

Энергоэффективное освещение

Практика №14

Актуальность проблемы

- ▶ Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений:
 - ▶ оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих,
 - ▶ способствует повышению эффективности и безопасности труда,
 - ▶ снижает утомление и травматизм,
 - ▶ сохраняет высокую работоспособность.



Пример

- ▶ Суммарная осветительная нагрузка больницы составляет 64,241 кВт :
- ▶ основная часть приходится на ЛН;
- ▶ имеющиеся ЛЛ имеют низкое соотношение светового потока на единицу мощности(Лм/Вт);

ТРЕБУЕТСЯ

- ▶ спроектировать новую систему освещения с использованием современных линейных люминесцентных ламп и оценить экономию от этого мероприятия.



Таблица 1 – Годовой расход электричества на освещение

	Поликлиника, Вт	Хирургия, Вт	Скорая помощь, Вт	Всего по больнице, Вт
Лампы накаливания	29010	12950	8500	50460
Люминисцентные лампы	7328	1380	5073	13781
Всего:	36338	14330	13573	64241



▶ **Расчет проведем на примере типового кабинета**

▶ Размеры помещения:

- ▶ длина $A=6$ м,
- ▶ ширина $B=3$ м,
- ▶ высота $H=3$ м.

▶ Рабочая поза - сидя.

▶ Минимальный размер объекта наблюдения примем равным $0,6$ мм.



Выбор светильников и их размещение

- ▶ Светильники открытого типа;
- ▶ Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами:

- ▶ Высота светильника над полом: $h_n = 3 \text{ м};$

- ▶ Высота рабочей поверхности: $h_p = 0,8 \text{ м};$

- ▶ Высота светильника над рабочей поверхностью*:

$$h = h_n - h_p = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м};$$

- ▶ ***наименьшая высота светильников над полом (для устранения эффекта ослепленности) – 2,5м.**



Расстояния

- ▶ Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$ (L – расстояние м\у соседними светильниками или рядами);
- ▶ Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина

$$\lambda = \frac{L}{h}$$

➤ уменьшение λ удорожает устройство и обслуживание освещения,

➤ чрезмерное увеличение λ ведёт к резкой неравномерности освещённости.



