МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕН НАЯ АКАДЕМИЯ) КАФЕДРА "АРХИТЕ КТУРНАЯ ФИЗИКА" **ДИСЦИПЛИНА** учебно-"АРХИТЕКТУРНАЯ МЕТОДИЧЕСКИЕ ФИЗИКА" **УКАЗАНИЯ** Раздел "АРХИТЕКТУРНАЯ СВЕТОЛОГИЯ" ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РАСЧИТ ИЛИРО ЕКТИРОВАНИЕ ИСКУДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ МОМЕЩЕНИЙ шепетков н.и.

Учебное излание

Николай Иванович Щепетков, д. арх., проф.

Ориентировочный расчет и проектирование искусственного освещения помещений

Издание подготовлено на кафедре «Архитектурная физика» (протокол заседания кафедры №8 от 19.02.13)

Подписано в печать 15.04.13 Формат 60х90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз.

ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»

107031, Москва, ул. Рождественка, д.11/4, к.1, стр.4,

Тел.: (495) 625-50-82, (495) 624-79-90.

e-mail: office@markhi.ru URL: http://www.marhi.ru

Кафедра А Φ – тел. (495) 625-18-61

VI. ЛИТЕРАТУРА

- 1. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М.2011.
- 2. 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., Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2003.
- 3. Архитектурная физика. Учебник для вузов под ред. Оболенского Н.В. М., «Архитектура-С». 1997; 2007.
- 4. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Айзенберга Ю.Б. 3-е издание, переработанное и дополненное. М., «Знак». 2006.
- 5. Маржин Л. Эффекты домашнего освещения. Энциклопедия. М., АРТ-РОЛНИК. 2011.
- 6. Архитектурно-дизайнерское проектирование интерьера. Проблемы и тенденции. Учебник для вузов под ред. Шимко В.Т. М., «Архитектура-С». 2011.
- 7. Light Perspectives: between culture and technology; light, space, perspectives. Lendenscheid: ERCO, 2009.

Министерство образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»

Н.И. Щепетков

Ориентировочный расчет и проектирование искусственного освещения помещений

Учебно-методические указания

Москва МАРХИ 2013 УДК 628.9 ББК 31.294.9 Щ 56

Шепетков Н.И.

Ориентировочный расчет и проектирование искусственного освещения помещений: учебно-методические указания по выполнению расчетно-графической работы / Щепетков Николай Иванович — зав. кафедрой «Архитектурная физика», доктор архитектуры, профессор — М.: МАРХИ, 2013. — 24 с.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Архитектурная физика» (протокол №8 от 19.02.13г.)

СОДЕРЖАНИЕ

BB	ведение	3
	Общие положения	
	Последовательность выполнения работы	
	Примеры расчета осветительной установки	
	. Приложения – таблицы и иллюстрации	
	Контрольные вопросы	
	. Литература	

© MAPXИ, 2013

© Щепетков Н.И., 2013

V. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Что является главным технико-экономическим показателем эффективности источника электрического света (т.е. лампочки)?
 - 2. Каковы показатели качества света, излучаемого лампочкой?
- 3. Для каких источников света используются такие показатели как цветовая температура и общий индекс цветопередачи? Это количественные или качественные параметры света (какого)?
- 4. Какие источники электрического света из приведенных в табл.6 используются для освещения жилых помещений и почему не все?
 - 5. Почему лампы накаливания снимаются с производства во всем мире?
 - 6. Какие лампы называются энергосберегающими?
- 7. Почему самые энергоэффективные натриевые лампы высокого давления (НЛВД) или дуговые ртутно-люминесцентные лампы (ДРЛ) не используются в освещении жилых помещений?
- 8. Что обозначает показатель «удельная мощность» осветительной установки, а что «световая отдача» источника света?
- 9. Чем отличается нормируемая освещенность $E_{\scriptscriptstyle H}$ от расчетной освещенности $E_{\scriptscriptstyle D}$?
- 10. Какие лампы по цветовой температуре целесообразно выбрать для гостиной и какие для рабочего кабинета?
- 11. Какие важные факторы интерьера не учитывает ориентировочный расчет и что из этого следует?
 - 12. Чем связан выбор источника света с выбором осветительного прибора?
 - 13. По какому параметру свет ламп накаливания является некачественным?
- 14. Какие лампы могут работать (а какие не могут) в режиме диммирования?
- 15. Как вы понимаете термины «световой ансамбль квартиры» или «световая режиссура» в квартире?
- 16. Можно ли осветить комнату только торшерами и(или) настольными лампами, не нарушая отечественных норм?

