

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ В КОНТЕКСТЕ ISO 16817:2012

Введенный в действие стандарт ISO 16817:2012 «Проектирование среды зданий. Внутренняя среда зданий. Процесс проектирования визуальной среды» поможет проектировщикам, архитекторам, строителям и надзорным органам обеспечить с помощью современных достижений науки и техники надлежащий уровень охраны труда, безопасности, а также эффективность трудовой деятельности персонала. Документ также устанавливает принципы учета различных параметров и ограничений, оказывающих влияние на качество внутренней среды.

Предпосылками разработки стандарта, по нашему мнению, являются следующие факторы:

- научные открытия в медицине и нейрофизиологии, связанные с влиянием света на нормальную жизнедеятельность человека [1], [2], в том числе возрастные изменения зрительного анализатора [3], [4];

- инновации в светотехнике – разработка новых источников света, светопропускающих, светопередающих, отражающих и солнцезащитных устройств;

- применение автоматизированных энергосберегающих систем управления в рамках концепций интеллектуальных зданий («умный дом»). Встроенные в них алгоритмы определяют пороговые значения и диапазоны светотехнических параметров в зависимости от функционального назначения помещений и зрительных работ. В основе таких алгоритмов лежат нормированные показатели, построенные на эмпирических моделях стандартного наблюдателя, что, как показывает опыт, не всегда является оправданным, так как не обеспечивает должного комфорта для конкретных пользователей световой среды. Поэтому с позиций разработчиков стандарта владельцы и проектировщики должны периодически осуществлять обратную связь с пользователями помещений для принятия превентивных мер по улучшению световой среды;

- стремительное развитие цифровой техники и технологий компьютерного моделирования, существенно повышающих эффективность процессов проектирования освещения;

- разработка новых методов измерений, основанных на использовании устройств с высоким пространственным и яркостным разрешением, позволяющих осуществлять мониторинг световой среды в процессе эксплуатации зданий. При этом основным требованием является

создание условий обеспечения единства измерений за счет метрологической прослеживаемости условных шкал, встроенных в передающие и воспроизводящие устройства, до единиц системы СИ.

Перечисленные факторы позволяют говорить об освещении как междисциплинарной области исследований, охватывающей все элементы, участвующие в создании внутренней световой среды.

Цель данной статьи – продемонстрировать возможность выполнения требований и рекомендаций ISO 16817:2012.

Идеология ISO 16817:2012

Особенность идеологии данного стандарта состоит в том, что он рассматривает повышение качества световой среды как процесс взаимодействия заинтересованных сторон – «владельца», «проектировщика» и «пользователя». В этом смысле освещение представляет собой компромиссное техническое решение между запросами пользователя, требованиями нормативных документов и ресурсами владельца. В стандарте приведены факторы, принимаемые во внимание при проектировании световой среды, и их ограничения (таблица 1).

Также в стандарте предлагается список вопросов (таблица 2) для осуществления обратной связи с пользователями при проектировании и мониторинге световой среды.

Таким образом, основой идеологии ISO 16817:2012 является создание благоприятной (с точки зрения ощущений пользователя) и эффективной (с позиций ресурсо- и энергосбережения) световой среды. При этом значительную долю ответственности за решение технических вопросов по проекту несет проектировщик (проектная группа). Рекомендуется, чтобы проектная группа состояла из архитектора, инженера-электрика, дизайнера интерьера, инженера-механика, ландшафтного архитектора и руководителя строительства.

Понимание потребностей пользователей влияет на успех разработки высококачественной световой среды.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Анализ обеспечения качества освещения позволил выявить ТНПА и НД, поддерживающие рекомендации ISO 16817:2012, рассмотренные с позиций наличия

