

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ,
ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

САМАРА – 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ,
ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

*Рекомендовано редакционной комиссией
по двигателям летательных аппаратов и энергомашиностроению
в качестве методических указаний*

УДК: 628.921/.928

Составители: Терентьев А. В., Варфоломеева В. В.

Рецензент: д.т.н., профессор Зрелов В. А.

Естественное освещение в помещениях производственных, общественных и жилых зданий: метод. указания / сост. А.В. Терентьев, В.В. Варфоломеева. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2015. – 36 с.

Приведены общие сведения о воздействии солнечного света на организм человека. Перечислены требования к естественному освещению в помещениях производственных и общественных зданий. Рассмотрены основные принципы нормирования видимой части спектра солнечного света. Приведена методика расчета коэффициента естественного освещения.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения, изучающих дисциплину безопасность жизнедеятельности.

Разработаны на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности СГАУ.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2015

Цель работы: ознакомиться с основными принципами нормирования естественной освещенности горизонтальных рабочих поверхностей в производственных, общественных и жилых зданиях при одностороннем боковом освещении; рассмотреть причины благотворного и негативного влияния солнечной радиации на организм человека.

Задачи:

- 1) ознакомиться с основами представлений о воздействии солнечного света на организм человека;
- 2) рассмотреть основные принципы нормирования естественной освещенности в помещениях;
- 3) определить нормативные требования, предъявляемые к коэффициенту естественного освещения (КЕО) исследуемого помещения;
- 4) рассчитать значение КЕО для заданных точек помещения с помощью графиков А.М. Данилюка;
- 5) сделать заключение о соответствии естественного освещения на рабочих местах исследуемого помещения нормативной величине КЕО, зависящей от разряда и подразряда зрительной работы.
- 6) Дать оценку условий труда по показателям естественного освещения.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

«Кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волны – от волн, длина которых исчисляется десятиллионными долями миллиметра, до длинных, измеряемых километрами. Все пространство ими заполнено...»

Академик В.И.Вернадский

Солнечный свет является наиболее значимой формой электромагнитной энергии. Весь спектр электромагнитного излучения условно разделяют на шесть областей (табл. 1). Каждый отдельный участок спектра имеет определенные длины волн и частоту электромагнитных колебаний, что в свою очередь качественно характеризует эти участки спектра, их биологическое действие и гигиеническое значение.

Известно, что при увеличении длины волны излучения, его проникающая способность возрастает, а переносимая им энергия уменьшается. Длинная волна обладает малой долей низкочастотной энергии, а короткая волна обладает большой долей высокочастотной энергии. Этим объясняется разница в действии на человеческий организм γ -излучения с большой энергией и радиоволн с низкой энергией. Гамма-лучи радиоактивны и смертельны для человеческого организма в больших количествах, а радиоволны солнечного света безвредны и ежедневно окружают нас.

Частота видимой части спектра солнечного света является разделительной чертой между более мощным ионизирующим излучением и более мягким неионизирующим излучением.

Таблица 1. Области электромагнитного спектра и граничные значения длины волны λ и энергии E

Область излучения	Диапазон*	λ , м	E , эВ
γ -излучение		до $5 \cdot 10^{-12}$	от 10^5
Рентгеновское		от $5 \cdot 10^{-12}$ до 10^{-8}	от 10^2 до 10^3
Ультрафиолетовое	Экстремальный Дальний Средний Ближний	от 10^{-8} до $4 \cdot 10^{-7}$	от 3 до 10^2
Видимое	Фиолетовый Синий Голубой Зеленый Желтый Оранжевый Красный	от $4 \cdot 10^{-7}$ до $7 \cdot 10^{-7}$	от 1 до 3
Инфракрасное	Ближний Средний Дальний	от $7 \cdot 10^{-7}$ до $2 \cdot 10^{-4}$	до 1
Радиоволны		от $2 \cdot 10^{-4}$	

* В дальнейшем будет использоваться классификация, рекомендованная МКО

Способность к проникновению и переносимая энергия являются важнейшими характеристиками при рассмотрении электромагнитного спектра солнца. В связи с малой подвижностью γ -излучение и рентгеновское излучение не достигают поверхности Земли. Солнечный свет, проходящий через атмосферу, состоит на 5–10 % из ультрафиолетовых (УФ) лучей, 45–50 % приходится на инфракрасные (ИК) лучи, а остальные 40–45 % – видимый свет.

Ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовый (лат. *ultra* – больше, сверх, за пределами) – выше фиолетовой области видимого спектра. Международная комиссия по освещению (МКО) разделила ультрафиолетовое излучение на три группы в зависимости от длины волны:

- 1) жесткий UV-C $\lambda = 280\text{--}100$ нм $E = 4,43\text{--}12,4$ эВ;
- 2) средний UV-B $\lambda = 315\text{--}280$ нм $E = 3,94\text{--}4,43$ эВ;
- 3) мягкий UV-A $\lambda = 400\text{--}315$ нм $E = 3,10\text{--}3,94$ эВ.

UV-C диапазон. Наибольшей энергией обладают UV-C лучи, поэтому для них, намного меньше *минимальная эритемная доза*¹ и покраснение кожи возникает достаточно легко. Но из-за малой проникающей способности действие этих лучей локализуется на поверхности кожного покрова, и для чувствительного ожога нужна значительная доза.

Проницаемость защитной оболочки глаз значительно выше, чем у кожи. Поэтому даже малые дозы UV-C способны вызвать ожог сетчатки и нестерпимую боль. В высокогорье, где интенсивность УФ лучей выше, нужно защищать глаза очками, не пропускающими УФ лучи. Однако на большей части поверхности Земли солнечные UV-C лучи почти полностью поглощаются атмосферными газами (озоном и кислородом) и не имеют физиологического значения.

UV-C лучи обладают антибактериальным воздействием. Их используют в бактерицидных лампах. Воздействие этих лучей на клетки бактерий, их молекулы ДНК, приводит к развитию химических реакций с последующей гибелью микроорганизмов. В медицинских учреждениях УФ излучение используют для профилактики внутрибольничной инфекции; в терапевтических целях UV-C не применяют.

UV-B и UV-A лучи. Большая часть UV-B лучей также поглощается озоном, водным паром, кислородом и углекислым газом, находящимся в атмосфере. Поверхности земли достигает около 10 % таких лучей. Излучение UV-A диапазона достаточно слабо поглощается атмосферой. Поэтому радиация, достигающая поверхности Земли, в значительной степени содержит ближний ультрафиолет UV-A (до 95 %) и в небольшой доле – UV-B.

Негативное воздействие ультрафиолета на организм человека. Лучи UV-B не проникают дальше *эпидермиса*. Они обладают значительной энергией и являются первичной причиной загара. Лучи UV-A из-за большей проникающей способности достигают сосочкового и сетчатого слоя *дермы* и вносят существенный вклад в старение кожи.

¹ Объяснение выделенных курсивом слов и выражений см. в Глоссарии.