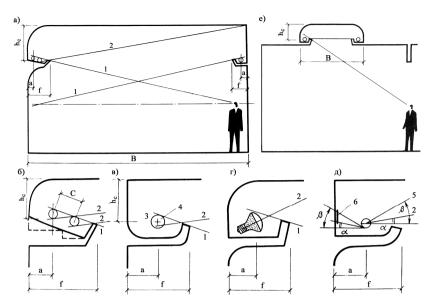


Рис. 1.7. Светотехнические схемы устройств световых карнизов (разрезы) а) Основные размеры и линии; б) Световой карниз с лЛ; в) Световой карниз с точечными ИС (ГЛН, КЛЛ, МГЛ, СД); г) Световой карниз с зеркальными ИС; д) Световой карниз с зеркальной вставкой; е) Кессонированный потолок со световыми карнизами. 1 – визирная линия; 2 – створная линия; 3 – колба точечного ИС; 4 – тело свечения точечного ИС; 5 – направление на центр потолка или линию, отстоящую от стены карниза на 0,3В; 6 – плоская зеркальная вставка.

Рекомендуемые соотношения для устройства световых карнизов (к рис. 1.7).

Параметр	Источник света (ИС)							
	Линейные	Точечные	Точечные зеркальные ИС					
	ЛЛ ^I (рис. б)	ИС ^{II} (рис. в)	(рис. г)					
а, не менее, м	0,125 ^{III}	0,15 ^{IV}	Наименьший возможный					
h _c /a, не более ^V	3,5	3,5	-					
d/a, не более	-	$1,5(1,7)^{VI}$	-					
$\mathrm{B/h_c}^{\mathrm{VII}}$, не более для карниза:	. VIII	2 ^{VIII}						
- одностороннего	2 ^{VIII}	<u> </u>	3,5					
- двустороннего	5 ^{VIII}	5 ^{VIII}	7,5 (10)					
с, не менее	3(2) диаметра лампы	-	-					
d, м	0,1	-	1,5 (2)					
h _c , не менее, м	-	-	$1,5 (1,3)^{IX}$					

¹Устанавливаются в светящие полосы. Для лучшего освещения удаленного края потолка дно карниза рекомендуется наклонять в сторону помещения и побелить полость карниза.

Примечание. В скобках указаны значения, допускаемые в виде исключения.

ВВЕДЕНИЕ

Любое используемое помещение должно иметь искусственное освещение, которое обычно проектируется в соответствии с нормативными требованиями. Существует набор типовых решений для светильников массовых серий, которыми широко пользуются проектировщики и электрики на практике в офисных, школьных административных, производственных и т.п. зданиях. В отличие от них в каждом жилище освещение индивидуальное и создается оно эмпирически самими жильцами или проектируется приглашенными дизайнерами. В первом, а нередко и во втором случае это реализованное наугал освещение не рассчитывается на соответствие нормам, в итоге во многих помещениях квартир ощущается скорее недостаток, нежели избыток света. Недостаток – плохо для зрения, избыток – ущербно для бюджета семьи. Недостаток при желании восполняется доступными переносными приборами местного освещения, включаемыми по необходимости, - настольными лампами и торшерами, избыток – отключением части ламп в светильниках (что вызывает эффект перегоревших ламп) или части светильников в комнате, для чего предусматривается несколько выключателей. Однако, эти приемы управления освещением примитивны и сегодня несколько устарели. Действующие нормы искусственного освещения [1, 2] предлагают для жилья некие уровни общей* освещенности в помещениях как оптимально-рекомендуемые, в отличие от всех других типологических групп зданий, где обеспечение нормируемых характеристик обязательно и где может использоваться система комбинированного (общего плюс местного) освещения со своими нормируемыми показателями.

Нормируемые характеристики общего искусственного освещения в жилье не учитывают функциональное микрозонирование в каждой комнате, осуществляемое расстановкой мебели. В жизни оно реализуется расположением осветительных приборов, в какой-то степени «привязываемых» к этой расстановке. Но мебель можно передвинуть, изменив схему микрозоонирования. Труднее передвинуть стационарные потолочные и настенные светильники — нужно штрабить потолок и стены, что связано с известными трудностями. Выручить может мобильная система освещения на основе шинопроводов под потолком и даже по стенам, пришедшая в жилой интерьер из музейных залов. Или нейтральная к расстановке мебели система отраженного света с помощью световых карнизов, устраиваемых в верхней части стен или в структуре подвесного потолка. Наконец, расчетные уровни освещенности, в т.ч. превышающие нормативные, можно регулировать не только выключателями, но и современными системами управления (диммерами), что позволяет экономить электроэнергию и создавать требуемую эмоционально-световую атмосферу. Диммеры — одни из технических элементов в системе «умного» дома.

^ПРекомендуется использовать лампы с матированной или молочной колбами. Меньшие размеры карниза могут быть получены при горизонтальной установке ламп (ось лампы - вдоль карниза).

 $^{^{\}rm III}$ При двух- и трехрядном размещении ламп снижается до 0,075 м. $^{\rm IV}$ При ИС с матированной или молочной колбой снижается до 0,1 м.

