

Гигиеническая оценка естественного и искусственного освещения

Киселев Анатолий Владимирович
Anatolii.Kiselev@szgmu.ru

Свет:

оптическая область электромагнитных излучений в пределах длин волн 10 нм - 340 мкм

- Инфракрасный спектр (ИК): длины волн более 780 нм;
- Видимый свет (ВС): длины волн от 380 до 780 нм;
- Ультрафиолетовый спектр (УФ): длины волн менее 380 нм

Биологическое действие света.

- УФ: оказывает активное влияние на минеральный обмен, синтез витамина D, симпатико-адреналовую систему. Установлен факт нервно-рефлекторного воздействия. Оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие.

Биологическое действие света.

- ВС: обладает сложным психо-физиологическим действием на организм человека, зависящим от интенсивности воздействия и его спектрального состава (цвета) и поляризации. Установлено, что длительное световое голодание приводит к ослаблению иммуно-биологической реактивности и функциональным нарушениям нервной системы. Действуя через орган зрения, является мощным эмоциональным фактором.

Биологическое действие света.

- ИК: обладает сложным нейрогуморальным механизмом биологического действия, вызывая физиологические реакции на месте воздействия и в различных системах организма, внешне проявляющиеся в основном в виде теплового эффекта.

Основные светотехнические понятия и единицы измерения.

- I (сила света) – пространственная плотность светового потока. 1 кандела – сила света, испускаемая в перпендикулярном направлении с площади $1/600000$ м² черного тела при температуре затвердевания платины (2045 К) и давлении 101325 Па.

Основные светотехнические понятия и единицы измерения.

- Φ (световой поток) – мощность световой энергии. Измеряется в люменах (лм). 1 лм соответствует световому потоку, излучаемому в единичном телесном угле точечным источником с силой света 1 кандела.

Основные светотехнические понятия и единицы измерения.

- E (освещенность) – плотность светового потока по освещенной поверхности. Освещенность в 1 люкс имеет поверхность, на 1 м^2 которой падает и равномерно по ней распределяется световой поток в 1 лм.

Виды освещения, обеспеченные гигиеническими нормативами.

- Инсоляция – процесс облучения прямым солнечным светом. Нормируется по длительности.
- Естественное освещение – освещение рассеянным и отраженным солнечным светом. Нормируется относительными величинами.
- Искусственное освещение – освещение за счет света технических устройств. В основу нормирования положена создаваемая освещенность поверхностей.

Нормативные документы (основные).

- СП 2.1.3678-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»;
- СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Нормативные документы

(дополнительные, актуальность на
1.02.2021)

- Методика расчета естественного освещения изложена в Своде правил по проектированию и строительству **СП 23-102-2003 "Естественное освещение жилых и общественных зданий"**.
- **ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.** Устанавливает методы определения минимальной, средней и цилиндрической освещенностей, коэффициента естественной освещенности (КЕО) в помещениях зданий и сооружений и на рабочих местах, минимальной освещенности мест производства работ вне зданий, средней освещенности улиц, дорог, площадей, полуцилиндрической освещенности пешеходных зон

Естественное освещение

Световой климат – комплекс показателей природной световой энергии:

- Освещенность и количество освещения на горизонтальных и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным и прямым светом солнца
- Абсолютное значение яркости и относительное ее распределение по небу при сплошной облачности и при отсутствии облаков
- Продолжительность солнечного сияния
- Прозрачность атмосферы... и другие

Естественное освещение. Оценка.

Методы оценки – основаны на относительных показателях (доля света, попадающего в помещение от максимальных возможностей открытой поверхности):

- Геометрический прием (СК - световой коэффициент)
- Метод светотехнического нормирования (КЕО - коэффициент естественной освещенности)

Естественное освещение. Оценка.

СК (световой коэффициент) – отношение площади световой поверхности окон к площади пола помещения.

- Не учитывает ориентацию здания, отстояние противостоящего здания, конструкцию светопроемов.
- Дополнялся расчетами угла падения и угла отверстия, что утяжелило расчет без существенного улучшения эффективности.
- Метод в современных условиях не эффективен, поэтому не используется как нормативный.

Естественное освещение. Оценка.

КЕО (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.

При определении величины норматива принимаются во внимание следующие факторы:

- характер освещения в помещении — естественный или совмещенный;
- направление падения светового потока — верхнее, боковое или комбинированное освещение;
- тип помещения, в котором производится работа.

Естественное освещение. Нормирование. Жилые помещения

Гигиенические нормативы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Таблица 5.52

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО ед, %, не менее		КЕО ед, %, не менее		освещенность рабочих поверхностей, Еср., лк, не менее	Объединенный показатель дисккомфорта UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кл, %, не более
		при верхнем или комбинированном	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Жилые комнаты, гостиные, спальни	Г-0,0	2,0	0,5	-	-	150	-	-
2. Жилые комнаты общежитий	Г-0,0	2,0	0,5	-	-	150	-	-
3. Кухни, кухни-столовые	Г-0,0	2,0	0,5	1,2	0,3	150	-	-
4. Детские	Г-0,0	2,5	0,7	-	-	200	-	-
5. Кабинеты, библиотеки	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	-
6. Внутриквартирные коридоры, холлы	Г-0,0	-	-	-	-	50	-	-
7. Кладовые, подсобные	Г-0,0	-	-	-	-	30	-	-
8. Гардеробные	Г-0,0	-	-	-	-	75	-	-
9. Сауна, раздевалки	Г-0,0	-	-	-	-	100	-	-
10. Бассейн	Г-0,0 Г - поверхность воды	2,0	0,5	1,2	0,3	100	24	20

Естественное освещение.