Таблица 1 – Ограничения, влияющие на качество световой среды

Фактор	Существующие ограничения
Внешние условия	Состояние неба: – чистое, облачное, местами облачное; – коэффициент отражения; – высота над определенным уровнем; – координатное расположение; – внешние препятствия. Природные условия: – прямой или отраженный солнечный свет; – продолжительные или случайные. Искусственные условия: – легкое загрязнение, легкое нарушение
Пространственные измерения	Длина Ширина Высота
Пространственные формы	Прямолинейные Криволинейные Длинные/узкие и высокие/низкие Короткие/широкие и высокие/низкие
Виды деятельности, связанной с пространством	Главные Второстепенные
Визуальные задачи	Установить приоритет по важности Установить приоритет по затраченному времени
Возраст пользователей (по группам)	От 0 до 10 От 10 до 20 От 20 до 40 От 40 до 60 Старше 60
Обстановка	Низкая и открытая Низкая и закрытая Высокая и открытая Высокая и закрытая
Обработка поверхности	Степень блеска Цвет Отражение (в процентах) Прозрачность
Освещение	Освещенность Яркость Расположение и типы ламп и светильников; Естественное освещение (есть/нет)
Обратная связь пользователя	Основные замечания Обратная связь по месту пользования
Обратная связь владельца	Текущее изображение Воспринимаемое качество окружающей среды Текущие эксплуатационные расходы Связь между внутренним и внешним окружением
Задачи проектировщиков	Памятка команде проектировщиков; Памятка владельцу; Улучшение эргономических аспектов

Таблица 2 – Обзор вопросов в контексте существующих ограничений

Фактор	Вопросы
Деятельность, связанная с пространством	Как используется это пространство? Как вы рассматриваете главные задачи, которые нужно здесь выполнить? Имеются ли второстепенные задачи?
Визуальные задачи	Какая задача является самой важной? Имеются ли другие задачи аналогичной важности? Что для вас является визуальными аспектами работы? Сколько времени ежедневно вы проводите в этой комнате? Сколько времени у вас занимает выполнение задач?
Обратная связь с пользователем	Закрытое световое окружение удобно (да/нет)? Комната слишком яркая (да/нет)? Комната слишком тусклая (да/нет)? Производственное пространство слишком яркое (да/нет)? Производственное пространство слишком тусклое (да/нет)? Освещение вызывает отвлекающие тени (да/нет)? Освещение легко контролируется (да/нет)?

соответствующих оценочных показателей, что отражено в таблице 3.

Выполненный анализ показал, что современное состояние технического нормативного правового обеспечения в целом позволяет выполнять рекомендации ISO 16817:2012, однако в действующих документах не в полной мере проработаны пункты «обратная связь пользователя», «возраст пользователей», «связь между внутренним и внешним окружением». Поэтому подготовка опросных листов пользователей на основе рекомендаций ISO 16817:2012 (таблица 2) и учет их восприятий и пожеланий позволит повысить качество световой среды.



Таблица 3 – Факторы световой среды и их информационная поддержка

№ п/п	Фактор, согласно ISO 16817:2012	Поддерживающий ТНПА или НД	Возможный оценочный показатель
1	Внешние условия		
1.1	Состояние неба: чистое, облачное, местами облачное	ISO 15469:2004	Параметры градаций яркости $a, b, \%$
			Яркость элемента неба $L_{\sigma}, \text{кд/м}^2$
			Яркость зенита $L_z, \text{кд/м}^2$
1.2	Коэффициент отражения	ТКП 45-2.04-153-2009	Геометрический коэффициент естественной освещенности $\epsilon, \%$
			Коэффициент естественной освещенности КЕО, $\%$
			Коэффициент, учитывающий неравномерную яркость i -го участка облачного неба МКО $\beta_i, \%$
			Ориентация световых проемов по сторонам горизонта в наружных стенах зданий – С, СВ, СЗ, З, В, ЮВ, ЮЗ, Ю
1.3	Высота над определенным уровнем	ISO 15469:2004	Вертикальный угол элемента неба над горизонтом $\gamma, \text{рад}$
			Вертикальный угол солнца над горизонтом $\gamma_s, \text{рад}$
1.4		ISO 15469:2004	Азимут элемента неба по часовой стрелке от севера $\alpha, \text{рад}$
			Азимут солнца по часовой стрелке от севера $\alpha_s, \text{рад}$
			Кратчайшее угловое расстояние между элементом неба и солнцем $\chi, \text{рад}$
1.5	Внешние препятствия	ТКП 45-2.04-153-2009	Коэффициент, учитывающий изменения внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий $k_{зд}, \%$
			Средняя относительная яркость j -го участка фасадов зданий противостоящей застройки $b_{\phi}, \text{кд/м}^2$
			Коэффициент, учитывающий изменения внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при полном закрытии небосвода зданиями, видимыми из расчетной точки $k_{зд0}, \%$
			Количество участков фасадов зданий противостоящей застройки, видимых через световые проемы из расчетной точки $M, \text{шт}$
			Геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от j -го участка фасадов зданий противостоящей застройки $\epsilon_{зд}, \%$
1.6	Природные условия: прямой или отраженный солнечный свет, продолжительный или случайный	ТКП 45-2.04-153-2009	Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию $r_o, \%$
			Геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от j -го участка фасадов зданий противостоящей застройки $\epsilon_{зд}, \%$
			Коэффициент светового климата $m, \%$
		ISO 15469:2004	Параметры индикатрисы рассеяния $c, d, e, \%$
			Яркость элемента неба $L_{\sigma}, \text{кд/м}^2$
			Функция индикатрисы рассеяния $f(\chi)$
1.7	Искусственные условия: легкое загрязнение, легкое нарушение	ТКП 45-2.04-153-2009	Общий коэффициент светопропускания коэффициент запаса $K_3, \%$
			Коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях $\tau_3, \%$
			Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах $\tau_4, \%$
			Коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями $\tau_5, \%$
2	Пространственные измерения (длина, ширина, высота)		
		ГОСТ 24940-96	Индекс помещения i'
		ТКП 45-2.04-153-2009	Площадь окон $S_o, \text{м}^2$