три не с матированной или молочной колоой снижается до 0,1 м. ^VСоотношение может служить основанием для увеличения a, но не для уменьшения b_c .

^{VI}Если ИС с прозрачными колбами установлены горизонтально, то 1,7 (2).

^{VII}При сводчатых потолках не регламентируется.

VIII Могут быть увеличены до 3 (односторонний карниз) и 7 (двусторонний карниз) при устройстве плоской зеркальной вставки (рис. д).

 $^{^{\}text{IX}}$ При $h_c < 1,3$ м на потолке образуется резкая полоса света повышенной яркости.

^{*} Существуют три системы искусственного освещения помещений: общее, местное (локальное) и комбинированное. В жилье нормируется только общее освещение. Переносные и встроенные в оборудование (на кухне, в шкафах и т.п.) приборы местного освещения в расчете не учитываются, как и приборы декоративного освещения, в т.ч. цветного и динамического – светодиодные ленты, шнуры и т.д. Это просто временный дополнительный свет.

ОБШИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель работы – освоить элементарные навыки расчета и проектирования искусственного освещения камерного ансамбля жилых помещений на примере собственной квартиры (а) или многокомнатной квартиры (б) из своего курсового проекта жилого дома.

Задачи работы:

- зафиксировать существующее состояние искусственного освещения во всех помещениях квартиры (а) – тип, мощность и количество ламп;
- выполнить ориентировочный светотехнический расчет новой осветительной установки (ОУ) в квартире на основе нормативных требований к уровням освешенности и современных тенденций в эстетике освещения (а и б):
- дать светодизайнерские предложения по модернизации (а) или проектированию (б) новой системы искусственного освещения в квартире на основе выполненного расчета;
- подобрать по каталогам (или интернету) осветительные приборы (ОП) и (или) предложить осветительные устройства (световые карнизы, светящие потолки и т.п.) и источники света (ИС) для них для всех помещений квартиры;
- разработать дизайн одного из ОП или осветительных устройств или дать перспективное изображение помещения при запроектированном искусственном освешении (по желанию).

Примечание: работа выполняется в компьютерной графике индивидуально, в часы самостоятельных занятий, с аудиторными консультациями.

Объем работы: 1. План квартиры с обозначением местоположения и экспликацией существующих ОП (рис. 1.1) (для задачи а). 2. Аналогичный план квартиры с проектируемой системой освещения (рис. 1.2) (для а и б). 3. Таблица 1 – результаты расчета ОУ квартиры. 4. Сводная таблица 2 - ОП с ИС и их основными характеристиками. 5. Дизайн ОП или вид (перспектива) освещенной комнаты (по желанию).

II. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Натурные обследования (задача а):

- 1. На основе самостоятельно проведенных обмеров вычертить план своей квартиры в масштабе 1:50 (в программе Auto CAD или ArchiCAD) с указанием плошали S каждого помещения. м².
- 2. На плане квартиры показать расположение существующих ОП общего освещения (стационарных), местного освещения (встроенных) и дополнительного местного освещения (переносных) – см. рис. 1.1.

При этом выяснить в натуре и указать на плане в экспликации для каждого ОП:

- тип ИС: лампы накаливания (ЛН), галогенные лампы накаливания (ГЛН), люминесцентные лампы (ЛЛ), компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), металлогалогенные лампы (МГЛ), светодиодные ИС (СД) и т.п.;
- мощность ИС в каждом ОП, Вт;
- количество ИС в одном ОП, шт.

характеристики источников электрического (белого) света, применяемых в осветительных установках ин-Таблица 6.

Полупроводни-	ковые ИС				CД(CИД) = LED		0,2-5		30 - 100		12000 - 60000		3000 - 5000			≥ 80
	о давления		натриевые		нлвд	HЛВД "White"	35 - 1000		66 - 140		10000 - 24000		.1900 - 2000	3000	. 20	85
Разрядные ИС	высокого и сверхвысокого давления		светоизлучаю-	щие добавки	MLJI		20 - 2000		60 - 110		6000 - 18000		2300 – 7000			55 – 93
Разряд	Высоког		модофони		ДРЛ*		50 - 1000		32 – 63		10000 -	15000	3300 - 4500		40 - 52	,
	низкого давле-	ния	ртутные с люминофором		<u>IUI</u>	KJIJI	15_80	3 - 80, 150, 250	70100	55 - 100	-0008	20000	2600 – 6700			60 - 09
Тепловые ИС					ГЛH	гли ни	20-2000.	5 - 150	1123	12 –30	2000 -	4 000	3000 - 3400			100**
Тепл			-		*HIC		15 - 100		7 – 14		1000		2500-	2700		100**
гики источников	света (ИС)						• мощность, Вт		•световая отдача,	лм/Вт	экономические) • срок службы, ч		•цветовая темпера-	Typa, Tu, K	•общий индекс	цветопередачи $\mathbf{R}_{\mathbf{a}}$
Характеристики	СВС						Электрические •моп		Световые	(технико-	экономические)		Цветовые	(качественные)		