Нормирование. Помещения общественных зданий

Гигиенические нормативы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения в основных и вспомогательных помещениях общественных зданий

Таблица 5.54

Помещения	Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости нал	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
			КЕО e_n , %, не менее		КЕО e_n , %, не менее		Освещенность, $E_{ср.лк}$, не менее			Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, K_p , %
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
							всего	от общего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Административные здания (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципальные управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и подобные им)											
1 Помещения для посетителей, экспедиции	Б-1	Г-0,8	-	-	-	-	400	200	300	21	15
2 Читальные залы	А-2	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	21	15
3 Помещения записи и регистрации читателей, тематических	Б-1	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15

Естественное освещение.

Нормирование. СП 2.1.3678-20

- 4.6.2. Без естественного освещения или с освещением вторым светом при условии обеспечения нормируемых показателей микроклимата и кратности воздухообмена размещаются:
 - а) технические и инженерные помещения (тепловые пункты, насосные, компрессорные, вентиляционные камеры, дистилляционные, мастерские по эксплуатации зданий, серверные);
 - б) помещения работников (помещения для занятий работников, конференц-залы, помещения отдыха, приема пищи, выездных бригад, гардеробные, душевые, санитарный узел);
 - в) помещения вспомогательных служб (экспедиции, загрузочные, архивы, кладовые и хранилища всех видов, термостатная, комната приготовления сред, центральные бельевые, помещения приготовления рабочих дезинфекционных растворов, моечные, столовые, помещения пищеблоков, прачечных, центральных стерилизационных, дезинфекционных отделений, помещения хранения и одевания трупов, траурный зал, помещения обработки медицинских отходов, санитарные пропускники, санитарные комнаты, клизменные);

Естественное освещение.

Нормирование. СП 2.1.3678-20

- г) кабинеты и помещения восстановительного лечения организаций, для которых медицинская деятельность не является основной, помещения в составе лабораторий площадью до 100 м², кабинеты консультативного приема врачей, при наличии ординаторской (помещения) работников с естественным освещением, кабинеты гирудотерапии, сауны, помещения подготовки парафина, озокерита, обработки прокладок, фотарии, кабинеты бальнеологических процедур, регенерации грязи, лечения сном, кабинеты электросветолечения, процедурные лучевой терапии, лучевой, радионуклидной и магнитно-резонансной диагностики, комнаты управления при них и другие помещения кабинетов, представляющие с ними единый функциональный процесс, блоки радионуклидного обеспечения, помещения зуботехнических лабораторий, кабинеты медицинской оптики, помещения медицинской организации, расположенных в торгово-развлекательных комплексах, общей площадью не более 100 м².

Естественное освещение. Выбор точек измерения и расчета.

- При одностороннем боковом освещении в жилых зданиях нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4- и более комнатных квартир.
- Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть не менее нормированного значения КЕО (e_n) при боковом освещении.
- В остальных комнатах многокомнатных квартир и в кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола.
- При одностороннем боковом освещении жилых комнат общежитий, гостиных и номеров гостиниц нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола в геометрическом центре помещения.

Естественное освещение. Измерение. (ГОСТ)

- Измерение КЕО на соответствие действующим нормам проводят в помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых и исправных светопрозрачных заполнениях светопроемов. При этом средневзвешенный коэффициент отражения стен, потолка, пола и заполнения оконных проемов в жилых помещениях должен составлять не менее 0,5.
- Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной облачностью, покрывающей весь небосвод. Искусственное освещение в помещениях на период измерений выключают.
- При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности в контрольных точках внутри помещений и наружной освещенности на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (например, снаружи на кровле здания или на другом возвышенном месте), с учетом требований.
- Результаты измерений заносят в протокол, форма которого приведена в приложении В.

Естественное освещение. Расчет.

- КЕО вычисляется путём проведения из расчётной точки помещения секторов видимости зданий и открытого неба, видимых через светопроём или несколько светопроёмов. При этом, если в помещении есть несколько светопроёмов, то расчёт КЕО проводится в отдельности для каждого из них, а результаты суммируются. Для секторов видимости вычисляется количество лучей по графику Данилюка, геометрические и светотехнические характеристики противостоящих зданий и самого помещения.
- Программное обеспечение:
 - ✓ АРМ «Светотехнические расчёты»
 - ✓ СИТИС: Солярис 7

Инсоляция. Нормирование

Инсоляция. Нормирование

- Нормативная продолжительность инсоляции – законодательно закрепленный показатель светового климата помещений, определяющий возможность попадания прямых солнечных лучей в помещение в определенный календарный период без учета погодных условий, выражается в часах, минутах.
- Расчетная продолжительность инсоляции – период попадания солнечных лучей в расчетную точку по астрономическому (солнечному) времени, выражается в часах, минутах. Определяется по инсографику, построенному для определенной географической широты, либо математически по алгоритму, учитывающему траекторию движения солнца. Норматив по инсоляции считается обеспеченным, если расчетная продолжительность инсоляции больше или равна нормативной.
- **! СП 2.1.3678-20:** 9.4. Уровни инсоляции и естественного освещения помещений, уровни шума, вибрации, ультразвука и инфразвука, электромагнитных полей и излучений на территории и в здании организации социального обслуживания не должны превышать гигиенические нормативы для помещений жилых, общественных зданий и территории жилой застройки.