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Фактор, согласно ISO 16817:2012	Поддерживающий ТНПА или НД	Возможный оценочный показатель	
3	Пространственные формы (прямолинейные, криволинейные, длинные/узкие и высокие/низкие, короткие/широкие и высокие/низкие)			
		ТКП 45-2.04-153-2009	Характерный разрез помещения	
4	Виды деятельности, связанной с пространством (главные, второстепенные)			
		ТКП 45-2.04-153-2009	Виды помещений – помещения административных зданий, банковских и страховых учреждений, учреждений общего среднего, профессионально-технического, специального и высшего образования, учреждений досугового назначения, дошкольных учреждений, лечебно-профилактических организаций, физкультурно-оздоровительных учреждений, предприятий общественного питания, магазинов, предприятий бытового обслуживания населения, вокзалов, гостиниц, жилых домов, общежитий, прочие помещения производственных, вспомогательных и общественных зданий	
		ГОСТ 24940-96	Виды помещений – производственные и общественные	
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Виды помещений – жилые и рабочие	
5	Визуальные задачи (приоритеты по важности, затраченному времени)			
		ТКП 45-2.04-153-2009	Разряды зрительных работ I – VIII, подразряды зрительной работы Виды характеристик зрительной работы – наивысшей точности, очень высокой точности, высокой точности, средней точности, малой точности, грубая (очень малой точности) работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах, общее наблюдение за ходом производственного процесса, общее наблюдение за инженерными коммуникациями	
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Виды заданий (с низкими требованиями к условиям зрительного восприятия, со средними требованиями к условиям зрительного восприятия, с требованиями к зрительному восприятию, с трудными условиями зрительной работы, с особыми требованиями к условиям зрительной работы, с чрезвычайно высокими требованиями к условиям зрительной работы)	
6	Возраст пользователей (по группам)			
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Упоминание в тексте о различиях и изменениях характеристик зрения у людей в зависимости от возраста	
7	Обстановка			
		ТКП 45-2.04-153-2009	Красное отношение r_r , % Показатель ослепленности P	
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Общий индекс цветопередачи R_a Рабочее пространство, м ³ Цветовосприятие – теплое, среднее, холодное Яркость поверхностей рабочих помещений, кд/м ²	
	8	Обработка поверхности		
		8.1	Степень блеска	ТКП 45-2.04-153-2009
				Показатель дискомфорта M , % Отраженная блескость, % Индекс позиции блескового источника относительно линии зрения φ_0
ГОСТ ИСО 8995-2002				
		Диапазоны предельных значений блескости Дискомфортная блескость		
8.2	Цвет	ТКП 45-2.04-153-2009		
		Цветовая температура T_c , К Цветовые характеристики источников света – T_c, R_a Цветовые оттенки поверхностей – теплые, холодные Диапазоны цветовой температуры источников света		
		ГОСТ ИСО 8995-2002		
		Коррелированная цветовая температура К		