Повреждения кожи в результате действия УФ излучения можно разделить на две группы. Первая группа – острые повреждения, вызванные большой дозой облучения, полученной за короткое время (солнечный ожог или острые *фотодерматозы*). Они происходят преимущественно за счет лучей UV-B, энергия которых значительно превосходит энергию лучей UV-A. Такие повреждения вызваны непосредственным воздействием УФ лучей на *хромофоры*. Следует отметить, что солнечная радиация распределяется неравномерно: 70 % дозы лучей UV-B, получаемых человеком, приходится на лето и полуденное время дня, когда лучи падают почти отвесно, а не скользят по касательной (в этих условиях озоновым слоем поглощается меньше УФ лучей). Вторая группа – отсроченные повреждения, вызванные длительным облучением умеренными дозами (фотостарение, новообразования кожи, некоторые фотодерматозы). Они возникают преимущественно за счет лучей спектра UV-A, которые несут меньшую энергию, но способны глубже проникать в кожу, и их интенсивность мало меняется в течение дня и практически не зависит от времени года.

Хоть и с меньшей вероятностью по сравнению с UV-C лучами, достигающий поверхности Земли ультрафиолет может инициировать химические реакции молекул ДНК. В клетках предусмотрена защита от фотоповреждений. Существуют ферменты, которые вырезают поврежденные участки и затем достраивают разорванную цепь ДНК. Однако накопление повреждений ДНК будет выше, чем способность к восстановлению, это может приводить к мутациям и, как следствие, к онкологическим заболеваниям (раку кожи).

Кроме негативного воздействия на кожу человека, ультрафиолет опасен и для органов зрения. При интенсивном облучении он вызывает типично радиационное поражение (ожог сетчатки). Опасность такого воздействия обусловлена тем, что УФ излучение неощутимо для глаз человека. Из-за большой отражающей способности УФ лучей от белого снежного покрова, в зонах с устойчивым снежным покровом возможны ожоги конъюнктивы и роговой оболочки глаза, называемые снежной слепотой.

Положительные эффекты. Воздействие ультрафиолета на кожу заметно влияет на метаболизм организма человека. Именно УФ лучи инициируют процесс образования витамина D, улучшающего работу иммунной системы и необходимого для всасывания кальция в кишечнике и обеспечения нормального развития костного скелета². Витамин D помогает бороться с простудой, а так же с диабетом, глазными и зубными заболеваниями. Заметно улучшает структуру кожи. Способствует укреплению костных тканей, ускорению заживления переломов и растяжений. При недостатке витамина D у детей может возникать серьезное заболевание – рахит, у взрослых может наблюдаться размягчение костей (остеомалация). Из-за пониженного содержания кальция усиливается хрупкость мелких кровеносных сосудов, увеличивается проницаемость тканей. Долговременный дефицит витамина D может приводить к онкологическим заболеваниям.

Кроме того, ультрафиолет активно влияет на синтез мелатонина и серотонина – гормонов, отвечающих за суточный биологический ритм. При облучении длинноволновым спектром УФ лучей в крови увеличивается содержание серотонина – гормона бодрости и жизнерадостности, участвующего в регуляции эмоционального состояния. Его дефицит может приводить к депрессии, колебаниям настроения, сезонным функциональным расстройствам. При этом количество мелатонина, обладающего тормозящим действием на эндокринную и центральную нервную системы и отвечающего за спокойствие и полноценный отдых ночью, снижается. Именно таким двойным эффектом объясняется бодрящее действие весеннего солнца, поднимающего у людей настроение и жизненный тонус.

² Витамин D образуется при воздействии ультрафиолетовых лучей на кожный жир. Находясь на поверхности кожи, он подвергается воздействию ультрафиолета и впитывается обратно в кожу – таким образом, организм получает витамин D. Поэтому если смыть кожный жир перед тем, как выйти на солнечный свет и принять ванну сразу после пребывания на солнце, то витамин D впитается в кожу в значительно меньших количествах.

В умеренном количестве ультрафиолет оказывает благотворное воздействие на окологлазные мускулы, увеличивая циркуляцию крови, стимулирует радужную оболочку и нервы глаз.

УФ лучи в небольшом количестве усиливают работу кровеносных органов: повышается количество белых и красных кровяных телец (эритроцитов и тромбоцитов), гемоглобина, повышается свертывание крови. При этом дыхание клеток усиливается, ускоряются процессы обмена веществ, активируются защитные механизмы, повышается уровень *неспецифического иммунитета*. Длительная недостаточность облучения УФ излучением может иметь неблагоприятные последствия для человеческого организма, называемые «световым голоданием». Наиболее частым проявлением этого заболевания является нарушение минерального обмена веществ, снижение иммунитета, быстрая утомляемость, что ведет к потере цикла деятельности и может стать причиной несчастного случая.

Дозировка ультрафиолета. УФ свет для организма является лекарством, и, как всякое лекарство, должно приниматься в определенных дозах. Рекомендуемые дозы зависят от спектрального состава и особенностей организма.

Для облучения ультрафиолетом в профилактических целях в 1989 году были разработаны методические указания: МУ 5046-89 «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)».

Перед длительным пребыванием под воздействием ультрафиолета (отдых в высокогорье, посещение солярия, поездка на пляжный курорт) для определения оптимальных доз облучения и подбора УФ фильтров (очки, контактные линзы, крем) следует обратиться к специалистам (офтальмолог, косметолог, дерматолог).

Для помещений рассчитывается нормативная продолжительность *инсоляции*, которая должна обеспечивать доступ необходимого для инактивации бактерий количества ультрафиолета. Инсоляция является важным фактором, оказывающим оздоравливающее влияние на среду

обитания человека, и должна быть использована в жилых и общественных зданиях.

Минимальная длительность прямого солнечного облучения (в часах) в периоды осеннего и весеннего равноденствия регламентирована нормами проектирования и увязана с климатическими условиями района строительства. Она зависит от географической широты, ориентации и конфигурации застройки и оконных проемов, а так же от состояния атмосферы и облачного покрова. Расчет требуемой продолжительности инсоляции проводится на этапе проектирования зданий согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий».

На юге, где тепловая составляющая инсоляции может вызвать дискомфорт из-за перегрева помещений, нормативная длительность инсоляции минимальна – 1,5 часа, в умеренном климате она возрастает до 2 часов, а в северных районах до 2,5 часа. Эти требования оказывают прямое влияние на выбор планировочного решения секций и домов в соответствии с их размещением в застройке. Исключается ориентация всех помещений квартир на северный сектор горизонта. В южных жилых домах не допускается ориентация односторонних квартир не только на север, но и на юго-запад. Окна и балконные двери этих комнат должны быть снабжены солнцезащитными устройствами.

Инфракрасное излучение

Инфракрасный (лат. *infra* – под, ниже) – ниже красной область видимого спектра. ИК излучение – электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным диапазоном видимого света и коротковолновым радиоизлучением. ИК излучение не видимо глазом³, но создает ощущение тепла и поэтому часто называется теп-

³ Граница между видимым и инфракрасным светом точно не определена, поэтому в коротковолновой ИК области интенсивный свет (лазеры, лампы накаливания), может быть воспринят как красный свет.

