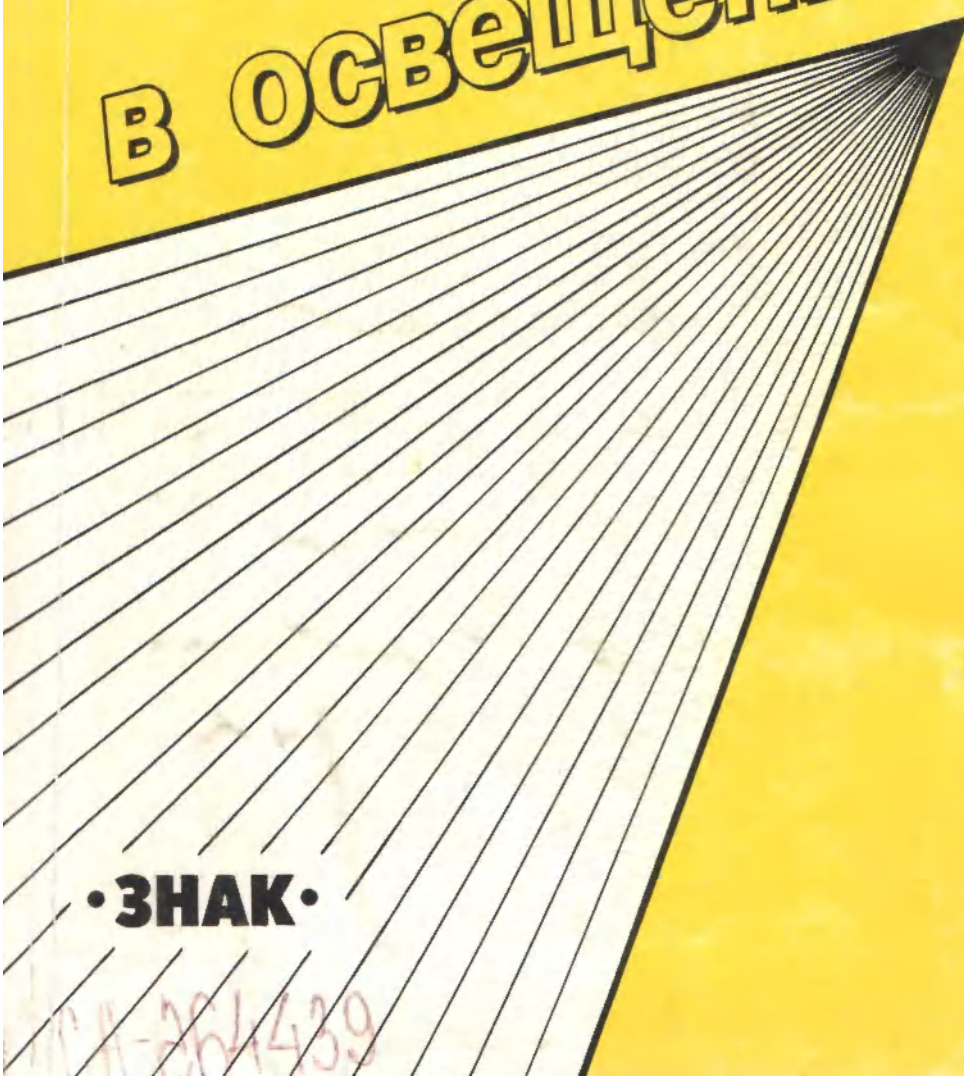


31.294
9 65

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В ОСВЕЩЕНИИ



•ЗНАК•

И-264439

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В ОСВЕЩЕНИИ

Под редакцией проф. Ю.Б. АЙЗЕНБЕРГА

МОСКВА • ЗНАК • 1999

Оренбургская областная научная
Библиотека им. Н. К. Крупской

Содержание

Предисловие	3
Айзенберг Ю.Б., Рожкова Н.В. Энергосбережение в осветительных установках	5
Петров В.И. Новые европейские нормы освещенности	27
Горнов В.О. Новые люминесцентные лампы — поколение 90-х годов	43
Горнов В.О. Безэлектродные люминесцентные лампы	57
✓ Горнов В.О., Григоренко М.Л. Новые типы люминесцентных ламп с увеличенным сроком службы	71
Горнов В.О., Григоренко М.Л. Компактные люминесцентные лампы	85
Погребной В.Ю. Современные натриевые лампы высокого давления	155
Шлиффер Э.Д. Безэлектродные СВЧ-газоразрядные лампы	169
Варфоломеев Л.П. Светодиоды и их применение	195
Варфоломеев Л.П. Электронные пускорегулирующие аппараты для люминесцентных ламп	207
Березин М.Ю., Троицкий А.М. Электронные пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп высокого давления	233
Фомин А.Г. Системы автоматизированного управления освещением общественных зданий	249

Новые европейские нормы освещения

В.И. Петров

Процессы интеграции стран Европы приводят к созданию системы общеевропейских норм и стандартов для различных областей техники, в том числе и норм по освещению*.

В пакете нормативных общеевропейских документов по осветительным установкам наибольший интерес представляют нормы освещения рабочих мест, проект которых был опубликован в июне 1996 года под титулом E DIN 5035-2: 1996-06 «Прикладная светотехника» — ч.2: Освещение рабочих мест (Предложение для европейских норм)". В этих нормах регламентируются требования к ОУ производственных помещений и открытых площадок, а также помещений общественных зданий.

Нормы состоят из предисловия, введения, 3-х приложений и 6-и основных разделов:

1. Область применения.
2. Нормативные ссылки.
3. Определения.
4. Критерии проектирования.
5. Таблица требований к освещению.
6. Проверка параметров нормирования.