Инсоляция. Нормирование

- Выполнение требований норм инсоляции достигается размещением и ориентацией зданий по сторонам горизонта, а также их объемно-планировочными решениями.
- Инсоляция является важным фактором, оказывающим оздоравливающее влияние на среду обитания человека и должна быть использована в жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки.

Инсоляция. Нормирование. Жилые здания.

Нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений жилых зданий

Таблица 5.58

Нормируемые помещения	Географическая широта местности	Продолжительность инсоляции, не менее	Календарный период
1. Не менее чем в одной комнате 1-3-комнатных квартир; 2. Не менее чем в 2-х комнатах 4-х и более комнатных квартир; 3. Не менее чем в 60 % жилых комнат в зданиях общежитий	Северная зона (севернее 58° с. ш.)	2,5 ч	с 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с. ш. - 48° с. ш.)	2 ч	
	Южная зона (южнее 48° с. ш.)	1,5 ч	с 22 февраля по 22 октября
1. В 2-х и 3-х комнатных квартирах, где инсолируется не менее 2-х комнат; 2. В многокомнатных квартирах (4 и более комнаты), где инсолируется не менее 3-х комнат; 3. При реконструкции жилой застройки, расположенной в центральной, исторической зонах городов, определенных их генеральными планами развития	Северная зона (севернее 58° с. ш.)	2 ч	с 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с. ш. - 48° с. ш.)	1,5 ч	
	Южная зона (южнее 48° с. ш.)	1,5 ч	с 22 февраля по 22 октября

Инсоляция. Нормирование. Общественные здания.

Нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений общественных зданий

Таблица 5.59

Нормируемые помещения	Географическая широта местности	Продолжительность инсоляции, не менее	Календарный период
<p>Дошкольные образовательные организации – групповые, игровые;</p> <p>Образовательные организации (общеобразовательные, дополнительного и профессионального образования, школы-интернаты, детские дома и другие образовательные организации) – классы и учебные кабинеты;</p> <p>Лечебно-профилактические, санаторно-оздоровительные и курортные учреждения – палаты (не менее 60 % общей численности);</p> <p>Организации социального обслуживания (дома интернаты для инвалидов и престарелых и другие организации социального обслуживания), хосписы – палаты, изоляторы.</p>	Северная зона (севернее 58° с. ш.)	2,5 ч	с 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с. ш. - 48° с. ш.)	2 ч	
	Южная зона (южнее 48° с. ш.)	1,5 ч	с 22 февраля по 22 октября

Инсоляция. Нормирование. Территория.

Нормируемая совокупная продолжительность инсоляции на территории жилой застройки

Таблица 5.60

Нормируемые территории	Географическая широта местности	Продолжительность инсоляции, не менее	Календарный период
Территории детских игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных организаций, спортивной зоны, зоны отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов, зоны отдыха ЛПО стационарного типа (на 50% площади участка независимо от географической широты)	Северная зона (севернее 58° с. ш.)	2,5 ч, в том числе не менее 1 часа для одного из периодов в случае прерывистой инсоляции	с 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с. ш. - 48° с. ш.)	2,5 ч, в том числе не менее 1 часа для одного из периодов в случае прерывистой инсоляции	
	Южная зона (южнее 48° с. ш.)	2,5 ч, в том числе не менее 1 часа для одного из периодов в случае прерывистой инсоляции	с 22 февраля по 22 октября

Инсоляция. Нормирование

- Допускается прерывистость инсоляции, при которой один из периодов должен быть не менее 1 ч. При этом суммарная продолжительность нормируемой инсоляции должна увеличиваться на 0,5 ч соответственно для каждой зоны
- Инсоляция помещений детских домов, домов ребенка, школ-интернатов, лесных школ, школ-санаториев определяется набором помещений соответствующего функционального назначения.
- Допускается отсутствие инсоляции в учебных кабинетах информатики, физики, химии, рисования и черчения.

Инсоляция. Солнцезащита

- Требования по ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции распространяются на жилые комнаты отдельных квартир или комнаты коммунальных квартир, общежитий ДДУ, учебные помещения общеобразовательных школ, школ-интернатов, ПТУ и других средних специальных учебных заведений, ЛПУ, санаторно-оздоровительных и учреждений социального обеспечения, имеющих юго-западную и западную ориентации светопроемов.
- Ограничение избыточного теплового воздействия инсоляции помещений и территорий в жаркое время года должно обеспечиваться соответствующей планировкой и ориентацией зданий, благоустройством территорий, а при невозможности обеспечения солнцезащиты помещений ориентацией необходимо предусматривать конструктивные и технические средства солнцезащиты (кондиционирование, внутренние системы охлаждения, жалюзи и т.д.). Ограничение теплового воздействия инсоляции территорий должно обеспечиваться затенением от зданий, специальными затеняющими устройствами и рациональным озеленением.
- Меры по ограничению избыточного теплового воздействия инсоляции не должны приводить к нарушению норм естественного освещения помещений.

