен, если исследуемые рабочие места расположены в помещениях с неблагоприятными условиями среды - взрывоопасных, пожароопасных, с химически активной средой и т.п.

8.2. Светильники, используемые для освещения рабочих мест, должны иметь степень защиты, соответствующую условиям среды. Рекомендуемые типы светильников для помещений с различными условиями среды с указанием степени защиты приведены в Приложении 1 методических указаний; типовые кривые силы света (далее - КСС) - в Приложении 2 методических указаний.

8.3. Категории и классы взрывоопасных и пожароопасных помещений определяются на основании классификации помещений и другой документации.

8.4. Тип и исполнение светильников определяются по име-ющейся на предприятии документации на осветительные установки и контролируются путем их осмотра".

Указанные требования, на наш взгляд, понятны и не требуют пояснений.

Описание порядка и процедуры обследования условий освещения является содержанием четвертой главы документа.

Перед обследованием освещенности должны быть заменены перегоревшие лампы, проведена чистка светильников и ламп, остекление и чистка светопроемов. Затем производится сбор данных по следующим показателям: наличие или отсутствие естественного освещения, его состояние; тип, параметры размещения и состояние светильников (загрязнение, укомплектованность отражателями, рассеивателями, наличие расфазировки и т.д.), устанавливается число негорящих ламп.

Следует обратить внимание на наличие и выполнение графика чистки светильников и остеклений светопроемов, стен, потолков, состояние остекления. Так, чистку стекол световых проемов нужно производить не менее двух раз в год для производственных помещений с незначительным пылевыделением и не реже четырех раз - для помещений со значительным выделением пыли. Светильники необходимо чистить не реже одного раза в квартал с учетом характера запыленности данного производственного помещения. Например, наведение "светового порядка", включая чистку светильников, остеклений световых проемов, уборку и чистку стен, потолков, может повысить

освещенность в помещении на 1-2 ступени шкалы.

Важна и своевременная замена перегоревших ламп. В условиях производства их меняют или индивидуально каждую сразу после выхода из строя, или групповым методом (все одновременно) после истечения установленного срока эксплуатации (например, ртутные дуговые люминесцентные лампы ДРЛ заменяют через 7 500 часов); срок эксплуатации ламп указывается в паспортных данных к лампам (светильнику).

Тип и мощность используемых ламп - основные параметры, которые надо определить для оценки соответствия применяемых светильников требованиям норм и расчета показателей освещенности, ослепленности и пульсации; эти вопросы отражены в п.15 "Определение типа и мощности ламп" МУ 11.11.12-2002.

"15.1. Важными параметрами, которые необходимо определить для оценки соответствия применяемых ламп требованиям норм и расчета значения освещенности, а также проверки показателя ослепленности и коэффициента пульсации, является тип и мощность используемых ламп.

15.2. Тип и мощность ламп оцениваются визуально по их внешнему виду, габаритам колбы, характерной цветности излучения или по маркировке на колбе или цоколе ламп, а также паспортным данным на источник света. Требования к лампам в зависимости от разряда зрительных работ изложены в СНБ 02.04.05-98 или отраслевых нормах искусственного освещения.

15.3. Соответствие применяемого типа ламп требованиям норм особенно важно при работах, связанных с высокими требованиями к цветопередаче и цветоразличению. При контроле следует иметь в виду возможную взаимозаменяемость ламп с учетом их цветопередачи, цветности излучения и световой отдачи; выявленная замена предусмотренных нормами ламп на другие должна быть согласована со специалистами-светотехниками".

Основные параметры и характеристики ламп оцениваются визуально по их внешнему виду, габаритам колбы, по маркировке на колбе или цоколе, а также данным прилагаемой к светильникам документации. Правильный выбор ламп особенно

необходим при тех зрительных работах, выполнение которых требует высокой степени цветоразличения обрабатываемых материалов, изделий, рассматриваемых объектов. В помещениях, где выполняются работы с повышенными требованиями к цветоразличению, необходимо применение ламп одного типа в системе общего и комбинированного освещения, а используемые источники света должны иметь спектр излучения, близкий к естественному, дневному свету.