$$\lambda = 1,2 - 1,3;$$

$$L = h \cdot \lambda;$$

$$L = 2,1 \cdot 1,2 = 2,52 \text{ м};$$

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,52}{3} = 0,84 \text{ м};$$

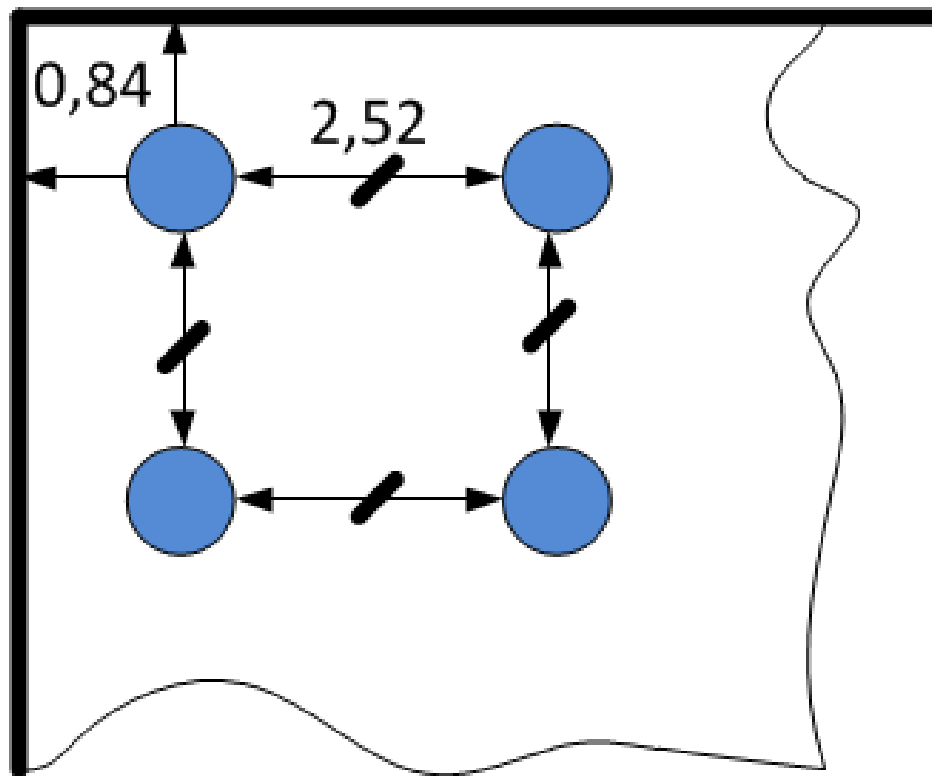


Рис. 1



Число ламп

- ▶ **Рассмотрим 2 варианта освещения кабинета:**
- ▶ **Вариант 1 с использованием 2 светильников:**
 - ▶ $n_1=4$ шт.
- ▶ **Вариант 2 с использованием 3 светильников:**
 - ▶ $n_2=6$ шт.



Выбор нормируемой освещенности и расчёт общего равномерного освещения

- ▶ СНиП 23-05-95:
 - ▶ Характеристика точности зрительных работ в помещении относится к средней.
 - ▶ Разряд зрительных работ – IV-V.
 - ▶ Освещённость при системе общего освещения принимаем равной 200 лк.



Описание методики расчета

- ▶ Расчёт общего равномерного освещения горизонтальной поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Коэффициент светового потока зависит от индекса помещения, типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен и потолка.



Индекс помещения

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{18}{3 \cdot (3 + 6)} = 0,66$$

- ▶ S – площадь помещения, м²;
- ▶ h – высота помещения, м;
- ▶ A – ширина помещения, м;
- ▶ B – длина помещения, м;

Коэффициент использования светового потока

- ▶ стены и потолок помещения – свежепобеленные, а окна не закрыты занавесками, поэтому $\rho_{\text{ст}}=50$, $\rho_{\text{п}}=70$:

$$\eta_u = 40,33\%$$



Потребный световой поток ламп

Вариант 1

$$\Phi = \frac{U_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta_u}$$

- ▶ E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95(200 лк);
- ▶ K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, наличие в атмосфере пыли (для помещения с малой запылённостью равен 1.5);
- ▶ Z – коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп берётся равным 1.1.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 40,33\%} = 3682,12 \text{ Лм};$$

Вариант 2

$$\Phi = \frac{200 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{6 \cdot 40,33\%} = 2454,74 \text{ Лм};$$

Вариант 3*

$$\Phi = \frac{200 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3 \cdot 40,33\%} = 4909,5 \text{ Лм};$$

- ▶ *** использование КЛЛ**



-
- ▶ **Выбираем лампы с максимально близким к расчетному световым потоком:**
 - ▶ Для первого варианта – Philips TL-D 36 Вт с потоком 3350Лм.
 - ▶ Для второго варианта – Philips T5 HE 28 Вт с потоком 2600 Лм.
 - ▶ Для третьего варианта – ERA Power F-SP 80Вт-E40/42 со световым потоком 5000 Лм.



▶ **Выполняем проверку условия**

$$0,9 \cdot E_H \leq E_{расч} \leq 1,2 \cdot E_H$$

▶ для первого варианта

- ▶ Найдём для лампы Philips TL-D 36 Вт с $\Phi=3300\text{Лм}$

$$E_{расч} = \frac{\Phi \cdot n_1 \cdot \eta_u}{S \cdot K_3 \cdot Z} = \frac{3350 \cdot 4 \cdot 0,4033}{18 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 181,96 \text{ Лк};$$

$$0,9 \cdot 200 \leq 181,96 \leq 1,2 \cdot 200;$$

$$180 \leq 181,96 \leq 240.$$

- ▶ Определяем электрическую мощность осветительной установки:

▶ $P = 36 \cdot n_1 = 36 \cdot 4 = 144 \text{ Вт}.$



-
- ▶ для второго варианта (лампы Philips T5 HE 28 Вт с $\Phi=2600\text{Лм}$):

$$E_{\text{расч}} = \frac{\Phi \cdot n_2 \cdot \eta_u}{S \cdot K_3 \cdot Z} = \frac{2600 \cdot 6 \cdot 0,4033}{18 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 211,83 \text{ Лк};$$

$$0,9 \cdot 200 \leq 211,83 \leq 1,2 \cdot 200;$$

$$180 \leq 211,83 \leq 240.$$

- ▶ Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 28 \cdot n = 28 \cdot 6 = 168 \text{ Вт}.$$

