

УДК 628.977:378.162

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

Е. Г. Шеметова

RESEARCH OF ILLUMINATION AT UNIVERSITY STUDENTS' DESKS

E. G. Shemetova

В статье рассмотрена проблема создания нормируемого освещения в учебных аудиториях. Приведены исследования фактической освещенности рабочих мест студентов. Определены пути решения проблемы. По итогам исследования фактической освещенности рабочих мест студентов и, исходя из расчетных показателей, даны рекомендации студентам по использованию для работы темных чернил, светлого рабочего фона, жирно пишущих шариковых (гелиевых) ручек. Предложено для работы на занятиях использовать плакаты, имеющие высокую контрастность и оптимальное цветовое решение шрифта и фона; согласовывать цветность освещаемых поверхностей с цветностью применяемых ламп.

The paper deals with the problem of creating rated illumination in classrooms. Research shows the actual illumination of students' desks; the ways to solve the problem are defined.

The study is based on the calculated indices, and suggests recommendations for students to use dark ink, light desktop background, thick ball or gel pens. It is suggested to use the posters that have high contrast and optimal colour scheme and font in the classroom; to coordinate the colour of the illuminated surface with colour of the lamps used.

Ключевые слова: фон, разряд, подразряд, свет, освещенность, освещение.

Keywords: background, class, subclass, light, illumination.

Через органы зрения человек получает 80 % информации об окружающей среде. С помощью света обеспечивается биоритм человека; оказывается положительное влияние на эмоции; ускоряются обменные функции организма. Световое голодание приводит к снижению устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, ухудшению функций дыхательной и центральной нервной систем. Свет является фактором воздействия на психику человека [1, с. 395 – 425].

Наличие естественного и искусственного освещения в рабочих помещениях является одним из основных условий для нормальной производственной деятельности. Качественно спроектированное и рационально выполненное освещение помещений оказывает положительное психофизиологическое действие на организм работника, способствует повышению безопасности и эффективности труда, сохраняет высокую работоспособность, при этом снижается утомляемость и уровень травматизма.

Число производственных несчастных случаев, связанных с недостаточной освещенностью рабочих мест, может достигать 50 % от их общего количества. При грубых работах порядка 1,5 % тяжелых травм со смертельным исходом связано с низкой освещенностью рабочих мест, причем, травмы глаз при этом составляют 30 %. Низкая освещенность рабочих мест является основной причиной развития профессиональной близорукости [2, с. 2 – 5].

Основными параметрами света, используемыми для исследования освещения, являются – яркость освещаемого объекта, световой поток, сила света, освещенность.

Основное гигиеническое требование, предъявляемое к освещенности рабочего места учебной аудитории – обеспечение функций зрения студента. Функциями зрения являются – скорость различения деталей, устойчивость ясного видения, острота, контрастная чувствительность. При низкой освещенности, функции зрения не реализуются в полной мере, наступает зрительное утомление, снижается работоспособность студента, наблюдается спад концентрации внимания [3, с. 228 – 229].

Приоритетной задачей производственного освещения является создание в учебной аудитории световой среды, которая обеспечит светотехническую эффективность всех систем освещения. В то же время световая среда формируется с учетом требований физиологии зрения студента [4, с. 67 – 83].

Цель: исследование фактической освещенности рабочего места студента и определение ее соответствия нормативным требованиям.

Объект исследования: учебная аудитория университета г. Новосибирска.

Студентами экономического факультета университета проведены исследования по оценке освещенности рабочих мест одной из учебных аудиторий, расположенных на цокольном этаже здания. Поскольку в вечернее время студенты заочного отделения не обеспечиваются естественным освещением, то оценивалось качество общего искусственного освещения люминесцентными лампами ЛБ-40.

Исходя из требований, нормирование освещенности осуществляется в зависимости от разряда и подразряда выполняемой студентом работы, вида систе-

мы освещения, типа используемых в светильнике ламп [5].

Разряд работ определяется размером самой малой детали рабочей поверхности: для студента таким объектом является текст в тетради. Исходя из требований Санитарных норм и правил СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, работа студента относится к III – IV разряду, так как наименьший размер объекта различения (толщина линий в тетради) составляет 0,4 мм – III разряд, 0,7 – IV разряд [5].

После нахождения разряда, определялся подразряд работы. Каждый разряд имеет четыре подразряда (*a, б, в, г*). Подразряд в свою очередь определяется степенью светлоты фона и соотношением контраста объекта различения с фоном. В данном случае фоном является цвет тетрадного листа студента, бумаги учебника, плаката, – а объектом различения – текст, графические объекты, рисунки. По степени светлоты фон может быть светлым (*k* более 0,4), средним (*k* = 0,2 – 0,4), темным (*k* менее 0,2) в зависимости от коэффициента отражения *k* поверхности.

При определении светлоты фона учитывалось, что тетрадные листы конспекта студента имеют цвета: белый, розовый, желтый (*k* = 0,5), светло-синий, светло-фиолетовый, светло-зеленый (*k* = 0,3).