ловым. В отличие от УФ лучей, ИК излучение не поглощается атмосферным азотом и кислородом. Селективно поглощают ИК лучи пары воды, углекислый газ, озон, метан и некоторые другие примеси. Особенно сильно они поглощаются водой, поэтому спектральный состав и количество проходящего через атмосферу ИК излучения зависит от влажности и облачности.

МКО рекомендовала разделять ИК радиацию на три группы: IR-A ($\lambda = 0,7-1,4$ мкм); IR-B ($\lambda = 1,4-3,0$ мкм); IR-C ($\lambda = 3-1000$ мкм). Коротковолновые IR-A лучи обладают большой проникаемостью: 14 % лучей этой длины проходят через кожу, 1 % лучей проникает через кости черепа и твердую мозговую оболочку. Области IR-B и IR-C – длинноволновые. Длинноволновая инфракрасная радиация не оказывает неблагоприятного воздействия на организм, если ее величина не превышает величины, излучаемой самим человеком. Спектр ИК излучения тела человека принимается в пределах от 2,5 до 25 мкм с максимумом около 9,5 мкм.

Негативное воздействие ИК излучения на организм человека.

Степень вреда, причиняемого организму ИК радиацией, зависит от времени воздействия и интенсивности излучения. При переизбытке ИК излучения (> 350 Вт/м²) понижается тонус *вегетативной нервной системы*⁴ и повышается содержание кальция в крови. При интенсивности облучения обнаженной поверхности тела до 175 Вт/м² отмечено наличие *денатурационных* процессов в молекулах белка в сочетании с нарушением проницаемости клеточных мембран, что, вероятно, может быть причиной изменения *мембранного потенциала* клеток крови, появления *аутоантигенных* свойств. При облучении менее четверти поверхности тела человека ИК радиацией интенсивностью более 140 Вт/м² условия труда принято считать вредными или опасными (при

⁴ Под контролем *вегетативной нервной системы* находятся органы кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения, а также обмен веществ, и рост.

расчете на 8-ми часовой рабочий день, не более 40 часов в неделю за все время рабочего стажа)⁵.

В производственных помещениях негативное воздействие ИК излучения, как правило, обусловлено антропогенными источниками (работа у горячих печей, с расплавленным металлом или стеклом)⁶. Однако летом в условиях реальной атмосферы представлять опасность для организма может и естественный источник ИК излучения – Солнце (интенсивность солнечной радиации может достигать 1000 Вт/м²). В ответной реакции на ИК облучение участвует сердечнососудистая система: отмечается учащение сердцебиения, повышение *систолического* и понижение *диастолического* артериального давления, что увеличивает риск развития сердечнососудистых осложнений (инфаркт миокарда, инсульт, сердечная недостаточность). Поэтому в периоды аномально высокой жары в странах умеренного климата резко растет смертность (до 250 % относительно ожидаемого числа смертей в обычных условиях).

Из-за большого содержания воды, приемниками энергии ИК лучей являются органы зрения. При чрезмерном воздействии ИК излучения на них происходит термальное поражение сетчатой оболочки, а также хрусталика глаза, что может привести к развитию катаракты.

Положительные эффекты. При интенсивности облучения, равной 70–100 Вт/м² преобладает оптимизирующий эффект: повышается уровень антиоксидантной защиты, растет уровень *иммуноглобулинов*, укрепляется иммунитет. Поэтому ИК излучение нашло широкое применение в медицине. С помощью ИК радиации лечат: нарушения сердечно-сосудистой деятельности; заболевания почек; болезни мышц и суставов; заболевания органов слуха и дыхания; расстройства нервной и иммунной системы; косметические проблемы (угревая сыпь, прыщи,

⁵ Согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

⁶ Регламентируется СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

перхоть). ИК лучи способствуют улучшению цвета лица, эмоциональной составляющей человека, разглаживанию морщин.

Видимое излучение

Видимое для человеческого глаза излучение занимает участок спектра с длиной волны приблизительно от 380 до 780 нм. Это наименьшая область спектра: длина волны в пределах УФ диапазона меняется в 40 раз, в ИК – в 3500 раз, а у видимого – всего в два раза. Поэтому их воздействие на кожу сходно с воздействием лучей UV-A и IR-A, между которыми они находятся. Видимый свет в зависимости от интенсивности может оказывать положительное или отрицательное влияние на иммунные реакции, действовать на сердечнососудистую систему, центральную нервную систему, изменять общий тонус организма. В зависимости от длины волны видимый свет оказывает различный психофизиологический эффект на человека.

Синяя часть спектра располагается ближе к ультрафиолетовой области спектра. Обладающей наибольшей энергией фиолетовый цвет ассоциируется с царственностью и величием. Синий цвет вселяет уверенность и чувство надежности, поэтому в него окрашены различные униформы. Голубые тона считаются аристократичными. Цвета, относящиеся к синей части спектра, действуют на организм успокаивающе, снижают пульс и артериальное давление, ослабляют чувство голода. Из-за близости к УФ диапазону такие волны оказывают антисептическое и противовоспалительное воздействие.

Зеленая часть спектра ассоциируется с гармонией и равновесием. Зеленый цвет способствует концентрации внимания, повышает остроту зрения, обеспечивает психическое равновесие. Поэтому в операционных хирурги одеваются в зеленые халаты.

При переходе к длинноволновой части видимого света интенсивность света увеличивается. Поэтому, приближаясь к красному диапазону, волны обладают возбуждающими свойствами, снимают чувство усталости, повышают оптимизм и физическую работоспособность. Желтые тона ассоциируются с радостным восприятием жизни. Крас-

ный цвет обладает наибольшей интенсивностью и ассоциируется с любовью, страстью и агрессией. Цвета, относящиеся к красной части спектра, стимулируют обмен веществ, увеличивают моторику кишечника, активируют работу печени и почек, способствуют очищению организма, повышают аппетит. Эти волны увеличивают частоту сердечных сокращений, повышают артериальное давление.

В отличие от других диапазонов электромагнитного излучения, видимая область спектра вызывает зрительные ощущения, обеспечивающие зрительное восприятие мира. Поэтому кроме физиологического воздействия, видимая часть спектра оказывает чрезвычайное влияние на сам процесс жизнедеятельности человека. В связи с этим, к видимому свету предъявляется ряд требований, как в быту, так и на производстве.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющемся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы.

Конструктивно естественное освещение подразделяют на боковое (одно- и двустороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через аэрационные и зенитные фонари, проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего с боковым.

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работающих, является производственное освещение.

Наиболее важную роль в трудовом процессе имеют такие функции зрения, как контрастная чувствительность, острота зрения, быстрота различения деталей, устойчивость видения и цветовая чувствительность. За счет улучшения освещения на рабочих местах возможен прирост производительности труда до 15 %. При несоблюдении требований к освещению возрастают количество брака и, соответственно, экономические потери. Плохое освещение является косвенной причиной травматизма. Установлено, что около 20 % несчастных случаев на производстве связано с недостаточным рабочим освещением. Таким образом, производственное освещение должно создавать предпосылки для эффективного видения, безопасных и благоприятных условий труда.

Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. *Поэтому основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.*

При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения и соответственно к снижению производительности труда. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркостей в поле зрения работающего. Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов осуществляется *комбинированное освещение*.

Для улучшения видимости объектов, ***в поле зрения работающего должна отсутствовать прямая и отраженная блескость***. Прямая блескость устраняется уменьшением яркости источника света (жалюзи, шторы т.п.), рациональным расположением рабочих мест относительно светопроемов. Отраженная блескость создается поверхностями с большим коэффициентом отражения в направлении органов зрения. Ослабление такой блескости достигается подбором направления светового потока на поверхность и заменой блестящих поверхностей на матовые.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов, их различение, и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам. Тени необходимо смягчать, применяя солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки и др.).

Спектральный состав света должен соответствовать необходимым условиям работы. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи; в отдельных случаях для усиления световых контрастов. Правильную цветопередачу создают естественное освещение или искусственные источники света со спектральным составом, близким к естественному освещению.

НОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Установлено, что зрительный комфорт зависит от спектра освещения. Лучшим источником света, как по интенсивности, так и по спектральному составу является Солнце. Поэтому, согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, *естественное освещение*. Естественная *освещенность* создается:

- прямым солнечным светом;
- рассеянным (диффузионным) светом неба;
- светом, отраженным от фасадов противостоящих зданий, земли и внутренних поверхностей помещения.

Минимальная необходимая освещенность зависит от назначения помещения, характера и точности выполняемых в нем зрительных работ. В отличие от искусственной освещенности, естественная освещенность изменяется в зависимости от:

- метеорологических условий (облачность, туман, осадки)
- прозрачности атмосферы (дым, смог)
- времени суток и времени года.

Поэтому для оценки естественной освещенности в помещении целесообразно использовать абсолютные величины освещенности. Естественную освещенность принято оценивать с помощью относительной величины – *коэффициента естественного освещения* (КЕО). КЕО e представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности исследуемой точки внутри помещения $e_{\text{внутр}}$ к освещенности снаружи здания под открытым небом $e_{\text{наруж}}$:

$$e = \frac{e_{\text{внутр}}}{e_{\text{наруж}}} \cdot 100 \%$$

Нормированные значения КЕО $e_{\text{НОРМ}}$ для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле:

$$e_{\text{НОРМ}} = e_{\text{Н}} \cdot m_{\text{Н}},$$

где $m_{\text{Н}}$ – коэффициент *светового климата*, который зависит от ориентации помещения по сторонам света (СП 52.13330.2011 табл. 4);

Значение КЕО $e_{\text{Н}}$ для **производственных помещений** определяется по СП 52.13330.2011 табл. 1. В этом случае $e_{\text{Н}}$ зависит наименьшего или эквивалентного размера объекта различения (прил. 1). Для **общественных, жилых и вспомогательных зданий** $e_{\text{Н}}$ определяется по СП 52.13330.2011 табл. 2. В этом случае также надо учитывать относительную продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность. Нормативные показатели освещения основных помещений общественных, жилых, вспомогательных зданий представлены в СП 52.13330.2011 прил. К. Этим приложением можно воспользоваться, если не известны точные размеры объектов различения. Расширенный перечень типовых помещения можно найти в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

В большинстве помещений **жилых и общественных зданий**, а также в **производственных помещениях** глубиной до 6,0 м, при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости *характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности*⁷ (УРП) на расстоянии 1,0 м от стены, наиболее удаленной от светового проема.

С информацией о других нормативах, регламентирующих ультрафиолетовую, видимую и инфракрасную области спектра солнечной радиации, можно ознакомиться в прил. 2.

⁷ Горизонтальная плоскость нормирования КЕО принимается на высоте 0,8 м от уровня пола или на полу, в зависимости от назначения помещения (определяется по СП 52.13330.2011 прил. К, по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1) Прочитать теоретическую часть (с. 4–18). Получить задание у преподавателя и занести в протокол.

2) Определить нормируемое (требуемое) значение КЕО $e_{\text{НОРМ}}$ для исследуемого помещения в соответствии со СП 52.13330.2011 (см. раздел 3 «Нормирование естественного освещения»). Найденные величины занести в протокол.

3) Нанести на светопрозрачный материал (например, на кальку) характерный (поперечный) разрез помещения и план (вид сверху) помещения в масштабе 1:50. Разрез помещения выбирают таким образом, чтобы он проходил посередине окна ближнего к центру помещения (см. схемы 1, 2).

4) Нанести на разрез и план помещения контрольные точки для которых будет рассчитываться КЕО $e_{\text{РАСЧ}}$. Число контрольных точек должно быть не менее 5. Они должны быть расположены на одной прямой, перпендикулярной наружной стене. Первую точку принимают на расстоянии 1 м от внутренней поверхности наружной стены, последнюю – на расстоянии 1 м от внутренней перегородки. Три других находятся между ними.

5) Вычислить значения КЕО $e_{\text{РАСЧ}}$ в исследуемых точках. Расчет естественного освещения помещений производится без учета мебели, оборудования, озеленения и других затеняющих предметов, а также при стопроцентном использовании светопрозрачных заполнений в светопроемах. Расчетные значения КЕО $e_{\text{РАСЧ}}$ следует округлять до сотых долей. Допускается снижение расчетного значения КЕО $e_{\text{РАСЧ}}$ от нормируемого КЕО $e_{\text{НОРМ}}$ не более чем на 10%.

Расчетное значение КЕО $e_{\text{РАСЧ}}$ при боковом одностороннем освещении определяется по формуле:

$$e_{\text{РАСЧ}} = \frac{r_0 \cdot \tau_0}{K_3} (\varepsilon_6 \cdot q + \varepsilon_{\text{зд}} \cdot b_{\text{ф}} \cdot k_{\text{зд}}),$$

где r_0 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя,

прилегающего к зданию (табл. 2, 3); τ_0 – общий коэффициент светопропускания (табл. 4–6; СП 52.13330.2011 стр. 47); K_3 – коэффициент запаса, который зависит от состояния воздушной среды помещения (от количества пыли, дыма, пара), угла наклона светопропускающего материала к горизонту (СП 52.13330.2011 табл. 3); q – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость *облачного неба МКО* (табл. 7); $\varepsilon_{зд} \cdot b_{\phi} \cdot k_{зд}$ – учитывает отражение света от противостоящих застроек, в случае их отсутствия принимается равным нулю; ε_6 – *геометрический КЕО* в i -ой точке при боковом освещении, учитывающий свет от неба, проходящий через световой проем.

Расчет геометрического КЕО ε_6 сводится к определению площади участка неба, видимого через световой проем из данной точки помещения. Площадь этого участка определяется произведением количества лучей, проходящих через поперечный разрез светового проема на количество лучей, проходящих через продольный разрез светового проема. При боковом освещении без учета противостоящих застроек геометрический КЕО, учитывающий прямой свет неба, в какой-либо точке помещения определяют по формуле:

$$\varepsilon_6 = n_1 \cdot n_2 \cdot 0,01 \%,$$

где n_1 – количество лучей по **графику I** А. М. Данилюка, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения; n_2 – количество лучей по **графику II** А. М. Данилюка, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения.