лампы; МГЛ – металлогалоген-КЛЛ – компактные ЛЛ; СД – зеркальные и др.); ГЛН – галогенные лампы накаливания сетевого напряжения,

ГЛН НН – низкого напряжения (6, 12, 24, 36 В); ДРЛ – дуговые ртутно-поминесцентные ные лампы; НЛВД – натриевые лампы высокого давления; ЛЛ – люминесцентные лампы, светодиоды (СИД – светоизлучающие диоды = LED)
Примечание: Цветовая температура стандартных ИС: А – 2856К (свет ЛН); В – 4870К (свет Солнца); С – 6770К (све

6770К (свет облачного неба).

Постепенно снимаются с производства как неэффективные. Для тепловых **И**С это условная величина, т.к. цветопередач

Разрядные ИС высокого давления:	Металлогалогенные лампы (МГЛ).	
- высокая световая отдача (до 100 лм/Вт) и срок службы ($6000-20000$ ч);	- неустойчивое зажигание при температурах ниже -30° С;	 общее заливающее и локальное освещение фаса- дов объектов и их фрагментов белым и цветным
- высокий индекс цветопередачи (Ra = $65 \div 95$);	 наличие ПРА и зажигающего устройства; 	светом;
- малые размеры горелки (светящего тела);	 необходимость высокого напряжения (до 25 кВ) 	- ландшафтное, в т.ч. декоративное (цветное) ос-
- наличие холодного, нейтрального, тепло-белого и	для мгновенного перезажигания;	вещение;
	- «горячий» свет (ИК излучения в световом пото-	- освещение пешеходных и транспортных зон;
- УФ излучения в спектре (в ряде ситуаций это -	ке);	- освещение интерьеров общественных и производ-
недостаток).	- высокая яркость светящего тела;	ственных зданий;
10	- замедленное разгорание и недиммируемость;	- освещение витрин и экспозиций.
	- пульсация светового потока.	
Разрядные ИС высокого давления:	Натриевые лампы высокого давления (НЛВД).	
- высокая световая отдача (до 130 лм/Вт) и срок	 низкий индекс цветопередачи (Ra ≤ 25); 	- освещение транспортных магистралей, улиц,
службы (8000 – 20000 ч);	- низкая цветовая температура (Т _{цв} = 2000 К), жел-	площадей, транспортных развязок, паркингов, тун-
- надежное зажигание при низких температурах (до	Thi cbet;	нелей и т.п.;
-50°C);	-наличие ПРА и зажигающего устройства;	- заливающее и локальное освещение зданий, со-
- универсальное положение горения.	- замедленное разгорание и недиммируемость;	оружений и их фрагментов;
	- высокая яркость светящего тела;	- декоративное освещение.
A COC MONEY	- пульсация светового потока;	
(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	- «горячий» свет (ИК излучения в световом потоке).	
	HH5)	
	Светодиоды (СД) = светоизлучающие диоды (СИД = LED)	UED).
- maible racaphirmale pasmepai,	- 4ybcibalcibhocib a icmiichalyphbim lichei pebam,	- светоцветовая графика на фасадах ооъектов, в
 высокая световая отдача (30 - 100 лм/Вт); 	- малая единичная мощность $(0,2-5 \text{ Br})$;	ландшафтном и иллюминационном освещении;
- малое энергопотребление;	 более высокая стоимость ОП с СД, чем с другими 	- заливающее и локальное архитектурное освеще-
 электробезопасное напряжение питания (5 – 36 	ИС;	ние объектов;
B);	- большие габариты ОП прожекторного типа;	- освещение пешеходных и транспортных улиц и
 высокий срок службы (30000-60000 ч); 	- высокая яркость в зоне осевой силы света;	площадей;
 наличие белых и цветных СД; 	- наличие чрезмерного синего излучения в спектре;	- освещение ландшафта, в т.ч. подводное;
- ударо- и вибропрочность;	 наличие драйвера (блока питания). 	- освещение интерьеров жилых и общественных
 работа в свето- и цветодинамическом режиме; "безопасный» свет (нет ИК и УФ изпупений в 		зданий;
		- Освещение витрин и музеиных экспозиции:

- 3. Определить **существующую мощность** ОП в каждом помещении \mathbf{P}_{C} и в целом по квартире $\sum_{i} \mathbf{P}_{\mathrm{C}}$.
- 4. Рассчитать **существующую среднюю освещенность** в каждом помещении площадью S м 2 по формуле $E_p = \frac{p_c \cdot U \cdot \eta}{k_3 \cdot Z}$ лк, где существующая удельная
- мощность $\mathbf{p_c} = \mathbf{P_C/S}$, Вт/м². Расшифровку формулы см. п. 6. Данные расчета по пп. 1-4 нанести на план квартиры см. рис. 1.1.
- 5. Сделать снимок (снимки) одной (или нескольких) комнат (или кухни) при существующем искусственном освещении (обозначить как рис. 2).
- P.S. Нижеприводимый расчет для существующей системы освещения выполнять не нужно.
- **Б.** <u>Проектно-расчетные мероприятия для задач а и б:</u> (результат записывается в табл. 1).
- 6. С целью модернизации освещения в квартире (задача а) или проектирования нового освещения (задача б) выполнить ориентировочный расчет новой осветительной установки (ОУ) по методу удельной мощности по формуле:

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{E}_{\mathrm{H}} \cdot \mathbf{k}_{_{3}} \cdot \mathbf{Z}}{\mathbf{U} \cdot \mathbf{\eta}} \; \mathrm{Br/m^{2}}, \; \; \mathrm{гдe}$$

р - расчетная удельная мощность ОУ, Вт/м²;

 $E_{\rm H}$ - нормируемая горизонтальная освещенность на полу (по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03), лк:

- в жилых комнатах (гостиных, спальнях, столовых), кухнях..... 150 лк;
- в коридорах, холлах, ванных комнатах, санузлах, душевых..... 50 лк;

Примечание: **нормируемые** уровни освещенности в жилье носят рекомендательный характер, т.е. **расчетные** уровни по желанию заказчика или проектировщика могут быть изменены, как правило, в сторону увеличения.

- ${\bf k}_3$ коэффициент запаса (учитывает запыление ОП и старение ИС), принимаемый 1,2 для ОП с тепловыми ИС (ЛН и ГЛН) и 1,5 для ОП с разрядными (ЛЛ, КЛЛ, МГЛ и др.) и полупроводниковыми (светодиоды СД) ИС.
- ${f Z}$ коэффициент неравномерности распределения освещенности в помещении, условно принимаемый 1,2 (общее равномерное освещение).

 ${f U}$ - световая отдача выбранного ИС, лм/Вт.

Световая отдача каждого выбранного ИС определяется по каталогу или по Интернету на сайте фирмы-производителя (PHILIPS, GENERAL ELECTRIC,

OSRAM, SILVANIA, BLV и др.) как соотношение
$$U = \frac{\text{световой поток, лм}}{\text{мощность, Bt}}$$
 при

том, что сначала нужно по дизайнерским соображениям (ансамбль интерьера) выбрать тип светильника (ОП), который рассчитан на определенный тип и мощность

ПЛАН КВАРТИРЫ M 1:50 00 E_p = лк $\mathbf{P_p} = 80 \; \mathrm{BT}$ E_p = лк Ø $\mathbf{P_p}^{\mathbf{r}} = 60 \; \mathrm{BT}$ 4 Ø 3 2 $E_p\!=....\,_{JK}$ $P_p = 302 \text{ BT}$ ₋ 1 E_p = лк $\begin{array}{c|c} E_p = \dots \text{ лк} \\ \hline P_p = 80 \text{ BT} \end{array}$ $P_{p} = 11 \text{ BT}$ $\sum P_p = 553 \text{ BT}$

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1 - прихожая	$S = 4.5 \text{ m}^2$	 потолочный плафон с КЛЛ 11 Вт
2 - гостиная	$S = 16.5 \text{ m}^2$	👸 - люстра с ЛН 3х60 Вт
		ш - бра с ГЛН 25 Вт
		■ - световой карниз с ЛЛ 2x36 Вт
3 - спальня	$S = 7,3 \text{ m}^2$	
4 - кухня	$S = 4.8 \text{ m}^2$	[∞] - подвесной ОП с ЛН 2х40 Вт
5 - санузел	$S = 2,7 \text{ m}^2$	ж - встроенные потолочные ОП с ГЛН 20 Вт
6 - шлюз	$S = 1.5 \text{ m}^2$	

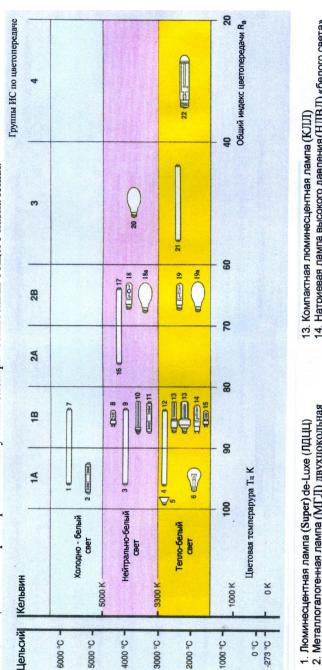
Рис. 1.1. Расположение существующих ОП на плане квартиры.

Рис. 1.2. Аналогично выполняется план квартиры с проектным расположением ОП.