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Фактор, согласно ISO 16817:2012	Поддерживающий ТНПА или НД	Возможный оценочный показатель			
8.3	Отражение	ТКП 45-2.04-153-2009	Коэффициент отражения строительных и облицовочных материалов ρ_m для фасадов противостоящих зданий (для строящихся зданий, для существующей застройки), %			
			Фон, %			
			Средневзвешенный коэффициент отражения внутренних поверхностей проектируемого помещения, %			
			Средневзвешенный коэффициент отражения остекленных проемов фасада $\rho_{ок}$, %			
			Средневзвешенный коэффициент отражения фасада $\rho_{ф}$, %			
			Виды отражения фона – диффузное, направленно-рассеянное и смешанное			
			Коэффициент отражения стен, потолка, с сохранением текстуры, %			
			Интегральный коэффициент отражения, %			
			ГОСТ ИСО 8995-2002	Спектральное отражение поверхности объектов, %		
			Коэффициент отражения оборудования, деталей и фон, %			
8.4	Прозрачность	ТКП 45-2.04-153-2009	Общий коэффициент светопропускания τ_o , %			
			Коэффициент светопропускания материала оконного заполнения, τ_1 , %			
			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, °			
			Виды материалов (или покрытия) рассеивателей: Т – твердые (силикатное стекло), СТ – средней твердости (поликарбонат, полиметилметакрилат, поливинилхлоридная жесткая пленка типа «Санлоид»), М – мягкие (полиэтилен высокого давления, полистирол)			
			Площадь окон, м ²			
			ГОСТ ИСО 8995-2002	Площади остекления, м ²		
			9 Освещение			
			9.1	Освещенность	ТКП 45-2.04-153-2009	Цилиндрическая освещенность E_c , лк
						Полуцилиндрическая освещенность, лк
						Средняя освещенность, лк
Нормированные значения освещенности, лк						
Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк						
Освещенность при системе комбинированного освещения, лк						
Освещенность от системы общего искусственного освещения, от светильников общего освещения, лк						
ГОСТ 24940-96	Цилиндрическая освещенность E_c , лк					
Освещенность на рабочем месте (измеренная, фактическая, нормируемая), лк						
Суммарная освещенность от светильников общего и местного освещения, лк						
Минимальная освещенность в помещениях, лк						
Средняя освещенность в помещении, лк						
ГОСТ ИСО 8995-2002	Ряды освещенности для различных типов поверхностей, заданий и видов деятельности					
9.2	Яркость	ТКП 45-2.04-153-2009				Яркость светильников в пределах защитного угла, кд/м ²
						Яркость блеского источника L_s , кд/м ²
			Коэффициент, учитывающий неравномерную яркость i -го участка облачного неба МКО β_i , кд/м ²			
			Средняя относительная яркость j -го участка фасадов зданий противостоящей застройки $b_{фj}$, кд/м ²			
			Яркость рабочей поверхности, кд/м ²			
			Нормированные значения яркости поверхности, кд/м ²			
			ГОСТ ИСО 8995-2002	Доминирующая яркость или яркость фона L_1 , кд/м ²		
			Яркость объекта l_2 , кд/м ²			
			Яркость для матовой поверхности, кд/м ²			
			Яркость светильников, окна, поверхностей интерьера, заднего плана, кд/м ²			
			Яркость непосредственного окружения объекта, кд/м ²			
			Диапазоны средних яркостей ламп, кд/м ²			
			Системы кривой яркости			