Инсоляция. Расчет

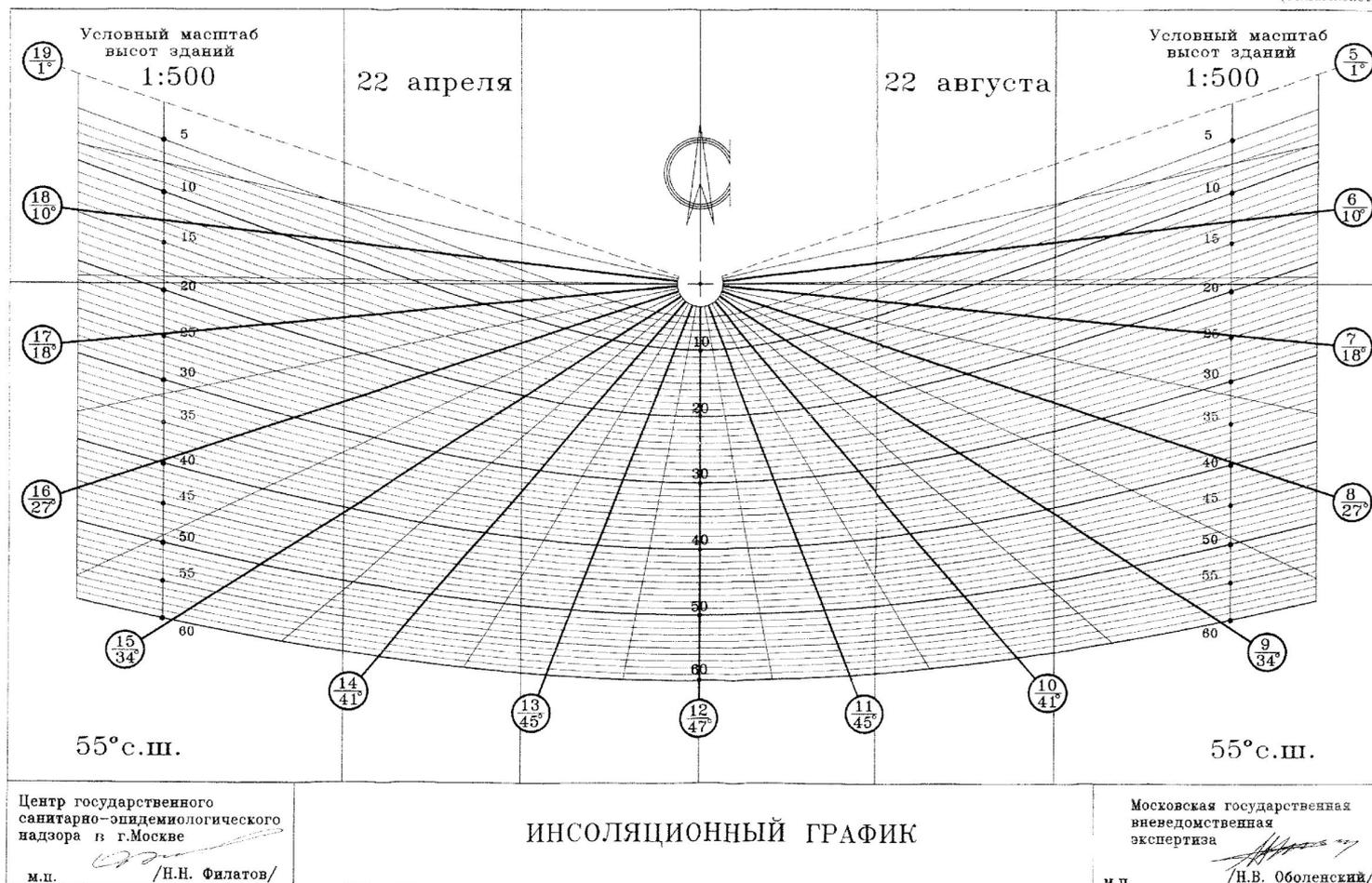
- Расчет продолжительности инсоляции помещений выполняется в расчетной точке, которая определяется с учетом расположения и размеров затеняющих элементов здания.
- При расчете продолжительности инсоляции участка территории принимается расчетная точка, которая расположена в центре инсолируемой половины участков территории.
- В расчетах продолжительности инсоляции не учитывается первый час после восхода и последний час перед заходом солнца для районов южнее 58° с.ш. и 1,5 часов для районов севернее 58° с.ш.
- Допускаемая погрешность метода определения продолжительности инсоляции может составлять не более 10 минут.
- СанПиН СанПиН 1.2.3685-21, п. 165: Расчет продолжительности инсоляции выполняется по инсоляционным графикам или по солнечным картам.

Инсоляция. Расчет.