Контраст объекта различения с фоном *K*, определяемый как отношение разности между яркостью объекта и фоном к яркости фона: большой (*K* более 0,5), средний (*K* = 0,2 – 0,5) и малый (*K* менее 0,2). Цвет чернил, которые используют студенты при работе, колебался от светло-синего цвета (*K* = 0,4) до черного цвета (*K* = 0,6).

Экспериментально определено, что подразряд работы студента варьирует от *в* до *г*.

Таким образом, в процессе работы с нормативной документацией определено, что норма освещенности рабочего места студента составляет 200 лк – при использовании темных чернил и светлых (белых, розовых, желтых) тетрадных листов; 300 лк, – если чернила светло-синего цвета, а фон тетрадных листов является темным (светло-синим, светло-фиолетовым и светло-зеленым).

Далее определялась норма освещенности рабочих мест лабораторного стенда, оснащенного психрометром, барометром и термометрами. Определено, что уровень минимальной нормируемой освещенности составляет 300 лк, так как данная работа относится ко II разряду *г* подразряду.

Для работы с плакатами, размещенными по периметру учебной аудитории, достаточно освещенности 200 лк, поскольку наименьший размер объекта различения составляет 0,8 – 1,0 мм и относится к IV разряду *a* подразряду. В тоже время, в связи со сложным цветовым решением шрифта (синий) и фона (зеленый), данная зрительная работа является утомительной по условиям контрастности и светлоты фона.

Далее после определения нормативной освещенности, оценивалась фактическая освещенность рабо-

чих мест с помощью прямого метода люксметром Ю-116.

Люксметр имеет восемь пределов измерений, устанавливаемых насадками-переключателями. Прибор представляет собой микроамперметр, проградуированный в единицах освещенности (лк – люкс) и подключенный к свето- фоточувствительному селеновому фотоэлементу [6, с. 34 – 53].

Для объективной оценки, фактическая освещенность рабочих мест исследуется как минимум в 5 контрольных точках аудитории. В качестве контрольных точек (точек замера) использовались: рабочий стол преподавателя, рабочий стол студента наиболее и наименее освещенный, стенд по микроклимату, классная доска, плакаты [7].

Исследование фактической освещенности рабочих мест производилось студентами с помощью люксметра согласно инструкции: по рабочим столам – на расстоянии 0,8 м от пола на уровне столешницы, горизонтально; классная доска и плакаты – вертикально, на расстоянии 1 метра от объекта исследования, стенд – наклонно, на расстоянии 0,3 – 0,5 м от приборов.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты исследования фактической освещенности рабочих мест учебной аудитории

Наименование контрольной точки	Фактическая освещенность, лк
Стол преподавателя (1)	330
Стол студента наиболее освещенный (2)	290
Стол студента наименее освещенный (2)	190
Стенд по исследованию параметров микроклимата (4)	120
Классная доска (1)	210
Плакаты (3)	220
Всего по учебной аудитории (13)	227

Таким образом, в результате исследования освещенности рабочих мест учебной аудитории определено, что данные условия применимы для IV разряда подразрядов *б, в, г*; III разряда подразряда *г*.

При работе студента с более мелким шрифтом, тетрадными листами темных тонов, светло-синими чернилами, фактическая освещенность рабочих мест (227 лк) ниже уровня нормируемой (300 лк) на 24,3 %.

Следовательно, имеющихся 6 светильников для обеспечения качественного освещения аудитории при выполнении работ III разряда подразряда *б, в*; IV разряда подразряда *a* – недостаточно (данные таблицы 2).

Минимальная искусственная освещенность на рабочих поверхностях

Характеристика работы	Разряд работы	Подразряд работы	Минимальная освещенность рабочего места, лк (люминесцентные лампы)	
			комбинированное освещение	общее освещение
Высокой точности	III	а	2000	500
		б	1000	300
		в	750	300
		г	400	200
Средней точности	IV	а	750	300
		б	500	200
		в	400	200
		г	300	150

Далее производился расчет количества светильников для учебной аудитории (общее искусственное освещение, люминесцентные лампы), определялась мощность осветительной установки.

Мощность осветительной установки W , Вт определяли по формуле 1.

$$W = n \cdot W_{л}, \quad (1)$$

где n – число ламп, в осветительной установке,

$W_{л}$ – мощность одной лампы, Вт.

Для освещения учебной аудитории используются двухламповые светильники ЛСПО2 с лампами ЛБ-40 или ЛБ-80, следовательно характеристики данных ламп, приведенные в таблице 3, применяли для расчета.

Число ламп в осветительной установке определяли по формуле 2.

$$n = n_1 \cdot N, \quad (2)$$

где N – число светильников, шт.;

n_1 – число ламп в светильнике, шт.