В информативных приложениях приведены, соответственно, библиография [1 — 8] и алфавитный список рабочих мест, облегчающий их поиск в нормативной таблице.

Ниже рассмотрены некоторые особенности новых норм с учетом сложившейся в нашей стране практики нормирования (включая СНиП 23-05-95/ [9]).

* Новые европейские нормы EN по освещению разработаны техническим комитетом TC 169/WG 2 «Прикладная светотехника» Европейского комитета по нормированию — CEN. Нормы EN отражают достижения национальных стандартов и результаты работы МКО в области нормирования, расчета и проектирования ОУ. При этом в максимальной степени учтены положения немецкого стандарта DIN 5035, имеющего высокий международный авторитет.

1. Выбор уровня освещенности и коэффициента запаса.

1.1 Нормируемые уровни освещенности определены как средние значения в пределах рабочей зоны. Эти уровни не зависят ни от типа источника света, ни от принятой системы освещения.

1.2 Уровни освещенности в зоне окружения, прилегающей к рабочей зоне (см. рис. 1), выбираются, как правило, более низкими, как показано в табл. 1.

Таблица 1

Уровни освещенности в рабочей зоне и зоне окружения

Освещенность рабочей зоны, лк	Освещенность зоны окружения, лк
750 и более	500
500	300
300	200
200 и менее	равна освещенности рабочей зоны

1.3 В каждой из зон должна быть обеспечена требуемая равномерность освещения $E_{\min}/E_{\max}$: не менее 0,8 в рабочей зоне и 0,5 — в зоне окружения.

1.4 С позиции СНиП для системы комбинированного освещения понятия двух зон могут быть определены как зоны действия светильников местного и общего освещения.

1.5 Нормируемые уровни освещенности даны только для конкретных рабочих мест и помещений, указанных в нормативной таблице. Эти уровни должны повышаться в случаях: необычно низкого контраста между объектом и фоном; большой цены зрительной ошибки; высокой значимости производительности зрительной работы и точности ее выполнения; пониженных способностей органа зрения работающих. Нет никаких указаний о возможности снижения нормируемой освещенности, в том числе при улучшении качества освещения, применении ламп накаливания, кратковременном пребывании людей в помещении или по другим признакам.