Для расчета числа лучей n_1 поперечный разрез помещения накладывается на **график I**, совмещая полюс графика O с точкой в которой определяется КЕО, а нижнюю линию графика со следом рабочей плоскости. Затем подсчитывается количество лучей, проходящих через световой проем. Для этого следует ограничить сектор небосвода двумя прямыми: первая – между исследуемой точкой и подоконником; вторая – между исследуемой точкой и верхней границей свето-

проема. Разница между номерами лучей, соответствующих этими прямыми, будет значением n_1 для заданной точки.

Аналогичным образом определяется число лучей n_2 . План помещения накладывается на **график II**. Нижняя линия графика располагается параллельно плоскости светопроема. Исследуемая точка совмещается с точкой O графика. Затем считается число лучей, проходящих через каждое окно. Сумма полученных значений для всех окон будет равна числу лучей n_2 :

$$n_2 = \sum_{i=1}^{n_0} n_{2,i}.$$

Результаты расчётов необходимо занести в протокол.

6) Построить график зависимости рассчитанного КЕО $e_{РАСЧ}$ от расстояния до светопроемов **L**. На графике провести линию, соответствующую нормативному значению $e_{НОРМ}$.

7) Оценить условия труда, согласно Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». В случае несоответствия рассчитанного значения КЕО $e_{РАСЧ}$ нормативной величине $e_{НОРМ}$: определить зону помещения, в которой можно проводить работы выбранной точности; предложить меры по совершенствованию системы, обеспечивающей доступ естественного освещения, и приведению условий освещения в соответствие с нормой.

Протокол к работе.

Требуемая освещенность					
Значение КЕО e_H , %					
Коэффициент светового климата m_N					
Нормируемое значение КЕО $e_{НОРМ}$, %					
Исходные данные для расчета					
Назначение помещения					
Расположение светопроемов	одностороннее, боковое				
Административный район					
Ориентация светопроемов по сторонам горизонта					
Условия среды (содержание пыли, дыма, копоти)					
Строительная высота H , м					
Уровень рабочей поверхности $h_{урп}$, м					
Высота подоконника $h_{п}$, м					
Высота окна h_0 , м					
Длина помещения A , м					
Ширина окна a_0 , м					
Расстояние между окнами a_{0-0} , м					
Расстояние между стеной и окном $a_{0-с}$, м					
Число окон n_0 , шт					
Глубина помещения B , м					
Толщина наружной стены b , м					
Вид светопропускающего материала					
Вид переплетов					
Солнцезащитные устройства	регулируемые шторы				
Противостоящие застройки	отсутствуют				
Расчет КЕО					
Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$					
Отношение B / h					
Отношение A / B					
Коэффициент светопропускания материала τ_1					
коэффициент потери света в переплетах τ_2					
Общий коэффициент светопропускания τ_0					
Коэффициент запаса K_3					
Контрольная точка	A	B	C	D	E
Расстояние до расчетной точки L , м					
Отношение L / B					
Коэффициент усиления при отражении света r_0					
Угловая высота θ , °					
Коэффициент неравномерной яркости q					
Число лучей n_1					
Число лучей n_2					
Геометрический КЕО e_G , %					
Расчетное значение КЕО $e_{РАСЧ}$, %					

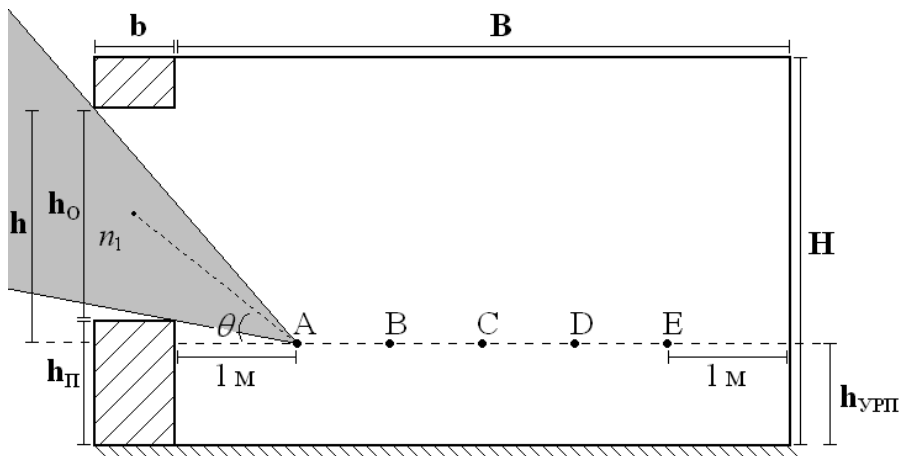


Схема 1. Поперечный (характерный) разрез помещения.

Серым цветом показаны прямые солнечные лучи, прошедшие через световой проем.

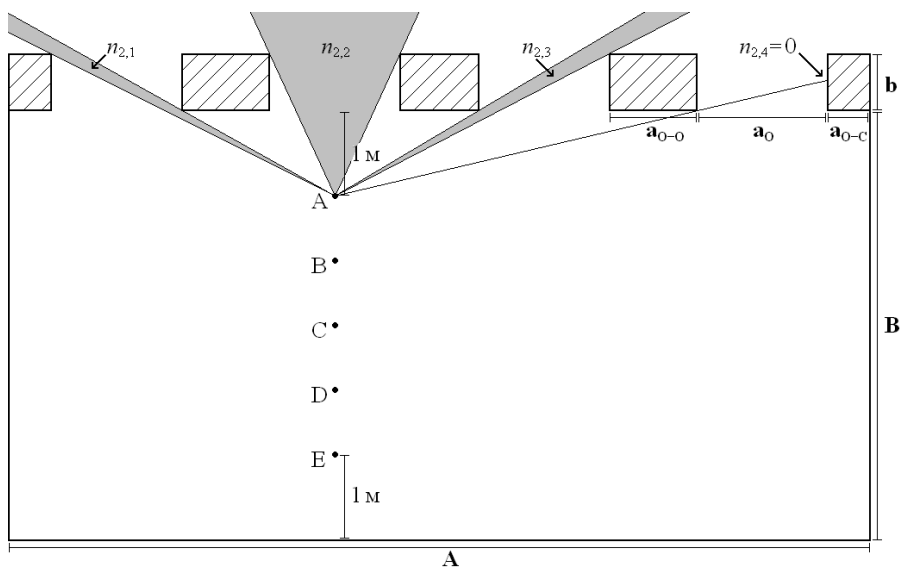


Схема 2. Продольный разрез (план) помещения.

Серым цветом показаны прямые солнечные лучи, прошедшие через световой проем.

Таблица 2. Значения коэффициента усиления освещенности отраженным светом r_0 для условной рабочей поверхности (0,8 м от пола).