	Преимущества	Недостатки	Области рационального применения
	Тепловые ИС:	Лампы накаливания (ЛН) и галогенные (ГЛН).	
	- малые габаритные размеры; - низкая стоимость ламп и осветительных приборов (ОП) с ними; - простота эксплуатации ОП с ЛН и ГЛН; - устойчивая работа при разных, в т.ч. низких, температурах; - большой ассортимент типов и мощностей (от 5 до 2000 Вт); - наличие электробезопасных низковольтных ГЛН; - простота регулировки светового потока; - экологическая безопасность при утилизации.	- крайне низкая световая отдача: - 5 — 15 лм/Вт для ЛН; - 10 — 30 лм/Вт для ГЛН - мальы ерок службы: - 500 — 1000 ч для ГЛН - 2000 — 3000 ч для ГЛН - 2000— 3000 ч для ГЛН - высокая яркость светящего тела; - «горячий» свет (избыток ИК излучений в световом потоке); - удовлетворительная цветопередача (избыток длинноволновых излучений в спектре).	- локальное освещение фрагментов фасадов; - освещение цветников и кустарников; - иллюминационное и контурное освещение; - подводное декоративное освещение; - местное и акцентирующее освещение ОП с ГЛН (жилье, витрины, музеи и т.п.).
	Разрядные ИС низкого давления: Люминес	Люминесцентные лампы (ЛЛ), в том числе компактные (КЛЛ)	(KJIJ).
19	высокая световая отдача (до 100 лм/Вт) высокий срок службы (6000 – 15000 ч); высокий Ra = 60 ÷ 99; инрокий ассортимент ЛЛ белого света с разной мощностью, цветовой температурой, цветных ЛЛ; «теплый» свет (малая доля ИК излучений в световом потоке); наличие УФ излучений в спектре; - КЛЛ со стандартным резьбовым цоколем E27 и E14.	- относительно большие габариты ОП со стандартными ЛЛ при незначительных мощностях; - малая осевая сила света зеркальных ОП с ЛЛ и КЛЛ; - неустойчивое зажигание и снижение светового готока при температурах ниже габтом при температурах ниже наличие балласта (ПРА или ЭПРА); - пульсация при электромагнитных ПРА; - наличие УФ излучений; - экологические проблемы при утилизации (ртуть).	- интерьерное освещение остекленных фасадов (светящие фасады); - освещение пешеходных зон (КЛЛ); - локальное или контурное освещение фасадов и фрагментов; - освещение элементов ландшафта; - освещение интерьеров производственных, обще ственных и жилых зданий; - освещение витрин и экспозиций; - освещение витрин и экспозиций; - освещение витрин и экспозиций; - специальное освещение (фотарии), но не в музе: (разрушительный УФ).
	Разрядные ИС высокого давления:	Дуговые ртутно-люминесцентные лампы (ДРЛ)	
	- высокий срок службы (до 15000 ч) - устойчивое зажитание и функционирование при отрицательных температурах (до 40° С); - наличие УФ излучений в спектре.	 низкий индекс цветопередачи (Ra ≤ 57); невысокая световая отдача (до 55 лм/Вт); отсутствие ОП с концентрированной КСС из-за больших габаритов светящей колбы; непригодность для динамических эффектов (недимимируемость); наличие балласта (ПРА); 	- освещение пешеходных зон - освещение автостоянок, второстепенных улиц, коммунально-хозийственных зон; - освещение эеленых насаждений; - освещение второстепенных производственных помещений

Таблица 5. Характеристики ИС, применяемых в светодизайне города и интерьера.

Таблица 4. Цветовые характеристики излучения электрических ламп общего назначения



I) одноцокольная

(МГЛ) стандартная и

вления (НЛВД) стандартная на высокого давления (ДРЛ)

низкого давления (НЛНД)

ИС с указанным типом цоколя. Сегодня при стандартных резьбовых цоколях Е27 и Е14 в один и тот же ОП можно вставить одну из четырех разновидностей ламп: ЛН, ГЛН, КЛЛ или светодиодную лампу. Поэтому при выборе ИС нужно учитывать его световые и цветовые, а также габаритные, температурные, эксплуатационные и ценовые характеристики.

η - коэффициент использования светового потока ОП, условно принимается 0,4 для системы прямого света и 0,25 для системы отраженного света*.

Все вышеизложенные данные для каждого помещения квартиры записать в табл. 1, графы 3 – 11.

- 7. Полученную по формуле расчетную удельную мощность р (графа 12) нужно умножить на площадь помещения S, чтобы определить расчетную общую мощность P_P , т.е. количество электроэнергии, требуемой для общего равномерного освещения этой комнаты при обеспечении нормируемой освещенности и выбранном типе ламп: $P_P = p \cdot S$, Вт. Результат записать в графу 13.
- 8. Далее общая расчетная мошность Р_Р делится на единичную мошность выбранной лампы (графы 6-7), чтобы определить требуемое (расчетное) количество ламп $\mathbf{n}_{\mathbf{n}}$ для освещения данной комнаты (графа 14), не округляя полученные дробные значения.
- 9. В графе 15 фиксируем принимаемое проектное решение: округляем n_n до целых единиц, при необходимости увеличивая (или уменьшая) проектное количество ламп **n**_n, как того требует желательное расположение ОП на плане каждого помещения.