1.6 Уровни освещенности приведены по шкале, которую можно выявить из анализа нормативной таблицы. Эта шкала имеет следующий вид (в лк): 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300,

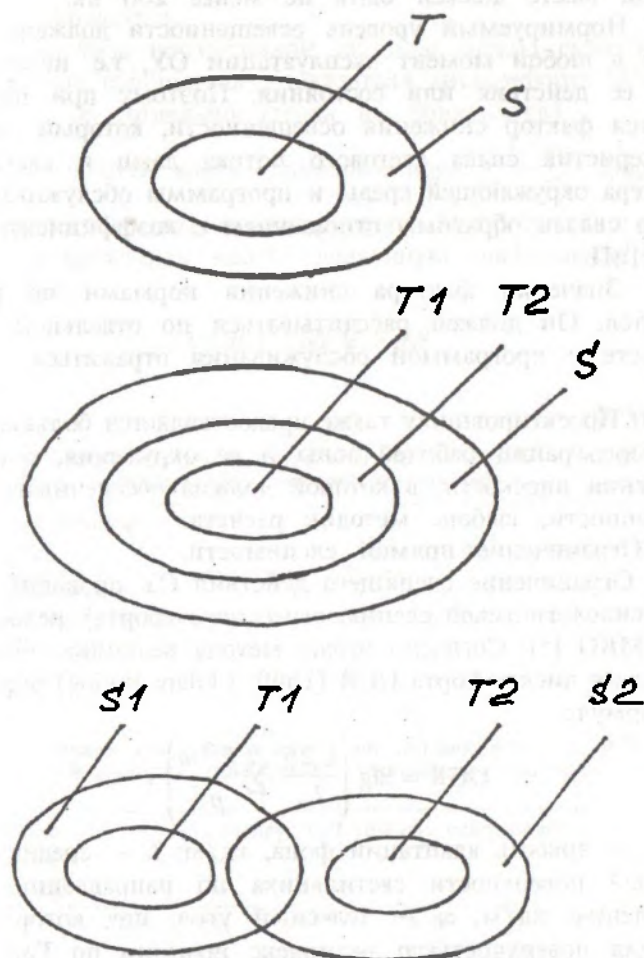


Рис. 1. Примеры расположения рабочих зон (Т) и зон окружения (S)

500, 750, 1000, 1500, 2000, 5000.

1.7 При непрерывном выполнении зрительной работы в течение длительного времени уровень освещенности на любом рабочем месте должен быть не менее 200 лк.

1.8 Нормируемый уровень освещенности должен обеспечиваться в любой момент эксплуатации ОУ, т.е. независимо от срока ее действия или состояния. Поэтому при расчете ОУ вводится фактор снижения освещенности, который зависит от характеристик спада светового потока ламп и светильников, характера окружающей среды и программы обслуживания. Этот фактор связан обратным отношением с коэффициентом запаса по СНиП.

1.9 Значения фактора снижения нормами не регламентируются. Он должен рассчитываться по отдельной методике и вместе с программой обслуживания отражаться в проекте ОУ.

1.10 Проектировщику также предоставляется большая свобода в выборе границ рабочей зоны и ее окружения, определении положения плоскости, в которой должна обеспечиваться норма освещенности, выборе методик расчета.

2. Ограничение прямой слепимости.

2.1 Ограничение слепящего действия ОУ проводится по методу психологической слепимости (дискомфорта), рекомендованному МКО [5]. Согласно этому методу величина обобщенного показателя дискомфорта UGR (Unified Glare Rating) определяется по формуле:

$$UGR = 8 \lg \left(\frac{0,25}{L_a} \sum \frac{I_p^2 \omega}{p^2} \right),$$

где L_a — яркость адаптации фона, кд/м; L — средняя яркость светящей поверхности светильника по направлению к точке наблюдения, кд/м; ω — телесный угол, под которым видна светящая поверхность; p — индекс позиции по Гату, учитывающий положение светильника в поле зрения.

2.2 Значения UGR могут рассчитываться табличным методом (для стандартных условий наблюдения и размещения светильников) и непосредственно по формуле (для любых условий). Подробная информация по расчету UGR приведена в [5, 10].

2.3 Нормируемые максимально допустимые значения UGR

или стандартных условий введены в нормативную таблицу. Если расчетные (по табличному методу) значения UGR превосходят допустимые уровни, можно провести более тщательный анализ по формуле с учетом реального размещения светильников и позиции наблюдателя.

2.4 Из анализа нормативной таблицы можно выявить следующую шкалу обобщенного показателя дискомфорта UGR: 16, 19, 22, 25, 28 (отдельно шкала не приводится).