Инсоляционный график

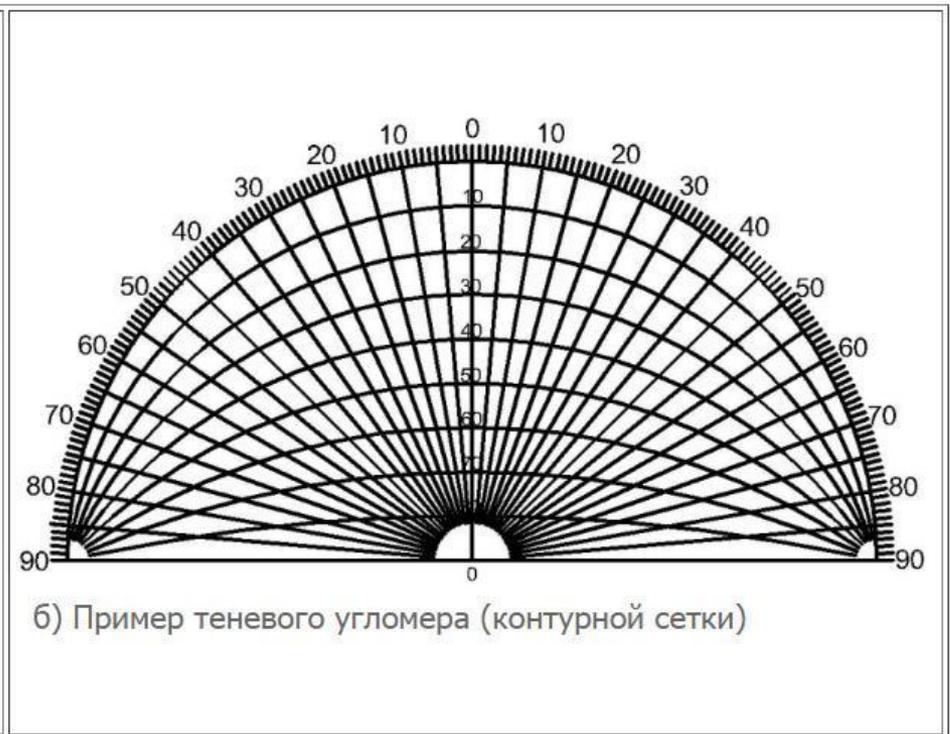
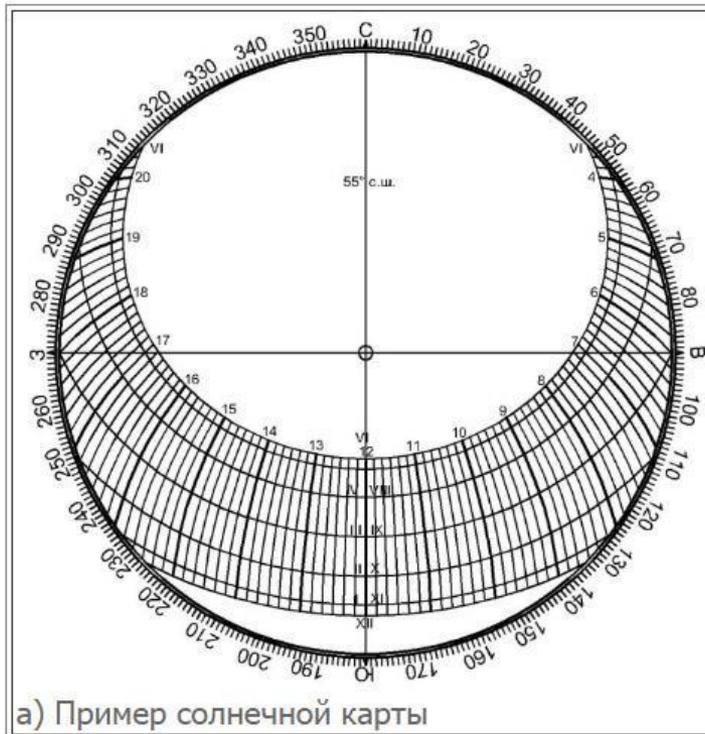
МГСН 2.05-99

Приложение Б
(обязательное)



Инсоляция. Расчет.

Солнечные карты



Инсоляция. Расчет.

Солнечные карты

- Солнечные карты представляют собой горизонтальную плоскость в виде круга с нанесением на нем траектории движения солнца от восхода до заката в определенный момент времени в зависимости от азимута и высоты стояния солнца согласно рисунку 2, а.
- Прямые, расходящиеся от центра, являются азимутальными линиями. Концентрические окружности, подобные линиям широт на глобусе, являются альмукантаратами (параллельные горизонтальные круги небесной сферы, все точки которых имеют одинаковое зенитное расстояние).
- Солнечные карты выполнены с равнопромежуточной проекцией альмукантаратов, т. е. радиус круга, представляющий весь небесный свод, делится на равные части.
- Для расчета продолжительности инсоляции помещений кроме солнечных карт необходимо иметь теневой угломер (контурная сетка, приведенная на рисунке 2, б).

Искусственное освещение

- Гигиеническая оценка:

- Источники освещения

- Типы светильников

- Системы освещения

Искусственное освещение

- Источники освещения.
- Искусственным источником света является устройство, предназначенное для преобразования какого-либо вида энергии в электромагнитное излучение оптического диапазона.

Искусственное освещение



Искусственное освещение



- **Лампы накаливания. Свойства:**

1. Изготовление в широком сортаменте, на самые разные мощности и напряжения и различных типов, приспособленных к определенным условиям применения
2. Непосредственное включение в сеть без дополнительных аппаратов
3. Работоспособность (хотя и с резко изменяющимися характеристиками) даже при значительных отклонениях напряжения сети от номинального
4. Незначительное (около 15%) снижение светового потока к концу срока службы
5. Почти полная независимость от условий окружающей среды (вплоть до возможности работать погруженной в воду), в том числе от температуры
6. Компактность