-
- ▶ для третьего варианта (лампы ERA Power 80 Вт с $\Phi=5000\text{Лм}$):

$$E_{\text{расч}} = \frac{\Phi \cdot n \cdot \eta_u}{S \cdot K_3 \cdot Z} = \frac{5000 \cdot 3 \cdot 0,4033}{18 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 203,68 \text{ Лк};$$

$$0,9 \cdot 200 \leq 203,68 \leq 1,2 \cdot 200;$$

$$180 \leq 203,68 \leq 240.$$

- ▶ Определяем электрическую мощность осветительной установки:

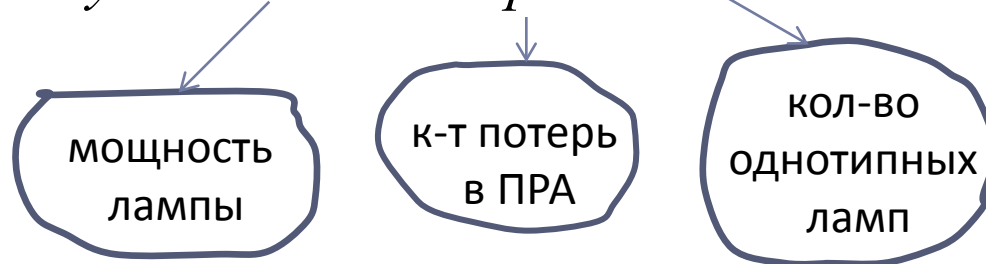
$$P = P_{\text{л}} \cdot n = 80 \cdot 3 = 240 \text{ Вт}.$$

- ▶ Все варианты обеспечивают требуемую освещенность, в связи с этим выбор будет сделан на основе их экономического сравнения.
-



Расчет установленной мощности осветительной установки

$$P_{o.y.} = P_l \cdot K_{пр.а} \cdot N, Вт$$



- ▶ Годовой расход электроэнергии на освещение также можно найти по формуле:

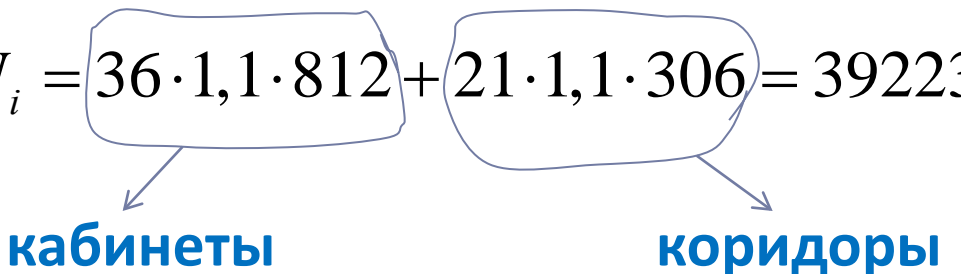
$$W_{год} = P_{o.y.} \cdot T_{м.о.} \cdot K_o;$$



Вариант 1

- ▶ Мощность осветительной установки

$$P_{o.y.1} = \sum P_{л.i} \cdot K_{np.a} \cdot N_i = 36 \cdot 1,1 \cdot 812 + 21 \cdot 1,1 \cdot 306 = 39223,8 \text{ Вт};$$


кабинеты **коридоры**

- ▶ Годовой расход электроэнергии

$$W_{o.y.1} = 39223,8 \cdot 1100 \cdot 0,95 = 40988,87 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$



Вариант 2

$$P_{o.y.2} = \sum P_{л.і} \cdot K_{np.a} \cdot N_i = 21 \cdot 1,1 \cdot 1350 = 31185 \text{ Вт};$$

$$W_{o.y.2} = P_{o.y.} \cdot T_{м.о.} \cdot K_o = 31185 \cdot 1100 \cdot 0,95 = 29157,98 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

▶ Вариант 3

$$P_{o.y.3} = \sum P_{л.і} \cdot K_{np.a} \cdot N_i = 80 \cdot 1,1 \cdot 60 + 55 \cdot 1,1 \cdot 100 = 55110 \text{ Вт};$$

$$W_{o.y.3} = P_{o.y.} \cdot T_{м.о.} \cdot K_o = 55110 \cdot 1100 \cdot 0,95 = 57589,95 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$