Количество светильников для обеспечения минимальной нормируемой освещенности рабочих мест определяли по формуле 3.

$$N = \frac{S \cdot K \cdot E_{\min}}{\lambda \cdot \eta \cdot F_{л} \cdot n_1}, \quad (3)$$

где E_{\min} – нормативная минимальная освещенность, лк (см. таблицу 2);

S – площадь помещения, м²;

K – коэффициент запаса (1,3 ÷ 1,7);

$F_{л}$ – световой поток лампы, лм (табл. 3);

λ – коэффициент неравномерного освещения (принимается 0,9);

η – коэффициент использования светового потока светильника (таблица 4);

n_1 – число ламп в светильнике, шт.

Как следует из данных таблицы 4, коэффициент использования светового потока светильника η определяется в зависимости от индекса помещения φ , который определяли по формуле 4.

$$\varphi = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (4)$$

где A – длина помещения, м,

B – ширина помещения, м,

H_p – высота от рабочей поверхности до светильника.

При определении H_p учесть, что высота светильника ЛСПО2 – 0,10 м, длина – 1,23 м, ширина – 0,29 м.

Таблица 3

Характеристика люминесцентных ламп общего назначения

Тип	Мощность, Вт	Световой поток, лм
ЛДЦ40	40	1520
ЛД40		1960
ЛХБ40		2200
ЛБ40		2480
ЛТБ40		2200
ЛДЦ80	80	2720
ЛД80		3440
ЛХБ80		3840
ЛБ80		4320
ЛТБ80		3840

Коэффициент использования светового потока η светильника

H					
$\varphi=1,25$			1,5		
$S_n=0,7$	$S_n=0,5$	$S_n=0,3$	$S_n=0,7$	$S_n=0,5$	$S_n=0,3$
$S_c=0,5$	$S_c=0,3$	$S_n=0,1$	$S_c=0,5$	$S_c=0,3$	$S_n=0,1$
$S_{пол}=0,3$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,3$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,1$
0,47	0,36	0,5	0,51	0,42	0,54
$\varphi=2$			$\varphi=2,5$		
$S_n=0,7$	$S_n=0,5$	$S_n=0,3$	$S_n=0,7$	$S_n=0,5$	$S_n=0,3$
$S_c=0,5$	$S_c=0,3$	$S_n=0,1$	$S_c=0,5$	$S_c=0,3$	$S_n=0,1$
$S_{пол}=0,3$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,3$	$S_{пол}=0,1$	$S_{пол}=0,1$
0,56	0,46	0,57	0,58	0,47	0,6

Таким образом, расчетное количество светильников ЛСП02, определяемое по формуле 3, составило 9 штук, что на 3 единицы больше фактического количества в помещении.

Сделан вывод, что для обеспечения минимальной освещенности при выполнении работ III разряда подразряда б, в достаточно 6 светильников, а работ IV разряда подразряда а необходимо 9 штук.

По итогам исследования фактической освещенности рабочих мест студентов и, исходя из расчетных показателей, даны следующие рекомендации: студентам для работы предпочтительно использовать тем-

ные чернила, светлый рабочий фон (белые тетрадные листы), жирно пишущие шариковые (гелиевые) ручки; для работы на занятиях использовать плакаты, имеющие высокую контрастность и оптимальное цветовое решение шрифта и фона; установить дополнительно 3 светильника (2 на потолке и 1 над стендом для исследования микроклиматических параметров); согласовывать цветность освещаемых поверхностей с цветностью применяемых ламп (предпочтительна замена ламп ЛБ на ЛТБ); если позволят параметры осветительной установки – заменить лампы ЛБ-40 на более мощные ЛБ-80.

Литература

- Графкина М. В., Михайлов В. А., Нюнин Б. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под общ. ред. Б. Н. Нюнина. М.: Велби; Проспект, 2007. 608 с.
- Козьяков А. Ф. Состояние травматизма и заболеваемости в России // Безопасность жизнедеятельности. 2001. № 6.
- Белов С. В., Ильницкая А. В., Козьяков А. Ф. [и др.]. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2005. 606 с.
- Павлов В. Н., Буканин В. А., Зенков А. Е., Ковбасин А. А., Трусов А. О. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2008. 336 с.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав РФ, 2003.
- Практикум по безопасности жизнедеятельности : учебное пособие к лабораторным и практическим работам / под общ. ред. А. В. Фролова. Ростов н/Д.: Феникс, 2009. 490 с.
- Шеметова Е. Г. Оценка фактической освещенности рабочих мест учебных аудиторий СибУПК // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 7 – 8. С. 107 – 110.

Информация об авторе:

Шеметова Елена Григорьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения потребительских товаров, технологии общественного питания и оборудования Сибирского университета потребительской кооперации, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин), klena20@ngs.ru, Новосибирск.

Elena G. Shemetova – Candidate of Technical Science, Assistant Professor at the Department of Commodity Consumer Goods, Technology, Catering and Equipment Siberian University of Consumer Cooperatives; Assistant Professor at the Department of Life Safety and Ecology, Siberian State University of Architecture and Construction.

Статья поступила в редколлегию 19.03.2015 г.