	L / B	$\rho_{CP} = 0,50$			$\rho_{CP} = 0,45$			$\rho_{CP} = 0,40$		
		A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2	A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2	A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2
B / h = 1,5	0,1	1,02	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
	0,2	1,10	1,09	1,08	1,08	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
	0,3	1,23	1,21	1,18	1,19	1,17	1,15	1,13	1,12	1,10
	0,4	1,41	1,36	1,32	1,33	1,29	1,26	1,25	1,22	1,19
	0,5	1,62	1,56	1,49	1,51	1,45	1,40	1,38	1,33	1,29
	0,6	1,88	1,78	1,68	1,71	1,63	1,55	1,53	1,47	1,41
	0,7	2,17	2,03	1,89	1,94	1,82	1,72	1,70	1,62	1,54
	0,8	2,46	2,30	2,13	2,17	2,04	1,91	1,88	1,78	1,68
	0,9	2,80	2,59	2,39	2,43	2,28	2,12	2,07	1,95	1,83
B / h = 2,0	0,1	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
	0,2	1,13	1,12	1,11	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
	0,3	1,31	1,27	1,24	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14
	0,4	1,55	1,49	1,43	1,44	1,39	1,34	1,33	1,30	1,26
	0,5	1,84	1,74	1,65	1,68	1,60	1,53	1,51	1,44	1,39
	0,6	2,17	2,04	1,91	1,94	1,84	1,74	1,71	1,62	1,55
	0,7	2,55	2,37	2,20	2,25	2,10	1,96	1,93	1,82	1,72
	0,8	2,95	2,73	2,51	2,56	2,39	2,22	2,17	2,04	1,91
	0,9	3,39	3,12	2,85	2,91	2,70	2,49	2,43	2,27	2,11
B / h = 2,5	0,1	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03
	0,2	1,17	1,15	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
	0,3	1,38	1,34	1,30	1,31	1,28	1,24	1,23	1,20	1,18
	0,4	1,68	1,61	1,53	1,55	1,49	1,43	1,41	1,37	1,32
	0,5	2,05	1,93	1,82	1,84	1,75	1,66	1,63	1,56	1,49
	0,6	2,47	2,30	2,14	2,18	2,05	1,92	1,88	1,78	1,69
	0,7	2,94	2,72	2,50	2,55	2,37	2,20	2,16	2,03	1,90
	0,8	3,43	3,16	2,89	2,95	2,73	2,52	2,46	2,30	2,14
	0,9	3,99	3,65	3,32	3,38	3,12	2,86	2,79	2,59	2,39
B / h = 3,0	0,1	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03
	0,2	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,09
	0,3	1,46	1,41	1,36	1,37	1,33	1,29	1,27	1,24	1,21
	0,4	1,82	1,73	1,64	1,66	1,58	1,51	1,49	1,44	1,39
	0,5	2,26	2,12	1,98	2,01	1,90	1,79	1,76	1,67	1,59
	0,6	2,76	2,57	2,37	2,41	2,26	2,10	2,06	1,94	1,82
	0,7	3,32	3,06	2,80	2,86	2,65	2,44	2,39	2,24	2,08
	0,8	3,92	3,60	3,27	3,34	3,08	2,82	2,75	2,56	2,36
	0,9	4,58	4,18	3,78	3,86	3,55	3,23	3,15	2,91	2,67

Примечания. Средневзвешенный коэффициент отражения света внутренними поверхностями помещения принимается в соответствии с п. 5.10 СП 52.13330.2011. При промежуточных значениях A / B, B / h и L / B коэффициенты r_0 находятся линейной интерполяцией.

Таблица 3. Значения коэффициента усиления освещенности отраженным светом r_0 на уровне пола.

	L / B	$\rho_{CP} = 0,50$			$\rho_{CP} = 0,45$			$\rho_{CP} = 0,40$		
		A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2	A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2	A/B = 1	A/B = 1,5	A/B = 2
B / h = 1,5	0,1	1,02	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
	0,2	1,10	1,09	1,08	1,08	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
	0,3	1,23	1,21	1,18	1,19	1,17	1,15	1,13	1,12	1,10
	0,4	1,41	1,36	1,32	1,33	1,29	1,26	1,25	1,22	1,19
	0,5	1,62	1,56	1,49	1,51	1,45	1,40	1,38	1,33	1,29
	0,6	1,88	1,78	1,68	1,71	1,63	1,55	1,53	1,47	1,41
	0,7	2,17	2,03	1,89	1,94	1,82	1,72	1,70	1,62	1,54
	0,8	2,46	2,30	2,13	2,17	2,04	1,91	1,88	1,78	1,68
	0,9	2,80	2,59	2,39	2,43	2,28	2,12	2,07	1,95	1,83
B / h = 2,0	0,1	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
	0,2	1,13	1,12	1,11	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
	0,3	1,31	1,27	1,24	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14
	0,4	1,55	1,49	1,43	1,44	1,39	1,34	1,33	1,30	1,26
	0,5	1,84	1,74	1,65	1,68	1,60	1,53	1,51	1,44	1,39
	0,6	2,17	2,04	1,91	1,94	1,84	1,74	1,71	1,62	1,55
	0,7	2,55	2,37	2,20	2,25	2,10	1,96	1,93	1,82	1,72
	0,8	2,95	2,73	2,51	2,56	2,39	2,22	2,17	2,04	1,91
	0,9	3,39	3,12	2,85	2,91	2,70	2,49	2,43	2,27	2,11
B / h = 2,5	0,1	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03
	0,2	1,17	1,15	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
	0,3	1,38	1,34	1,30	1,31	1,28	1,24	1,23	1,20	1,18
	0,4	1,68	1,61	1,53	1,55	1,49	1,43	1,41	1,37	1,32
	0,5	2,05	1,93	1,82	1,84	1,75	1,66	1,63	1,56	1,49
	0,6	2,47	2,30	2,14	2,18	2,05	1,92	1,88	1,78	1,69
	0,7	2,94	2,72	2,50	2,55	2,37	2,20	2,16	2,03	1,90
	0,8	3,43	3,16	2,89	2,95	2,73	2,52	2,46	2,30	2,14
	0,9	3,99	3,65	3,32	3,38	3,12	2,86	2,79	2,59	2,39
B / h = 3,0	0,1	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03
	0,2	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	1,13	1,12	1,11	1,09
	0,3	1,46	1,41	1,36	1,37	1,33	1,29	1,27	1,24	1,21
	0,4	1,82	1,73	1,64	1,66	1,58	1,51	1,49	1,44	1,39
	0,5	2,26	2,12	1,98	2,01	1,90	1,79	1,76	1,67	1,59
	0,6	2,76	2,57	2,37	2,41	2,26	2,10	2,06	1,94	1,82
	0,7	3,32	3,06	2,80	2,86	2,65	2,44	2,39	2,24	2,08
	0,8	3,92	3,60	3,27	3,34	3,08	2,82	2,75	2,56	2,36
	0,9	4,58	4,18	3,78	3,86	3,55	3,23	3,15	2,91	2,67

Примечания. Средневзвешенный коэффициент отражения света внутренними поверхностями помещения принимается в соответствии с п. 5.10 СП 52.13330.2011. При промежуточных значениях A / B, B / h и L / B коэффициенты r_0 находятся линейной интерполяцией.