Вопросы цветопередачи, правильного и точного зрительного восприятия цвета регулирует такой показатель, как индекс цветопередачи (мера соответствия восприятия цветовых характеристик объекта, освещаемого изучаемым источником в сравнении с эталонным, стандартным источником света).

Отметим, что спектральное распределение потока от исследуемого источника света и эталонного является практически одинаковым при величине общего индекса цветопередачи (Ra), приближающегося или равного 100. Иными словами, чем выше указанная (в технической документации, паспорте) величина индекса цветопередачи источника света, тем выше (при визуальном восприятии) степень соответствия цвета при освещении объекта данным источником цветовосприятию при освещении от стандартного, эталонного источника.

Порядок выполнения и особенности измерений освещенности отражены в п.16 гл.4 МУ 11.11.12-2002, а также в ГОСТ 24940-96 "Здания и сооружения. Методы измерения освещенности".

Измерения освещенности позволяют провести соответствие условий освещения нормам; кроме того, полученные данные можно сравнить с результатами выполненных ранее измерений для решения, например, вопросов качества и экономичности освещения, необходимости замены, модернизации системы освещения.

Инструментальные измерения производятся люксметрами (Ю-116, Ю-117, "Кварц-21", "Аргус-01", ТКА и др.), спект-ральная погрешность которых не должна превышать 10%, а корректирующая косинусная насадка должна учесть влияние света, наклонно (под углом) падающего на фотоэлемент.д.опу-скается использовать для замеров люксметры с погрешностью более 10% при условии введения поправочного коэффициента на спектральный состав источников света. Величины коэффициентов приведены в таблице 22.

Таблица 22

Значения коэффициента поправки на цветность для люксметров типа Ю-116 и Ю-117

Источники света	Значение K1
Люминесцентные лампы типа:	
ЛБ	
1,17	

ЛД, ЛДЦ

0,99

ЛХБ

1,15

ЛЕ

1,01

ЛХЕ

0,98

Лампы типа ДРЛ

1,09

Металлогалогенные лампы типов:

ДРИ 400

1,22

ДРИ 1 000

1,06

ДРИ 3 500

1,03

ДнаТ

1,23

Лампы накаливания

1,0

При измерении КЕО

0,8

Для люксметров типа "Кварц-21" и "Аргус-01" коэффициент К1 равен единице.

Люксметр Ю-116 (Ю-117) имеет три предела измерений: до 25, 100 и 500 лк.

Специальный светофильтр-насадка позволяет увеличить диапазоны мерений в 100 раз. При измерениях люксметром серии Ю фотоэлемент прибора устанавливают в требуемой плоскости, предварительно проводится выбор необходимой "шкалы", начиная с использования более "грубой", менее точной шкалы (светофильтра). Более современные измерительные приборы не требуют замены светофильтров и насадок (выбор диапазона проводится специальным переключателем), а некоторые из них (комбинированные измерители серии ТКА, Аргус) позволяют проводить измерения освещенности и яркости одним прибором. Все указанные выше приборы - прямопоказывающие, градуированы в люксах (для измерений освещенности) или кд/м2 (для измерений яркости).

Если в светильниках общего освещения установлены люминесцентные лампы, а в местных светильниках используются лампы накаливания, то поправочным коэффициентом можно пренебречь, так как в рабочей зоне преобладающее значение будет иметь световой поток от ламп накаливания.

При работе с люксметром датчик прибора, приемная пластина фотоэлемента должна размещаться на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (вертикальная, горизонтальная или наклонная). Измерительный прибор не должен располагаться вблизи источников сильных магнитных полей; не допускается установка измерителя на металлические поверхности.