Искусственное освещение

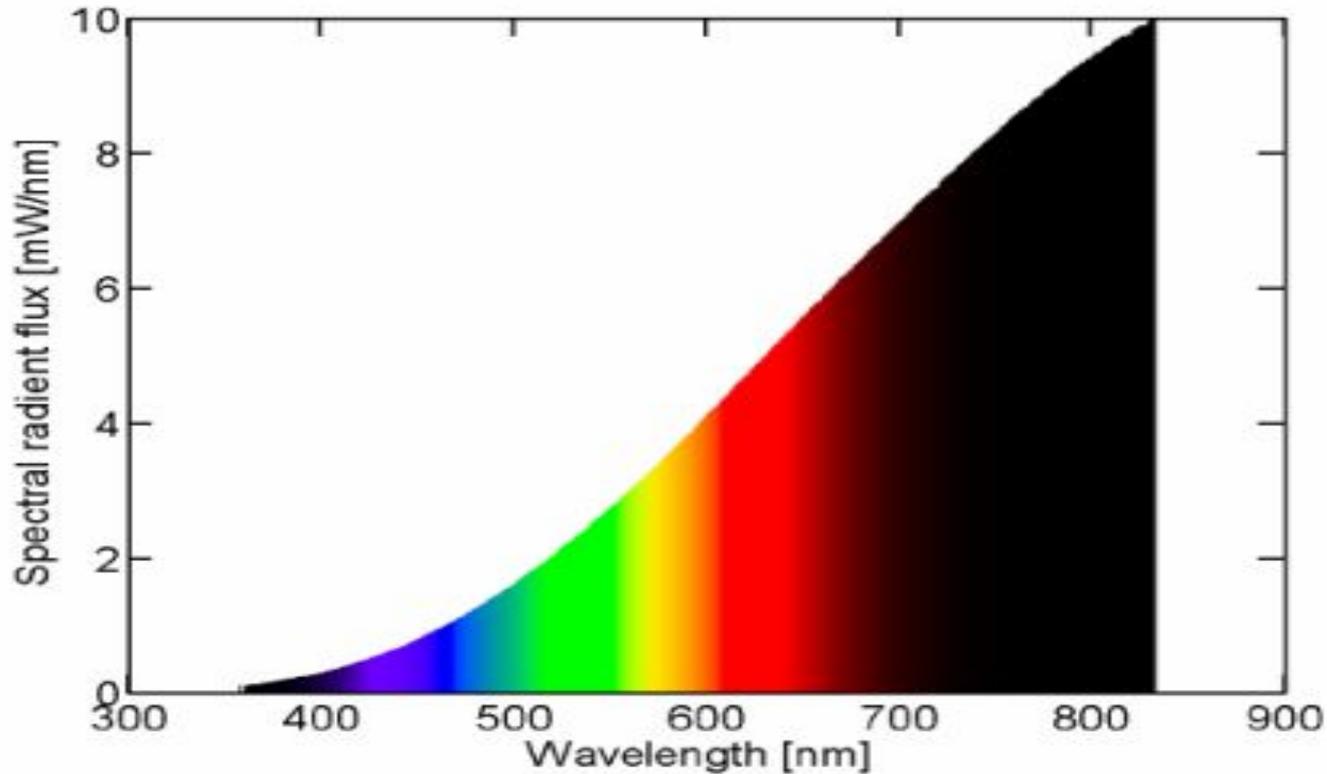


- **Недостатки ламп накаливания**

низкая световая отдача, преобладание в спектре излучений желто-красной части спектра, ограниченный срок службы, большая зависимость характеристик ламп накаливания от подводимого напряжения (так как с повышением напряжения возрастает температура нити накала, и, как следствие, свет становится белее, быстро возрастает световой поток и несколько медленнее световая отдача, резко уменьшается срок службы).

Искусственное освещение

- **Спектр излучения ламп накаливания:**



Искусственное освещение

- **Галогенные лампы накаливания. Свойства.**

Содержат в газе-наполнителе незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их соединения. С помощью этих добавок возможно в определенном температурном интервале практически полностью устранить потемнение колбы (вызванное испарением атомов вольфрама) и обусловленное этим уменьшение светового потока. Поэтому размер колбы в галогенных лампах накаливания может быть сильно уменьшен, вследствие чего с одной стороны можно повысить давление в газе-наполнителе, и с другой стороны становится возможным применение дорогих инертных газов криптон и ксенон в качестве газов-наполнителей.

Искусственное освещение

- Галогенные лампы накаливания.
Свойства.



- Галогенные лампы накаливания отличаются особой компактностью, существенно более белым светом, улучшенной цветопередачей, двойным сроком службы.
- Галогенные лампы накаливания выпускаются мощностью до 20 кВт.

Искусственное освещение

- **Газоразрядные лампы. Свойства.**

- Газоразрядные лампы: низкого давления, люминесцентные, имеющие форму цилиндрической трубки. Бывают разной цветности: лампы дневного света(ЛД), холодно-белого цвета (ЛХБ), белого цвета(ЛБ), тепло-белого цвета(ЛТБ), с улучшенной цветопередачей(ЛДЦ).
- Газоразрядные лампы высокого давления: ртутные, ксеноновые, металлогалогенные, дуговые. Ртутные устойчиво загораются и хорошо работают при высоких и при низких температурах окружающего воздуха. Они имеют большую мощность и применяются для освещения высоких производственных помещений и улиц.
- Ксеноновые используются для освещения спортивных сооружений, ЖД станций, строительных площадок. Являются источниками УФ, кот. опасны при освещении более 250 лк. Галогидные и натриевые лампы обладают отличной цветопередачей и высокой экономичностью.

Искусственное освещение

- **Газоразрядные лампы. Свойства.**
- В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов, паров металлов и их солей и бомбардировки ионами люминесцентного покрытия внутренних поверхностей стеклянных трубок. Срок службы ориентировочно 14000 ч, световая отдача в среднем - 100 лм/Вт. К недостаткам можно отнести неустойчивую работу некоторых газоразрядных ламп при низких температурах, необходимость запускающих устройств (дросселей), пульсацию света, шум.

Искусственное освещение

- **Светоизлучающие диоды. Свойства.**

- Светодиод или светоизлучающий диод (СД, СИД, LED англ. Light-emitting diode) — полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его цветовые характеристики зависят от химического состава, использованного в нем полупроводника.

Искусственное освещение

- **Светоизлучающие диоды. Свойства.**

Светодиодные энергосберегающие лампы предназначены для использования, как на улице, так и внутри помещения, сочетают в себе традиционное исполнение (цоколь E-27, E-14, MR-16, GU-10) и высокую надежность, отсутствие ультрафиолетового и инфракрасного излучения вредного для здоровья, высокую насыщенность и чистоту цвета.