Окончание таблицы 3

№ п/п	Фактор, согласно ISO 16817:2012	Поддерживающий ТНПА или НД	Возможный оценочный показатель		
9.3	Расположение и типы ламп и светильников	ТКП 45-2.04-153-2009	Площадь фонарей, м ²		
		ГОСТ 21.608-84	Планы расположения светильников и ламп		
		ГОСТ 15150-89 СТБ 1944-2009 СТБ IEC 60598-1-2008	Классификация светильников		
		ГОСТ 15049-81	Классификация ламп		
10	Обратная связь пользователя				
	ТКП 45-2.04-153-2009	Эквивалентный размер протяженных объектов различения при расстояниях от глаза до объекта до 500 мм и более 500 мм			
		Контраст объекта с фоном – малый, средний, большой Характеристика фона – светлый, средний, темный			
ГОСТ ИСО 8995-2002	Острота зрения, адаптация, аккомодация, субъективная точка зрения, объективная точка зрения, светлота, блескость, мерцание, поле зрения, цветовосприятие				
11	Обратная связь владельца				
11.1	Текущее изображение	ГОСТ 24940-96	Условная рабочая поверхность		
			Яркость рабочей поверхности, кд/м ²		
11.2	Воспринимаемое качество окружающей среды	ТКП 45-2.04-153-2009	Контраст объекта различения с фоном, пороговый контраст		
			Показатель ослепленности		
			Стробоскопический эффект		
			Цветопередача		
		ГОСТ 24940-96	Коэффициент пульсации освещенности, размещение контрольных точек при измерении минимальной освещенности помещений от рабочего, аварийного, эвакуационного освещения		
			ГОСТ ИСО 8995-2002	Метод выбора светильников для ограничения блескости	
				Ограничение яркости в случае светящихся потолков	
				Классы качества для ограничения ослепленности	
Объективная точка зрения					
Зрительно воспринимаемая окружающая среда					
Ограничение блескости					
11.3	Текущие эксплуатационные расходы	ТКП 45-2.04-153-2009	Световая отдача при минимально допустимых индексах цветопередачи R_a , лм/Вт		
			Разделение источников света на более и менее энергетически эффективные		
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Световая отдача, лм/Вт, коэффициент использования, эффективность электрического освещения		
			Обслуживание осветительной установки		
			Показатели энергоэффективности		
СТБ 1775-2010	Показатели энергосбережения				
11.4	Связь между внутренним и внешним окружением	ГОСТ 24940-96	Процедура приемки осветительной установки в эксплуатацию		
			Процедура инспекторского контроля		
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Организация рабочего пространства		
12	Задачи проектировщиков				
	ГОСТ 21.608-84	Состав и правила оформления рабочих чертежей внутреннего электрического освещения помещений зданий и сооружений всех отраслей промышленности и народного хозяйства			
		ГОСТ ИСО 8995-2002	Расчетная рабочая поверхность		

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СВЕТОВОЙ СРЕДЫ**

При ясном понимании существующих и планируемых ограничений пользователей можно установить конкретные требования к проектированию световой среды. В таблице 4 представлен перечень данных требований согласно ISO 16817:2012 с учетом архитектурных, психологических и физиологических факторов. Рекомендуется, чтобы команда проектировщиков рассматривала данный перечень и устанавливала, какие из них являются подходящими для конкретного проекта.

Таким образом, здание может оцениваться по различным аспектам: необходимо учитывать потребности человека, которые включают элементы, связанные с выполняемыми задачами и производительностью, визуальный комфорт, физиологические эффекты света, охрану здоровья, безопасность, энергетическую эффективность, а также устойчивость здания. Процесс проектирования включает следующие этапы.

Этап I – разработка и утверждение технического задания, содержащего основные требования и условия пользователей и владельца, ресурсосбережения, а также результаты оценки. Если документ не был утвержден, он должен быть оптимизирован, начиная с определения проекта. При наличии противоречий в составленных требованиях и ограничениях, они должны быть пересмотрены.

Этап II – эскизный проект: разработка предварительных идей и схем для световой среды конкретного проекта. Схема разработки обычно приводит к пониманию и соглашению между членами команды о визуальных критериях окружающей среды, проникновении дневного света, общих подходах к освещению, установке светильников и визуальных связях между внутренней и внешней средой.

Разработанные документы должны быть проверены по отношению к критериям световой среды и в случае необходимости оптимизированы.

Этап III – рабочий проект: является основной фазой процесса проектирования световой среды. В нем указываются типы ламп и светильников искусственного освещения, геометрические и фотометрические характеристики окон, схемы управления естественным освещением и солнцезащитой, цветовые характеристики

Таблица 4 – Проектные требования к световой среде

Категория	Проектные требования
Архитектурные факторы	Световая среда (комфортное восприятие) Пространственное определение Пространственное распределение (переходы и приспособления) Гибкость управления Акустика Системы отопления, вентиляции, кондиционирования Потолочные системы Устойчивость свойств отражения и пропускания поверхностей
Психологические и физиологические факторы	Чувствительность откликов Визуальные иерархии восприятия и фокальные центры Визуальная аттракция Субъективные впечатления Суточный ритм Здоровье
Целевые задачи	Визуальные задачи Освещенность Яркость
Визуальная связь между внутренней и внешней средой	Вид Погода Время Луна

и коэффициенты отражения внутренних поверхностей, виды контроля в целях экономии электрической энергии. На данном этапе должны быть выполнены подробные прогнозы и анализ в рамках компьютерного моделирования и /или физической модели измерений.