2.5 Формула UGR имеет одинаковое ядро $\sum \frac{L^2 \omega}{p^2}$ с формулой МЭИ для расчета показателя дискомфорта M , принятого в нормах России. Это позволило найти следующую связь между этими показателями:

$$UGR = 16 \lg M - 4,8$$

Таблица 2

Взаимосвязь между показателем дискомфорта по СНиП и обобщенным показателем дискомфорта по EN

Показатель дискомфорта M по СНиП	15	25	40	60	90
Обобщенный показатель дискомфорта UGR по EN	14	19	22	25	27

Таблица 3.

Взаимосвязь между классами ограничения дискомфорта (по DIN 5035) и обобщенным показателем дискомфорта (по EN)

Класс ограничения дискомфорта по DIN 5035	Нормируемый уровень освещенности, лк							
A	1000	750	500		300			
1	2000	1500	1000	750	500	300		
2					2000	1000	500	300
3						2000	1000	500
Обобщенный показатель дискомфорта	13		16		19		22	25
								28

Соотношение между показателем дискомфорта (по шкале СНиП) и значениями UGR представлено в табл. 2.

2.6 Учитывая большое распространение в международной практике светотехнического проектирования ОУ кривых предельной яркости светильников (метод Зельнера — Фишера), закрепленных в стандарте DIN 5035 для различных классов ограничения дискомфорта, в ходе разработки EN проведено сопоставление этих классов со значениями UGR (табл. 3).

3. Выбор источника света по цветовой температуре и цветопередающим свойствам.

3.1 Все источники света по цветности излучения разделены на 3 группы:

теплые ($T_{ц} < 3300 \text{ K}$);

средние ($T_{ц} = 3300 - 5300 \text{ K}$);

холодные ($T_{ц} > 5300 \text{ K}$).

3.2 В нормативной таблице в графе «Примечания» для некоторых рабочих мест приведены рекомендуемые значения $T_{ц}$. В странах с жарким климатом предлагается отдавать предпочтение лампам с холодной цветностью, а в северных странах — с теплым излучением. В остальном предоставляется свобода в выборе $T_{ц}$, исходя из соображений психологического и эстетического воздействия цветности излучения с учетом уровня освещенности и цветовой отделки поверхностей окружения.

3.3 Цветопередающие свойства источников света регламентируются по индексу цветопередачи R_a . Наименьшие допустимые значения R_a для различных рабочих мест и помещений введены в отдельную графу нормативной таблицы. Шкала значений R_a , выявленная из анализа этой таблицы, представляет собой следующий ряд значений: 20, 40, 60, 80, 90. Эта шкала в основном согласуется со стандартом DIN 5035 и слабо коррелируется со значениями R_a в СНиП. В нормах EN отдельно оговорено, что лампы с R_a менее 80, за некоторым исключением, не должны применяться внутри помещений, в которых люди работают или находятся длительное время.

4. Другие критерии проектирования освещения.

4.1 К другим критериям проектирования ОУ, которые отражены в нормах, относятся: распределение яркости, отраженная блескость, направленность освещения и моделирующий эффект, естественное освещение, энергосбережение и освещение рабочих

мест с видеотерминалами.

4.2 Распределение яркости в поле зрения поставлено на первое место среди факторов, определяющих световой климат окружения. Благоприятный баланс яркостей связывается с коэффициентами отражения поверхностей, которые рекомендуется выбирать в следующих диапазонах: для потолка — 0,6–0,9; стен — 0,3–0,8; рабочих поверхностей — 0,2–0,5. Следует обратить внимание на высокие значения верхней границы коэффициентов отражения. Они стимулируют применение новых высокоотражающих отделочных материалов, обеспечивающих значительное повышение коэффициентов использования ОУ.

4.3 Остальные критерии проектирования рассмотрены в виде определений и общих рекомендаций и не подкреплены какими-либо численными показателями. Эти критерии выделены в самостоятельные подразделы, что подчеркивает их важность в разработке концепции ОУ.

5. О содержании нормативной таблицы.