На фотоэлемент не должны падать случайные тени или тени от человека и оборудования. Однако если рабочее место затеняется в процессе работы самим работающим или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных, вынужденных по разным причинам условиях организации труда на этом рабочем месте.

Основные средства для измерений параметров световой среды приведены в таблице 23.

Таблица 23

ПЕРЕЧЕНЬ средств измерений для оценки условий освещения

Наименование (тип) прибора

Техническая характеристика

Пределы и единицы измерений

Питание

Масса, кг

Люксметр типа "Кварц-21"

Люксметр типа "Аргус-01"

Люксметр типа Ю-116

Люксметр типа Ю-117

Люксметр-яркомер типа

"ТКА-04/3"

Яркомер типа "Аргус-02"

Яркомер типа ФПЧ

0,1-100 000 лк

5-200 000 лк

5-100 000 лк

0,1-100 000 лк

10-200 000 лк;

10-200 000 кд/м2

5-200 000 кд/м2

0,2-50 000 кд/м2

сеть 220 В;

автономное

автономное

автономное

автономное

автономное

автономное

220 В;

постоянное напряжение 12 В

0,6

0,25

1,75

2,0

0,39

0,35

14,5

Выбор контрольных точек измерения освещенности на рабочих местах должен проводиться в соответствии с требованиями МУ 11.11.12-2002, а также СНБ 2.04.05-98 и ГОСТ 24940-96 "Здания и сооружения. Методы измерения освещенности".

При измерении уровней естественного освещения коэффициент естественной освещенности (далее - КЕО) является основным показателем для оценки достаточности инсоляции или естественного, дневного света. При его определении необходимо учитывать, что ориентировочная оценка естественного освещения в помещениях может быть выполнена по значениям КЕО, имеющимся в проектной документации, а для точных значений КЕО проводятся измерения.

Контрольные точки при проведении измерений определяются п.17.3 и 17.4 МУ 11.11.12-2002 в зависимости от особенностей естественного освещения (боковое одностороннее, боковое двухстороннее, верхнее или комбинированное).

"17.3. При боковом одностороннем освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от светового проема - для небольших помещений, а в крупногабаритных помещениях - на расстоянии, равном: 1,5 высоты помещения (для зрительных работ I-IV разрядов), на две высоты (работы V-VII разрядов) и на три высоты помещения - для зрительных работ VIII разряда. При боковом двухстороннем освещении контрольные точки размешаются в середине помещения.

17.4. При верхнем и комбинированном естественном освещении нормируется среднее

значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола. Первая и последняя точка принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн".

Добавим, что в крупногабаритных помещениях контрольные точки располагаются при боковом освещении в зависимости от разряда зрительной работы, а при верхнем или комбинированном освещении - на пересечении вертикальной плоскости разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола, при этом первая и последняя точка принимаются на расстоянии 1 м от стен или перегородок. Число контрольных точек для измерения, в том числе точка, в которой нормируется освещенность, должно быть не менее пяти. Допускается деление помещения на зоны с преимущественно верхним освещением и преимущественно боковым естественным освещением. В этом случае нормирование освещения проводится по каждой зоне. Другие вопросы определения контрольных точек рассмотрены в СНБ 2.04.05-98.

При определении параметров естественной освещенности важнейшим условием корректного проведения измерений является их выполнение при сплошной, покрывающей весь небосвод, равномерной десятибалльной облачности (сплошная облачность, просветы отсутствуют). Если измерения проводятся южнее 480 северной широты, то степень балльности можно не учитывать. Для выполнения измерений достаточно сплошной облачности, покрывающей весь небосвод.