Искусственное освещение

- Светоизлучающие диоды. Достоинства.

- низкое энергопотребление – в 10 раз ниже, чем у обычной лампы накаливания, и на 20–25% ниже, чем у энергосберегающей люминесцентной лампы;
- лампы на светодиодах не требуют особой системы утилизации, т.к. они, в отличие от люминесцентных ламп, экологически безвредны. Светодиод не представляет вреда для экологии, его размеры относительно малы;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- полная цветовая гамма излучения;
- высокий КПД. Современные светодиоды немного уступают по этому параметру только натриевым газоразрядным лампам. Однако натриевые лампы непригодны для освещения жилых помещений из-за низкого качества света;
- высокая механическая прочность, вибростойкость (отсутствие нити накаливания и иных чувствительных составляющих);

Искусственное освещение

- Светоизлучающие диоды. Достоинства.

- сверхдолгий срок работы – до 100 тыс. ч. Но и он не бесконечен — при длительной работе и/или плохом охлаждении происходит «отравление» кристалла и постепенное падение яркости;
- спектр современных люминофорных диодов аналогичен спектру люминесцентных ламп, которые давно используются в быту. Схожесть спектра обусловлена тем, что в этих светодиодах также используется люминофор, преобразующий ультрафиолетовое или синее излучение в видимое с хорошим спектром;
- малая инерционность;
- малый угол излучения — также может быть как достоинством, так и недостатком;
- безопасность — не требуются высокие напряжения;
- нечувствительность к низким и очень низким температурам. Однако, высокие температуры противопоказаны светодиоду, как и любым полупроводникам.

Искусственное освещение

- **Светоизлучающие диоды. Недостатки.**

- основной недостаток — высокая цена. Отношение цена/люмен у сверхъярких светодиодов в 50 — 100 раз больше, чем у обычной лампы накаливания;

- низкая предельная температура:

мощные осветительные светодиоды требуют внешнего радиатора для охлаждения, потому что имеют неблагоприятное соотношение своих размеров к выделяемой тепловой мощности (они слишком мелкие) и не могут рассеять столько тепла, сколько выделяют (несмотря даже на более высокий КПД, чем у ламп накаливания). Осветительный светодиод мощностью 10 Watt требует пассивный радиатор размером как у микропроцессора Pentium 4 без вентилятора. Такой большой радиатор не только удорожает конструкцию, но и с трудом может быть вписан в формат бытовых осветительных приборов;

- для питания светодиода от питающей сети необходим низковольтный источник питания постоянного тока, тоже с радиатором, что дополнительно увеличивает объём светильника, а его наличие дополнительно снижает общую надёжность и требует дополнительной защиты. Поэтому многие разработчики ограничиваются выпрямителем, а светодиоды включают последовательно;

- высокий коэффициент пульсаций светового потока при питании напрямую от сети промышленной частоты без сглаживающего конденсатора, при его наличии пульсации малы;

- дешёвые массовые LED имеют светоотдачу 60-100 лм/Вт;

- спектр отличается от солнечного.

Искусственное освещение

- **Светильники.**

- Прямого света – дают наибольший свет, но обладают слепящим эффектом и неравномерностью освещения.
- Отраженного света – большие потери света при отсутствии слепящего эффекта и хорошей равномерности распределения света.
- Рассеянного света – компромиссный вариант между прямым и отраженным.

Искусственное освещение

Системы освещения.

- Искусственное освещение подразделяется на рабочее и аварийное.
- Искусственное освещение помещений подразделяется на общее и комбинированное.
- Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Искусственное освещение

Системы освещения.

- Для общего и местного искусственного освещения следует использовать источники света с цветовой коррелированной температурой от 2400 °К до 6800 °К.
- Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320 - 400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м²; наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается.
- Световые приборы для общего и местного освещения, предназначенные к эксплуатации со светодиодами, должны иметь защитный угол, исключающий попадание в поле зрения прямого излучения.
- Осветительные установки, независимо от используемых источников света и световых приборов, должны обеспечивать нормативные требования к общему искусственному освещению.
- В учреждениях дошкольного, школьного и профессионально-технического образования, а также в основных функциональных помещениях лечебно-профилактических учреждений следует применять разрядные лампы и лампы накаливания.

Гигиенические нормативы освещения в помещениях жилых и общественных зданий.

а) средняя освещенность, которая определяется как усредненная по площади освещаемого помещения ($E_{ср}$ лк);

б) коэффициент пульсации освещенности, который является критерием оценки относительной глубины колебаний освещенности в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током, учитывает пульсацию светового потока до 300 Гц (Кп, %);

в) объединенный показатель дискомфорта (UGR). Объединенный показатель дискомфорта связан с показателем дискомфорта (M) по формуле: $UGR = 16 \lg M - 4,8$;

г) коэффициент естественной освещенности, КЕО ен, %.

Равномерность освещенности (U_0), которая определяется отношением значения минимальной освещенности к значению средней освещенности на заданной поверхности.

Равномерность освещенности должна быть не менее 0,6 в основных помещениях (в учебных кабинетах черчения и рисования - не менее 0,7; на ледовых аренах - не менее 0,5; для спортивных залов разного назначения в физкультурно-оздоровительных организациях - 0,7), в прочих вспомогательных помещениях - не менее 0,4.