Эта нормативная таблица дана в Приложении А. Она содержит свыше 280 позиций наименований помещений, рабочих мест и видов деятельности, для каждой из которых приведены нормы освещенности, обобщенного показателя дискомфорта UGR и индекса цветопередачи R_a . Для некоторых позиций даны примечания (уровень расчетной плоскости, рекомендуемая цветовая температура, необходимость устранения стробоскопического эффекта и др.).

Все объекты освещения сгруппированы по следующим разделам:

- А.1 — зоны движения и помещения общего назначения;
- А.2 — производственные помещения (20 видов производств);
- А.3 — административно-канторские здания, офисы;
- А.4 — торговые предприятия;
- А.5 — здания культурно-зрелищного назначения и отдыха;
- А.6 — помещения учебных зданий (детские дошкольные учреждения, школы, высшие учебные заведения);
- А.7 — помещения учреждений здравоохранения;
- А.8 — сооружения транспорта;
- А.9 — рабочие места на открытой территории.

В табл. 4 даны фрагменты нормативной таблицы.

Таблица 4

Фрагменты нормативной таблицы

А.1 Зоны движения и общего назначения внутри зданий					
№	Наименование помещения, зрительной задачи или вида деятельности	E, лк	UGR	R _a	Примечания
1	2	3	4	5	6
1.1	Зоны движения				
1.1.1	Пути движения и коридоры	100	28	40	Освещенность на уровне пола
1.1.2	Лестницы и эскалаторы	150	25	40	
1.1.3	Погрузочно-разгрузочные зоны	150	25	40	
1.2	Помещения для отдыха, санитарного назначения и первой помощи				
1.2.1	Буфеты	200	22	80	
1.2.2	Холлы	100	22	80	
.....					
1.2.4	Гардеробы, ..., туалеты	100	25	80	
1.2.6	Комнаты для медицинского ухода	500	16	90	T _ц ≥ 4000
1.4	Склады и холодильные камеры				
1.4.1	Кладовые	100	25	60	
1.4.2	Места упаковки	300	25	60	
1.5	Механизированные склады				
1.5.1	Проезжие пути без пешеходов	20	—	40	
1.5.2	—//— с пешеходами	200	22	60	
А.2 Производственные помещения					
2.1	Сельскохозяйственные здания				
2.1.1	Обслуживание транспортных средств и машин	200	25	80	
2.1.2	Стойла для животных	50	—	40	
.....					

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
2.4	Производство керамики, стекла и изделий из них				
2.4.1	Сушка	50	28	20	
2.4.2	Подготовка материала и общие работы на машинах	300	25	80	

2.4.5	Шлифование, гравировка, работа с деталями средних размеров	750	16	80	
2.4.6	Тонкие работы, ручная роспись	1000	16	90	
2.4.7	Изготовление и обработка искусственных драгоценных камней	1500	16	90	
2.5	Химическая и резиновая промышленность				
2.5.1	Производственные процессы с дистанционным обслуживанием	50	—	40	

2.5.3	Постоянная работа на производственных установках	300	25	80	

2.5.7	Цветовой контроль	1000	16	90	
2.5.8	Раскрой, отделка и контроль	750	19	80	
2.6	Электротехническая промышленность				
2.6.1	Изготовление кабелей и проводов	300	25	80	Учесть требования раздела 4.6.2
2.6.2	Намотка на катушки				
	— большие	300	25	80	
	— средние	500	22	80	
	— малые	750	19	80	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
2.6.5	Монтажные операции				
	— грубые	300	25	80	
	— средней точности	500	22	80	
	— высокой точности	750	19	80	
	— очень тонкие	1000	16	80	
2.6.6	Производство электронной техники, испытание и контроль	1500	16	80	
2.7	Пищевая промышленность				
2.7.2	Сортировка и мойка продукции	300	25	80	
2.7.3	Рабочие места в мясоразделочных цехах, у мукомольных машин, на участках фильтрования для рафинирования сахара	500	25	80	

2.7.6	Контроль продукции, ..., сортировка и декорирование	500	22	80	

2.7.8	Цветовой контроль	1000	16	90	
2.8	Литейное производство				
2.8.6	Литейные цеха	200	25	80	