Пункт 17.7 МУ 11.11.12-2002 содержит информацию для определения КЕО. В частности, требуется соблюдение следующих условий. Проводится одновременное измерение естественной освещенности внутри помещения (Евн) и наружной освещенности (Енар) на горизонтальной площадке под полностью открытым, не затененным различными строениями и предметами небосводом (на крыше здания или в другом возвышенном месте). Измерения производятся с помощью двух люксметров двумя наблюдателями: один выполняет измерения освещенности на открытой территории, второй - в помещении. Для соблюдения одномоментности измерений наблюдатели должны быть оснащены хронометрами, а также проводить измерения одновременно.

Величина коэффициента естественного освещения определяется как отношение величины естественной освещенности внутри помещения к величине естественной освещенности вне помещения по формуле:

КЕО = 100 Евн / Енар,%.

Естественное освещение должно обеспечить нормируемое значение КЕО и его равномерность в соответствии с СНБ 2.04.05-98. В протоколе измерений должны быть отражены дата и время измерений, в том числе по контрольным точкам для каждого измерения, характеристика помещения (этаж, наличие оборудования, мебели) и светопроемов, наличие солнцезащитных устройств, озеленения и противостоящих зданий.

При отсутствии или недостаточности естественного освещения нормативные уровни освещенности следует откорректировать в соответствии с СНБ 2.04.05-98. Нормы искусственного освещения разрабатываются в предположении, что в дневное время рабочие помещения имеют достаточное естественное освещение, поэтому его оценка - необходимый этап обследования условий освещения. Недостаточность естественного освещения чаще имеет место в производственных помещениях, в которых выполняются работы I, II и III разрядов, а также в многоэтажных зданиях большой ширины, в одноэтажных многопролетных зданиях с пролетами большой ширины и т.п.

Искусственное освещение необходимо увеличить на одну ступень:

- для системы общего освещения (если ее величина 750 лк и менее) и для общего освещения в системе комбинированного освещения - при отсутствии естественного света и постоянном пребывании работающих в помещении;

- от системы общего искусственного освещения (кроме разрядов Iб, Iв, IIб), если освещенность не превышает 750 лк при разрядных лампах и 300 лк при лампах накаливания, и от светильников общего освещения в системе комбинированного (кроме разрядов Iа, Iб и IIа) - при недостаточности естественного света.

Измерения искусственной освещенности должны проводиться в темное время суток, но при этом нет необходимости в полной, абсолютной темноте. Вполне достаточно соблюдения отношения естественной освещенности к искусственной не более 0,1. Измерение освещенности при эвакуационном освещении проводится при условии, когда значение естественной освещенности не превышает 0,1 лк. В начале и после выполнения

измерений следует проводить контроль напряжения на щитках распределительных сетей освещения.

Освещенность рабочего места должна измеряться на рабочей поверхности, указанной в нормах. Так, СНБ 2.04.05-98 в нормах освещенности для общественных, административных и бытовых зданий дополнительно обозначена плоскость измерения (горизонтальная, наклонная или вертикальная) и высота плоскости над уровнем пола. Перед измерениями выбирают контрольные точки для замеров освещенности, которые размещают в центре помещения под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен. Так определяется минимальная освещенность.

При измерении средней освещенности площадь помещения условно разбивают на равные, по возможности квадратные участки, центры которых и являются контрольными точками для измерений. Минимальное количество контрольных точек для измерения устанавливают исходя из размеров помещения и высоты подвеса светильников согласно приложению А и п.5.6.1 ГОСТа 24940-96 "Здания и сооружения. Методы измерения освещенности".

При расположении в помещении крупногабаритного оборудования контрольные точки не должны располагаться на этом оборудовании ввиду возможного переотражения светового потока. Если рабочих поверхностей несколько, то освещенность измеряется на каждой из них, указанной в нормах. При наличии протяженных поверхностей на каждой из них должно быть выбрано несколько точек, позволяющих оценить различные условия освещения. При комбинированном освещении рабочих мест вначале измеряют суммарную освещенность от светильников общего освещения, затем включают светильники местного освещения и измеряют освещенность от светильников общего и местного освещения.

Продолжение. Часть 3

Правила дизайна