Если $\mathbf{n}_{\mathbf{n}}$ существенно больше (или меньше) желательного (по плану) количества в каком-либо помещении, целесообразно заменить выбранный ИС на более (или менее) мощный или эффективный по световой отдаче ИС и выполнить перерасчет.

Расчет выполнить для всех помещений квартиры-см. пример расчета №1., табл. 1.

В случае использования ламп разной мощности и, тем более, ламп разного вида (тепловые, разрядные или полупроводниковые) методика расчета несколько усложняется – см. пример расчета № 2, табл. 1.

- 10. По проектному количеству $\mathbf{n}_{\mathbf{n}}$ ламп выбранной мощности определить расход электроэнергии, т.е. общую проектную мощность \mathbf{P}_{Π} на каждое помещение, а затем подсчитать общую проектную мощность осветительной установки квартиры Σ **P**_{II}, Bτ (графа 16).
- 11. Определить расчетную освещенность $\mathbf{E}_{\mathbf{P}}$ в каждом помещении по принятому проектному решению по формуле $E_p = \frac{E_H \cdot P_\Pi}{p}$, лк.

^{*} Систему прямого света создают стационарные светильники общего освещения, свет которых падает непосредственно на пол (рабочую поверхность), проходя от ИС через абажуры, рассеиватели, решетки и т.п. Система отраженного, мягкого, рассеянного, бестеневого света, отражающегося от потолка и верхней части стен, обеспечивается ОП, повернутыми световым отверстием вверх или спрятанными за экранирующими элементами световых карнизов.

Работа представляется в переплете (или в папке) на листах формата А3 или А4 с необходимыми пояснениями (титульный лист с названием работы, Ф.И.О. студента, курс, группа, на листах – масштаб плана квартиры с надписями, экспликацией, условными обозначениями – см. рис. 1.1, таблицы 1 и 2).

III. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИМЕР РАСЧЕТА № 1.

1. В общей комнате (гостиной) квартиры (рис.1.2) используем ОП прямого света (люстры и бра) с ЛН мощностью 60 Вт (с цоколем Е27, который указан в паспорте ОП), где расчетная удельная мощность будет равна

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{E}_{\mathrm{H}} \cdot \mathbf{k}_{3} \cdot \mathbf{Z}}{\mathbf{U} \cdot \mathbf{\eta}} = \frac{150 \cdot 1.2 \cdot 1.2}{10 \cdot 0.4} = 54 \ \mathrm{Br/m^{2}}.$$

Исходные данные и данные расчета последовательно записываем в табл. 1 (${\bf p}$ - ${\bf B}$ графу 12).

2. Расчетная общая мощность на всю комнату площадью $S=16,5\ \text{м}^2$ соответственно:

$$P_P = 54.16,5 = 891 \text{ BT}$$
 (графа 13).

3. Для обеспечения нормативной освещенности при выбранных ЛН 60 Вт (графа 6) требуется расчетное количество ламп:

$$\mathbf{n_p} = 891 : 60 = 14,7 \text{ IIIT.}$$
 (графа 14).

Округленно-расчетное количество – 15 ЛН 60 Вт, но (учитывая рекомендательный характер норм) мы можем: по ситуации увеличить или уменьшить расчетное количество до **проектного** $\mathbf{n}_{\mathbf{n}}$ (графа 15), например, 14 или 16 шт.

4. Далее несложно определить **общую проектную мощность** P_{Π} на общую комнату (например, для 16 ЛН 60 Вт):

$$P_{II} = 16.60 = 960 \text{ BT}$$
 (rpaфa 16).

- 5. Получающаяся при этом **расчетная средняя освещенность** $\mathbf{E}_{P} = \frac{150\cdot 960}{891} = 161,6$ лк (графа 17).
- 6. Проектное количество ламп $\mathbf{n}_{\mathbf{n}}$ (16 ЛН 60Вт) следует распределить по выбранным осветительным приборам, например, люстра с 8 ЛН 60 Вт и четыре двухплафонных бра (4 х 2 ЛН 60 Вт).

PS. Для сокращения расчетного количества ЛН (при необходимости) можно выбрать более мощные лампы (75Вт), если конструкция ОП допускает это. При этом следует выполнить перерасчет по вышеизложенной методике, поскольку при увеличении мощности ИС возрастает его световая отдача U, значит, несколько снижается р и изменяются все последующие расчетные результаты и принимаемые проектные решения. Тем более U изменяется при замене малоэффективных типов ИС на энергоэкономичные.