Коэффициент пульсации освещенности от общего искусственного освещения не должен превышать нормативных значений, регламентируемых в зависимости от функционального назначения помещения. В помещениях различного функционального назначения, оборудованными ПК, коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Искусственное освещение

Гигиенические нормативы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий

Таблица 5.52

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО ен, %, не менее		КЕО ен, %, не менее		освещенность рабочих поверхностей, Еср., лк, не менее	Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кл, %, не более
		при верхнем или комбинированном	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Жилые комнаты, гостиные, спальни	Г-0,0	2,0	0,5	-	-	150	-	-
2. Жилые комнаты общежитий	Г-0,0	2,0	0,5	-	-	150	-	-
3. Кухни, кухни-столовые	Г-0,0	2,0	0,5	1,2	0,3	150	-	-
4. Детские	Г-0,0	2,5	0,7	-	-	200	-	-
5. Кабинеты, библиотеки	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	-
6. Внутриквартирные коридоры, холлы	Г-0,0	-	-	-	-	50	-	-
7. Кладовые, подсобные	Г-0,0	-	-	-	-	30	-	-
8. Гардеробные	Г-0,0	-	-	-	-	75	-	-
9. Сауна, раздевалки	Г-0,0	-	-	-	-	100	-	-
10. Бассейн	Г-0,0 Г - поверхность воды	2,0	0,5	1,2	0,3	100	24	20

При наличии в помещении рабочих мест оценка параметров световой среды проводится в соответствии с гигиеническими нормативами физических факторов на рабочих местах.

К нормативным показателям световой среды производственных зданий (содержащих рабочие места) относятся:

- а) средняя освещенность на рабочей поверхности - отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента, лк.
- б) коэффициент пульсации освещенности- критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света, Кп, %;
- в) объединенный показатель дискомфорта критерий оценки дискомфорта блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения.
- г) коэффициент естественной освещенности, КЕО. Используется для нормирования при проектировании и строительстве.
- д) яркость освещения - отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению.

Искусственное освещение

Гигиенические нормативы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения в основных и вспомогательных помещениях общественных зданий

Таблица 5.54

Помещения	Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости нал	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
			КЕО e_n , %, не менее		КЕО e_n , %, не менее		Освещенность, Еср., лк, не менее			Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	коэффициент пульсации освещенности, K_p , %
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Административные здания											
(министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципальные управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения и подобные им)											
1 Помещения для посетителей, экспедиции	Б-1	Г-0,8	-	-	-	-	400	200	300	21	15
2 Читальные залы	А-2	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	21	15
3 Помещения записи и регистрации читателей, тематических	Б-1	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	21	15

Искусственное освещение

Измерение.

- Измерение освещенности при рабочем и аварийном освещении, а также вертикальной освещенности на окнах при засветке помещений наружным освещением следует проводить в темное время суток, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1, измерение освещенности при эвакуационном освещении - когда значение естественной освещенности не превышает 0,1 лк.

При измерениях освещенности помещений от искусственного освещения в дневное время допускается занавешивание окон темной, не пропускающей свет тканью.

- В начале и в конце измерений следует измерить напряжение на щитках распределительных сетей освещения. Результаты измерения заносят в протоколы

Искусственное освещение

Измерение.

Контрольные точки измерения минимальной освещенности от рабочего и резервного освещения размещают в центре помещения под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен на расстоянии от $0,15L$ до $0,25L$, но не более 1 м от стены, где L - расстояние между рядами светильников.

Для проведения измерений средней освещенности применяют сетку контрольных точек, при которой контрольные точки размещают в узлах прямоугольной решетки в пределах зоны выполнения работ или помещения. Отношение длины ячейки решетки к ее ширине должно быть в пределах от 0,5 до 2.

Искусственное освещение

Расчет освещенности.

Если освещаемая поверхность находится на расстоянии от источника света силой I и наклонена под углом падения лучей θ , то освещенность этой поверхности вычисляется по формуле

$$E = (I/r^2)\cos\theta ,$$

где E – освещенность, лк; I – сила света, кд; r – расстояние от освещаемой поверхности до источника света, м; θ – угол падения светового луча.

Световой поток, падающий на поверхность, частично отражается, поглощается или пропускается сквозь освещаемое тело.

Искусственное освещение

Расчет коэффициента пульсации освещенности.

- КПО - отношение разности между максимальным и минимальным значением освещенности к ее среднему значению за время измерения:

$$K_{\text{П}} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}} \times 100\% \quad (1)$$

где $E_{\text{мин}}$ – зафиксированный минимум значения освещённости,
 $E_{\text{макс}}$ – зафиксированный максимум значения освещённости,
 $E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещённости за время измерения.

Искусственное освещение

- Показатель дискомфорта

$$UGR = 8 \lg \left[\frac{0,25}{L_a} \sum_{i=1}^N \frac{L_i^2 \omega_i}{P_i^2} \right],$$

- где L_a - яркость фона, кд/м², рассчитываемая $E_{ind} \cdot \pi^{-1}$, где E_{ind} - отраженная составляющая вертикальной освещенности на уровне глаз стандартного наблюдателя. Отраженная составляющая вертикальной освещенности на высоте линии зрения стандартного наблюдателя принимается равной отраженной вертикальной освещенности стен на данной высоте $E_{ind} = E_{wid}$;
- L_i - габаритная яркость светящей части i -го светильника в направлении глаз наблюдателя, кд/м²; ω_i - телесный угол светящихся частей i -го светильника из точки наблюдения (стерадиан), ср;
- p_i - индекс позиции для i -го светильника, учитывающий его размещение относительно линии зрения наблюдателя;
- N - число светильников в осветительной установке.