2.8.10	Литье под давлением	300	25	80	
2.8.11	Изготовление моделей	500	22	80	
2.10	Производство украшений				
2.10.1	Обработка драгоценных камней	1500	16	90	$T_{ц} \geq 4000$
2.10.2	Изготовление украшений	1000	16	90	
2.10.3	Ручная сборка часов	1500	16	90	
2.10.4	Автоматическая сборка часов	500	19	80	

Продолжение таблицы 4

A.3 Административно-канторские здания, бюро, офисы					
1	2	3	4	5	6
3.1	Раздевалки, проходы, зоны движения	300	19	80	
3.2	Письмо, машинопись, чтение, обработка данных	500	19	80	
3.3	Техническое черчение	750	16	80	
3.4	Рабочие места с видеотерминалом	500	19	80	Учесть рекомендации по работе с экранами дисплеев п. 4.10
3.5	Конференц-залы, переговорные	500	19	80	
3.7	Архивы	200	25	80	
A.4 Торговые предприятия					
4.1	Торговые залы	300	22	80	Уровень освещенности и ограничение слепящего действия зависит от типа магазина
4.2	Кассовые узлы	500	19	80	
4.3	Места упаковки	500	19	80	
A.5 Здания культурно-зрелищного назначения и отдыха					
5.1	Общие по назначению области				
5.1.1	Вестибюли и комнаты ожидания	200	22	80	UGR при возможности применения
5.1.2	Гардеробы	200	25	80	
5.1.3	Кассы, расчетные узлы	300	22	80	
5.2	Рестораны и гостиницы				
5.2.1	Стойки портье и расчетов	200	22	80	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
5.2.4	Столовые с самообслуживанием	200	22	80	
5.2.5	Буфеты	300	22	80	
5.2.6	Конференц-залы	300	22	80	
5.2.7	Коридоры	100	25	80	
5.3	Театры, концертные залы, кино				
5.3.1	Артистические	300	22	80	
5.4	Залы для ярмарок и выставок				
5.4.1	Общее освещение	300	22	80	
5.5	Музеи				
5.5.1	Светостойкие экспонаты	300	—	—	Освещение должно отвечать требованиям показа
5.5.2	Светочувствительные экспонаты	—	—	—	Исключительно важны требования светозащиты
5.6	Библиотеки				
5.6.1	Книжные стеллажи	200	19	80	
5.6.2	Зоны чтения	500	19	80	
5.6.3	Выдача книг	500	19	80	
5.7	Гаражи				
5.7.1	Зоны въезда/выезда (днем)	200	25	20	
5.7.2	Зоны въезда/выезда (вечером)	50	25	20	
5.7.3	Проезжие пути	100	25	20	
5.7.4	Места парковки	50	—	20	Высокая вертикальная освещенность повышает узнаваемость лица

Продолжение таблицы 4

А.6 Учебные здания					
1	2	3	4	5	6
6.1	Дошкольные учреждения				
6.1.1	Игровые комнаты	200	19	80	
6.1.2	Комнаты ручного труда	300	19	80	
6.2	Учебные заведения				
6.2.1	Классы дневных школ	300	19	80	Освещение должно регулироваться
6.2.3	Аудитории	500	19	80	то же
6.2.4	Доска	500	19	80	Устранить отраженную блескость
6.2.7	Класс изостудии	750	19	80	$T_{\text{ц}} \geq 5000$
6.2.11	Учебные мастерские	500	19	80	
6.2.13	Компьютерные классы	500	19	80	Учесть п. 4.10
6.2.16	Вестибюли, холлы	200	22	80	
6.2.17	Коридоры	100	25	80	
6.2.18	Лестницы	150	25	80	
6.2.19	Актовые залы	200	22	80	
6.2.20	Преподавательские	300	22	80	
6.2.24	Спортзалы, бассейны	300	22	80	
6.2.25	Столовые	200	22	80	
6.2.26	Кухни	500	22	80	
А.7 Помещения учреждений здравоохранения					
7.1	Многоцелевые помещения				Все значения освещенности на уровне пола