Таблица 4. Значения коэффициента светопропускания материала τ_1 .

Вид светопропускающего материала	τ_1
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,90
	0,80
	0,75
Стекло листовое армированное	0,60
Стекло листовое узорчатое	0,65
Стекло витринное толщиной 6-8 мм	0,80
Стекло листовое со специальными свойствами: солнцезащитное контрастное	0,65
	0,75
Органическое стекло: прозрачное молочное	0,90
	0,60
Пустотелые стеклянные блоки: светорассеивающие светопрозрачные	0,50
	0,55
Стеклопакеты	0,80

Таблица 5. Значения коэффициента, учитывающего потери света в переплетах светопроема τ_2 .

Вид переплета	τ_2
Переплеты деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,80
	0,75
	0,65
	0,50
Переплеты металлические: одинарные спаренные двойные раздельные с тройным остеклением	0,90
	0,85
	0,80
	0,70

Таблица 6. Значения коэффициента, учитывающего потери света в солнцезащитных устройствах τ_4 .

Солнцезащитные устройства и материалы	τ_4
Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы	1,00
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин под углом 90° к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	0,65
	0,75
Горизонтальные козырьки с защитным углом: ≤ 30° 15–45° (многоступенчатые)	0,80
	0,90–0,60

Таблица 7. Значения коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба МКО.

Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью θ , ° (см. схему 1)	Значения коэффициента q	
	в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории России
2	0,71	0,46
6	0,74	0,52
10	0,77	0,58
14	0,80	0,64
18	0,84	0,69
22	0,86	0,75
26	0,90	0,80
30	0,92	0,86
34	0,95	0,91
38	0,98	0,96
42	1,00	1,00
46	1,04	1,04
50	1,08	1,08
54	1,12	1,12
58	1,16	1,16
62	1,18	1,18
66	1,21	1,21
70	1,23	1,23
74	1,25	1,25
78	1,27	1,27
82	1,28	1,28
86	1,28	1,28
90	1,29	1,29

Примечание. При промежуточных значениях угловой высоты значения коэффициента q находятся линейной интерполяцией.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Определение наименьшего размера объекта различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном

Для создания наилучших условий для видения в процессе труда рабочие места должны быть нормально освещены. Требуемый уровень освещенности в первую очередь определяется точностью выполняемых работ. Для характеристики точности выполняемых работ вводится понятие **наименьшего размера объекта различения**. Это наименьший размер рассматриваемого предмета (детали) или его части, который необходимо различить в процессе выполнения работы. Например, при работе с печатной документацией наименьший размер в тексте имеет точка меньшего шрифта.

В зависимости от размера объекта различения и расстояния от предмета до глаз работающего, все работы делятся на восемь разрядов точности. Если расстояние от предмета до глаз меньше 500 мм, то разряд работы определяется размером объекта различения, если больше – отношением размера объекта различения к расстоянию от предмета до глаз. Для протяженных объектов различения, длина которых больше удвоенной ширины, разряд зрительных работ определяется по эквивалентному размеру объекта (см. СП 52.13330.2011).

Большое значение имеют **характер фона**, на котором рассматриваются объекты, т. е. поверхности, непосредственно прилегающей к объекту различения, и **контраст объекта с фоном**, который определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона. Количественно фон может быть охарактеризован коэффициентом отражения ρ светового потока от поверхности, образующей фон. Фон считается светлым, если $\rho > 0,4$, средним при $0,2 < \rho < 0,4$ и темным при $\rho < 0,2$. Контраст объекта с фоном K считается большим, если $K > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне), средним при $0,2 < K < 0,5$ и малым при $K < 0,2$ (объект на фоне заметен слабо).

Приложение 2. Нормативная документация

Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация» – применяют при оценке вредности воздействия производственных факторов, в том числе, естественного освещения и ИК-излучения.

Видимая часть спектра (естественное освещение). *СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»* – действующий норматив по естественному и совмещенному освещению. Содержит: требования по КЕО e_H для помещений производственных, общественных, жилых и вспомогательных зданий; уровень нормируемой поверхности (УПР) и расположение нормируемой точки; коэффициенты запаса; коэффициенты светового климата; группы административных районов по ресурсам светового климата; формулы для определения расчетных значений КЕО $e_{РАСЧ}$; основные термины и определения.

СП 23–102–2003 «Естественное освещение жилых и общественных зданий» – разработан в развитие СНиП 23–05–2010. Содержит: полное описание методики определения КЕО $e_{РАСЧ}$ с примерами расчетов; значения коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба МКО; значения коэффициента усиления освещенности отраженным светом r_0 ; формулу для расчета средневзвешенного коэффициента отражения помещения; таблицы для расчета общего коэффициента светопропускания τ_0 . Кроме того, в нем содержится информация для расчета времени использования естественного освещения в помещениях и технико-экономическая оценка систем естественного освещения по энергетическим затратам.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» – содержит расширенный перечень нормируемых КЕО e_H с указанием УПР для помещений жилых и общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещений. Следует использовать вместо таблиц 1 и 2 СП 52.13330.2011 в случае отсутствия информации по наименьшим объектам различения.

ГОСТ 24940–96 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» – устанавливает методы определения КЕО. Содержит: методику измерения КЕО в помещениях; требования к аппаратуре для измерения КЕО и перечень рекомендуемых средств измерения; рекомендации по размещению контрольных точек при измерении естественной освещенности помещений.

МУ 2.2.4.706-98 «Оценка освещения рабочих мест» – изложен порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям освещения. Содержит комментарии к методам и средствам измерения.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным ЭВМ и организации работы» – регламентирует организацию рабочих мест с ПЭВМ. Согласно пункту 6.1 рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, а естественный свет падал преимущественно слева.

Инфракрасное (тепловое) и ультрафиолетовое излучение. Учет инфракрасного излучения Солнца производится на стадии проектирования сооружений (*СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование»*) и при их эксплуатации через показатели микроклимата (*СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»*).

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» – изложены требования к облучению поверхностей и пространства прямыми солнечными лучами, в том числе, к ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции.

МУ 5046-89 «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)» – применяется в целях профилактики и коррекции ультрафиолетовой недостаточности. Изложена дозировка ультрафиолетового излучения, общие показания и противопоказания к применению УФ-излучения.