Документ утверждается командой проектировщиков и заказчиков и включает в себя предварительные архитектурные планы, описание проекта и спецификации, в частности планы освещения, иллюстрирующие возможности для создания комфортной световой среды с высокой энергетической эффективностью зданий. Светотехнические сценарии должны быть проанализированы для различного времени года. Документ должен также содержать рисунки, где отражены монтажные детали, секции и фасады, характеристики светильников и другие дополнительные сведения, связанные со световой средой. Проектная группа проводит оценку системы освещения в проекте с целью сведения к минимуму блескости. Это предполагает знание местоположения пользователя, углы обзора, а также распределение света по комнате. Кроме того, одновременно оценивается энергетическая эффективность системы искусственного освещения. При этом удобным инструментом являются соответствующие компьютерные программы.

Этап IV – окончательный проект: является завершающим в разработке проектно-сметной документации. В нем используются стандартизованные символы для описания осветительных установок, включая светильники, контроллеры, коммутаторы и т. д. Характеристики естественного и искусственного освещения, описанные в спецификациях, содержащих конкретные и подробные процедуры, должны быть согласованы с характеристиками, приведенными производителями. Поскольку спецификация вместе с чертежами является юридическим документом, она должна быть подготовлена очень тщательно и рассмотрена командой проектировщиков.

Этап V – план ввода в эксплуатацию: разрабатывается с целью обеспечения функционирования всех систем освещения согласно проекту в кратчайшие сроки после монтажа и до начала эксплуатации здания. План должен включать периодические испытания систем управления освещением в помещении с учетом экономии энергии, а также оценку согласованности с другими обслуживаемыми системами здания.

Этап VI – оценка стоимости проектирования освещения. Стоимость жизненного цикла системы освещения включает в себя первоначальные затраты (расходы на проектирование, закупку оборудования), эксплуатационные расходы (стоимость рабочей силы при монтаже, эксплуатации, ремонт), потребление интеллектуальных ресурсов и т. д.

Во время перечисленных этапов проектная группа осуществляет следующие услуги:

- предложение (оказание) помощи;
- рассмотрение и утверждение рабочих чертежей;
- содействие строительству и оценки хода установки;
- ввод в эксплуатацию установленных систем освещения.



Новый стандарт ISO 16817:2012 «Проектирование среды зданий. Внутренняя среда зданий. Процесс проектирования визуальной среды» определяет интегрированный процесс проектирования внутренней световой среды помещений высокого качества, включая архитектурные и инженерные аспекты дневного и искусственного освещения для обеспечения эффективной производственной деятельности пользователей помещений, а также улучшения характеристик энергопотребления в целях обеспечения устойчивого развития.

Е. Н. САВКОВА, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории оптико-электронных преобразований БНТУ, канд. техн. наук

Н. М. ЖУРАВКОВ, доцент кафедры «Охрана труда» БНТУ, канд. техн. наук

Н. Н. ГИЛЬ, студентка кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ

А. Р. АДАМОВИЧ, студент кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Восприятие света как стимула незрительных реакций человека. Г. К. Брейнард, И. Провенсио. М.: Светотехника, 2008, № 1. С. 6 – 12
- [2] Provencio I, Jiang G, De Grip WJ, Hayes WP & Rollag MD. Melanopsin: an opsin in melanophores, brain, and eye, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 95, pp. 340-345, 1998
- [3] Возрастные изменения пропускания хрусталиком глаза излучений натриевых и металлогалогенных ламп высокого давления. А. Вернер. М.: Светотехника, 2007, № 2. С. 15 – 16
- [4] Влияние освещения на самочувствие людей пожилого возраста. Н. Миллер. М.: Светотехника, 2007. № 1. С. 24 – 26
- [5] ISO 15469:2004 Пространственное распространение дневного света. Стандартное небо CIE
- [6] ТКП 45-2.04-153-2009 Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования
- [7] ГОСТ 24940-96 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности
- [8] ГОСТ ИСО 8995-2002 Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений
- [9] ГОСТ 21.608-84 Система проектной документации для строительства. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи
- [10] ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
- [11] СТБ 1944-2009 Светильники. Общие технические условия
- [12] СТБ IEC 60598-1-2008 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний
- [13] ГОСТ 15049-81 Лампы электрические. Термины и определения
- [14] СТБ 1771-2010 Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование. Классификация. Показатели энергоэффективности
- [15] СТБ 1775-2010 Энергосбережение. Классификация показателей. Общие положения