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
7.1.1	Комнаты ожидания	200	22	80	
7.2	Больничные палаты				Устранить наличие высоких яркостей в поле зрения
7.2.1	Общее освещение	100	19	80	
7.2.4	Исследование и лечение	1000	19	90	Со светильником местного освещения
7.2.5	Ночное освещение	5	—	80	
7.2.6	Туалеты, ванны	200	22	80	
7.4	Лаборатории				
7.4.1	Общее освещение	500	19	80	
7.5	Кабинеты окулиста				
7.5.1	Общее освещение	300	19	80	

7.5.3	Таблицы с тестами на чтение и цветоразличение	500	16	90	
7.10	Операционные				
7.10.1	Подготовка к операции	500	19	90	
7.10.2	Операционная, общее освещение	1000	19	90	
7.10.3	Операционное поле	—	—	—	10 000 — 100 000 лк со специальным светильником

A.8 Аэропорты и вокзалы

8.1	Аэропорты				
8.1.1	Залы прилета/вылета	200	22	80	
8.1.2	Зоны движения, эскалаторы, транспортные ленты	200	22	80	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
И.1.3	Информационные и расчетные узлы	500	19	80	
И.1.4	Зона паспортного контроля	500	19	80	Важна вертикальная освещенность
И.2	Ж.Д. вокзалы				
И.2.1	Пути выхода к платформе	100	28	40	
И.2.2	Залы отправления	200	28	40	
И.2.3	Кассовые залы	300	19	80	
И.2.4	Залы ожидания	200	22	80	
А.9 Работа на открытых площадках					
9.1	Открытые установки	10	—	—	
9.11	Проезды со скоростью 30 км/ч и менее	20	—	—	
9.12	Проезды со скоростью 50 км/ч и менее	30	—	—	

Заключение

С введением новых европейских норм по освещению во всех странах-членах CEN соответствующие национальные стандарты упраздняются и заменяются общеевропейскими. Вместе с тем, во многом сдержанный характер норм EN оставляет достаточно широкое поле деятельности для составления различных указаний, рекомендаций и других национальных документов, дополняющих отдельные положения единых норм.

Процесс интеграции России и Европы рано или поздно приведет к необходимости по крайней мере сближения единых норм и соответствующих разделов СНиП. Отечественное нормирование, имеющее большую историю и традиции (первые Правила искусственного освещения фабрик и заводов были приняты в качестве обязательных в сентябре 1928 г. [11]), раз-

вивалось в русле наиболее значительных достижений мировой светотехники и по некоторым направлениям занимало лидирующие позиции (в разработке количественных критериев оценки пульсации освещенности и насыщенности помещений светом). Практически все нормируемые показатели освещения, приведенные в европейских нормах, фигурируют в действующем СНиП 23-05-95. С точки зрения сближения норм целесообразно на первом этапе рассмотреть следующие вопросы:

- нормирование по средней освещенности;
- нормирование освещенности независимо от типа источника света и системы освещения;
- оценка слепящего действия ОУ в помещениях промышленных и общественных зданий по объединенному показателю дискомфорта;
- согласование шкал значений освещенности и индекса цветопередачи.

Список литературы

1. Публикация МКО 17.4: 1987, Международный светотехнический словарь.
2. Публикация МКО 29.2: 1986, Руководство по внутреннему освещению.
3. Публикация МКО 97: 1994, Обслуживание систем внутреннего электрического освещения.
4. Публикация МКО 40: 1978, Расчеты внутреннего освещения — Базисный метод.
5. Публикация МКО 117: 1995, Дискомфортная слепимость в установках внутреннего освещения.
6. Публикация МКО 60: 1984, Видимость и дисплейные экраны рабочих станций.
7. ISO 8995: Principles of visual ergonomics — The lighting of indoor work systems.
8. ISO/DIS 9241 Part 6: Ergonomic requirement for office work with visual display terminals; Environment requirements.
9. СНиП 23-05-95: Естественное и искусственное освещение. 1995, «Светотехника», №№ 11, 12, стр. 2 - 30.
10. Шмитс П.В.: Обобщенный показатель дискомфорта МКО — возможности и границы применения на практике. 1997, «Светотехника», № 3, стр. 15 — 19.
11. Труды II Всесоюзной светотехнической конференции. Выпуск III. Сборник светотехнических правил, норм и условных обозначений Л. 1991, стр. 159.