Потребление ЭЭ до модернизации системы освещения

$$W_{o.y.} = P_{лн} \cdot T_{м.о.} \cdot K_o + (P_{лл} \cdot K_{пр.а}) \cdot T_{м.о.} \cdot K_o;$$

$$W_{o.y.} = 50460 \cdot 1100 \cdot 0,95 + (13781 \cdot 1,1) \cdot 1100 \cdot 0,95 = 68571,96 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

Таблица 2 – Экономия ЭЭ и снижение затрат

	Экономия ЭЭ , кВт·ч	Снижение затрат, руб.
Вариант 1	27583,1	80542,6
Вариант 2	39413,9	115088,8
Вариант 3	13461,9	39308,9



Выводы

- ▶ На данном этапе предпочтение можно отдать варианту №2.
 - ▶ Для более полного сравнения данных вариантов стоит учесть следующие показатели:
 - ▶ затраты связанные с монтажом осветительных установок и сопутствующей модернизации осветительной электрической сети;
 - ▶ затраты на покупку оборудование осветительных установок;
 - ▶ срок службы ламп ежегодные затраты связанные с их заменой;
 - ▶ количество ламп для создания необходимого резерва.
-



Список оборудования и расчет стоимости вариантов модернизации осветительных установок

- ▶ В двух первых вариантах требуется замена существующих светильников, так как предполагается использование другой системы ламп. Это увеличивает стоимость модернизации и может повлиять на конечный выбор варианта для модернизации осветительных установок. В третьем варианте используются лампы с цоколем E27, идентичным с используемым сейчас, таким образом отсутствует необходимость в замене светильников на новые.



Вариант 1

	Стоимость 1 шт., руб.	Количество, шт	Сумма, руб.
Светильник ТехноЛюкс TLPL 236 ЕСР ЭПРА [8]	326,60	406	132159,72
Светильник ЛПО01 2×21 ЭПРА [8]	261,57	153	68622,03
Лампа Philips TL-D 36W [6,7]	157,34 – 146,01	812+резерв	118560,12
Лампа Philips T5 HE 21W[7]	97,5-93,47	306+резерв	28601,82
		Итого:	319781,75



Вариант 2

	Стоимость 1 шт., руб.	Количество, шт	Сумма, руб.
Светильник ЛПО01 2×21 ЭПРА [8]	261,57	675	176559,8
Лампа Philips T5 HE 21W[7]	97,5-93,47	1350	126184,5
		Итого:	302744,3



Вариант 3

	Стоимость 1 шт., руб.	Количество, шт	Сумма, руб.
КЛЛ F-SP 80Вт-E40/42 ERA Power	521,83	600	313098
КЛЛ-FS-55 Вт-2700 К- E27 TDM	234,6	100	23460
		Итого:	336558



Ссылки на используемые источники

- ▶ http://www.meddr.ru/spravochnik_pomoschnika_sanitarnogo_vracha_i_zhilischno-kommunalnaya_sanitariya/osveschenie/12532.html
- ▶ <http://anverchi.ru/uploads/katalog/technolux/13.pdf>
- ▶ <http://www.resvet.ru/catalog/1574/41780.php?popup=Y>
- ▶ Светильники для ЛЛ
- ▶ <http://www.yugkabel.ru/products/43362/> - светильник 2x36Вт
- ▶ http://www.ecat.lighting.philips.ru/l/indoor-luminaires/surface-mounted/centura-2/910402373012_eu/
- ▶ http://www.ecat.lighting.philips.ru/l/indoor-luminaires/waterproof-and-cleanroom/waterproof-luminaires/twinny/910820025312_eu/
- ▶ **Прудник, А. М.** Энергосбережение в системах освещения : метод. пособие к практ. занятиям по курсу «Основы экологии и энергосбережения» / А. М. Прудник, Е. В. Гончарик. – Минск : БГУИР, 2008. – 28 с. ISBN 978-985-488-251-2
- ▶ http://www.svelectrosnab.ru/catalog_182_183.htm
- ▶ <http://www.svelectrosnab.ru/pricefiles.htm>
- ▶ <http://shop220.ru/product37358.htm>
- ▶ <http://com-electro.ru/product34265>
- ▶ <http://com-electro.ru/product34264>