Приложение 3. Варианты заданий

№	Назначение помещения	Запыленность
1	Компьютерный зал	нормальная
2	Лаборатория	нормальная
3	Аналитическая лаборатория	нормальная
4	Мастерская по обработке металлов	4,2 мг/м ³
5	Офис	нормальная
6	Выставочный зал	нормальная
7	Изготовление головных уборов	0,8 мг/м ³
8	Чертежное бюро	нормальная

№	Административный район	Ориентация светопроема по сторонам света
1	Краснодарский край	З
2	Владимирская область	ЮВ
3	Самарская область	СЗ
4	Ростовская область	С
5	Приморский край	ЮЗ
6	Архангельская область*	В
7	Республика Татарстан	Ю
8	Ульяновская область	ЮЗ

* зона с устойчивым снежным покровом

№	H	h _п	h _о	A	a _о	a _{о-о}	a _{о-с}	n _о	B	b
1	3,20	1,00	2,00	9,80	1,80	1,30	0,90	3	5,60	0,80
2	2,70	0,80	1,60	6,00	1,60	1,00	0,90	2	4,80	0,80
3	3,30	1,00	2,10	9,20	1,80	1,10	0,80	3	4,60	0,80
4	3,20	1,00	2,00	11,20	1,70	1,00	0,70	4	5,60	0,80
5	2,80	0,80	1,80	5,40	1,40	0,80	0,90	2	5,40	0,80
6	3,20	0,90	2,10	12,20	1,50	1,40	1,00	4	5,40	0,80
7	2,70	0,80	1,80	8,10	1,50	0,90	0,90	3	5,40	0,80
8	2,50	0,80	1,60	4,00	2,00	0,00	1,00	1	4,00	0,80

№	Вид светопропускающего материала	Вид переплетов
1	Стекло оконное листовое одинарное	Переплеты деревянные одинарные
2	Стекло оконное листовое тройное	Переплеты метал. с тройным остеклением
3	Стекло оконное листовое двойное	Переплеты деревянные спаренные
4	Стеклопакет	Переплеты металлические одинарные
5	Стекло оконное листовое одинарное	Переплеты металлические одинарные
6	Стекло оконное листовое двойное	Переплеты метал. двойные раздельные
7	Стекло оконное листовое двойное	Переплеты деревянные двойные раздельные
8	Стекло оконное листовое тройное	Переплеты дерев. с тройным остеклением

ГЛОССАРИЙ

Минимальная эритемная доза (МЭД) – это доза ультрафиолетового излучения, которая вызвала покраснение (эритему) у данного человека через 12–24 ч на одном из облучаемых участков кожи.

Эпидермис – наружный роговой слой кожи.

Дерма – кожа, состоит из 2 слоев. Поверхностный слой (сосочковый) выполняет в основном функцию питания эпидермиса. Под ним расположен сетчатый слой, который составляет большую часть дермы и выполняет в основном опорную функцию.

Фотодерматозы – группа кожных болезней, обусловленных повышенной чувствительностью кожи к солнечному излучению.

Хроморофы – группы атомов, обуславливающие цвет химического соединения.

Неспецифический иммунитет практически одинаковый у всех представителей одного вида (в отличие от специфического). Неспецифический иммунитет обеспечивает борьбу с инфекцией на ранних этапах ее развития, когда специфический иммунитет еще не сформировался.

Инсоляция помещений – облучение поверхности и пространств прямыми солнечными лучами.

Денатурация – утрата природной конфигурации молекулами биополимеров в результате нагревания. Приводит к потере естественных свойств (растворимости, гидрофильности и др.) вследствие нарушения пространственной структуры молекул.

Мембранный потенциал – разность электрических потенциалов между наружной и внутренней поверхностями биологической мембраны, обусловленная неодинаковой концентрацией ионов (натрия, калия, хлора).

Аутоантигены – собственные нормальные антигены организма или антигены, возникающие под действием различных биологических и физико-химических факторов, которые при определенных условиях распознаются иммунной системой как чужерод-

ные и в связи с этим вызывают клеточный или гуморальный (циркулирующий в крови) иммунный ответ со стороны своего организма.

Систолическое артериальное давление, показывает давление в артериях в момент, когда сердце сжимается и выталкивает кровь в артерии.

Диастолическое артериальное давление, показывает давление в артериях в момент расслабления сердечной мышцы.

Иммуноглобулины (антитела) – это растворимые гликопротеины, присутствующие в сыворотке крови, тканевой жидкости или на клеточной мембране, которые распознают и связывают антигены. Они синтезируются в ответ на чужеродные вещества определенной структуры – антигены. Антитела используются иммунной системой для идентификации и нейтрализации чужеродных объектов (бактерий, вирусов).

Комбинированное освещение – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Блескость – это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Освещенность – физическая величина, численно равная световому потоку, падающему на единицу поверхности.

Коэффициент естественной освещенности – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода; выражается в процентах.

Световой климат – совокупность условий естественного освещения в той или иной местности (освещенность и количество освещения

на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом неба и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альbedo подстилающей поверхности) за период более десяти лет.

Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Характерный разрез помещения – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

Геометрический КЕО – отношение естественной освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения светом, прошедшим через незаполненный световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под открытым полностью небосводом, при этом участие прямого солнечного света в создании той или другой освещенности исключается, выражается в процентах.

Облачное небо МКО – небо, полностью закрытое облаками и удовлетворяющее условию, при котором отношение его яркости на высоте над горизонтом к яркости в зените равно $(1 + 2 \sin \theta) / 3$.

СНиП – строительные нормы и правила.

СП – свод правил.

СанПиН – санитарные правила и нормы.

ГОСТ – государственный стандарт.

МУ – методические указания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких областей электромагнитного спектра состоит солнечный свет, проходящий через атмосферу?
2. На какое время года и суток приходится бóльшая часть дозы UV-B лучей, получаемых человеком от солнечной радиации?
3. Почему в условиях высокогорья требуется специальная защита для глаз от ультрафиолета?
4. Может ли переизбыток и/или недостаток ультрафиолета приводить к раковым заболеваниям?
5. Какое влияние оказывает ультрафиолет на работу кровеносных органов, обмен веществ, синтез гормонов?
6. Что следует учитывать при дозировке УФ лучей?
7. С чем связана минимальная длительность инсоляции помещений? Почему важно наличие ультрафиолета даже в отсутствии людей?
8. Как еще называется инфракрасный диапазон?
9. Почему интенсивность и спектральный состав ИК излучения сильно зависят от влажности и облачности?
10. На какие системы организма оказывает негативное действие переизбыток ИК излучения?
11. Какие заболевания лечат с применением ИК радиации?
12. Какое психофизиологическое воздействие на человека оказывают синий, зеленый и красный цвета спектра?
13. Какие требования предъявляются к естественному освещению в производственных помещениях?
14. Что учитывает коэффициент запаса K_3 ? Почему он зависит от угла наклона светопропускающего материала?
15. Что учитывает общий коэффициент светопропускания τ_0 при боковом освещении?
16. Как нужно изменить средневзвешенный коэффициент отражения света внутренними поверхностями помещения $\rho_{ср}$ для увеличения КЕО? Почему он не должен принимать слишком большие и слишком малые значения?
17. Какое влияние оказывают противостоящие застройки на проникновение видимого света и УФ излучения в помещении?
18. От чего зависит выбор нормативных значений КЕО $e_{НОРМ}$? Что учитывает e_H в помещениях производственных и общественных зданий? От чего зависит коэффициент светового климата m_N ?

Учебное издание

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
В ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ,
ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Методические указания

Составители: *Терентьев Алексей Владимирович,*
Варфоломеева Вера Васильевна

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва
443086, Самара, Московское шоссе, 34.