Для общего представления о разновидностях электрических ламп, их энергоэффективности, цветовых и эксплуатационных характеристиках приводятся таблицы 3-5. Внимание: в расчете ОУ эти усредненные данные не использовать! Необходимо для каждой выбранной в проекте лампы найти ее конкретную характеристику (световую отдачу) — по каталогу или интернету на сайтах фирмпроизводителей.

Таблица 3. Световая отдача электрических ламп белого света, лм/Вт. (усредненные значения для трех видов ИС – тепловых, разрядных, полупроводниковых)

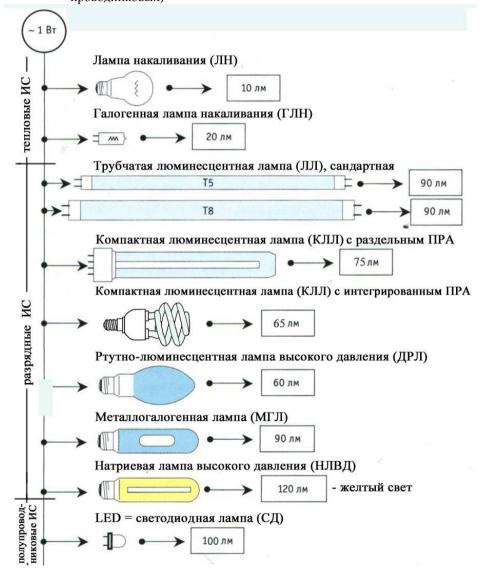


Таблица 2. ДИЗАЙН И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБРАННЫХ ОП И ИС В КВАРТИРЕ.

	,	-		
Световая отдача ИС, лм/Вт	8	12	12,5	8
Тип цо- коля ИС	7	E27	E14	G13
Тип и мощность ИС, Вт	9	ЛН, 60	ГЛН 25	лл 36 (Т8)
Общий вид ИС	5			
Кол-во ИС в ОП, шт	4	е	1	2
Общий вид ОП	3	светильник	Бра	Схема светового карниза (разрез) ЛД СВЕТ ПД СВЕТ (КАРНИЗ) СВЕТ (КАРНИЗ)
Помещение (по экспли-кации плана)	2	Гостиная		Опальня
Ne.Ne.	1	-		

Таблица 1. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КВАРТИРЫ.

Рас- четн. ср. осв- сть Ер , лк	17			4		161,6			97	9,09		. +9	-
Проекти. общая мощн. Р _п , Вт	16					096			144	200		r, '	
Проектн. кол-во ИС (п _п), шт.	15					16			4	4			$\sum P_{\Pi} =$
Расчетн. кол-во ИС (п _p), шт.	14					14,7			4,1	3,3			
Расчетн. общая мощн. Р р, Вт	13					891			148,5	165			
Расчетн. удельн. мощн. р , Вт/м²	12					54			6	10			
Коэф-т исполь- зования п	11				№ 1	0,4		№ 2	0,25	0,4	Х		
Коэф-т нерав- номерн. Z	10				IIPUMEP PACYETA № 1	1,2		IIPMMEP PACHETA № 2	1,2	1,2			
Коэф-т запаса k ₃	6				AMEP P.	1,2		AMEP P.	1,5	1,2			
Свет. отдача ИС U, лм/Вт	8				IIP	10		IIPI	80	18			
Тип цоко- ля в ИС	7					E27			G13	GY 6,35			
Единичн. мошн. ИС, Вт	9					09			36	50			
Выб- ранный тип ИС	5					ЛН			ПП	ГЛН			
Нормир. ср. осв- сть. Ен, лк	4	20	150			150			100	50			
Пло- щадь S , м²	3				-	16,5				16,5			
По- меще- ние	2	При- хожая	Гос- тиная	Др. поме- щения		Гос- тиная	Др. поме- щения		Γος-	тиная	Др.	щения	Квар- тира
М Ш	1	1	2	8 : Z		2	Z			7	Z	7	

ПРИМЕР РАСЧЕТА № 2.

По результатам расчета варианта № 1 получено смущающе большое количество ИС (16 ЛН 60Вт). Причины этого — неэффективность ЛН, ориентировочный характер расчета, нормируемый уровень средней освещенности, который в реальности обычно в 1,5-2 раза ниже.

В связи с тем, что в большинстве стран, в России в том числе, год от года законодательно исключается производство и продажа ЛН (в России в 2010г. изъяты ЛН мощностью 100 Вт и выше и в ближайшие годы предполагается их полное вытеснение), целесообразно использовать в ОП более эффективные (в 5-10 раз) разрядные и полупроводниковые ИС, на крайний случай – ГЛН, которые в среднем в 1,3 - 1,5 раза эффективнее ЛН и все еще совершенствуются.

Поэтому рассмотрим вариант № 2 расчета освещения той же гостиной (табл. 1) двумя группами ОП с ГЛН и ЛЛ.

Вначале следует решить, какая группа светильников будет доминирующей, или каждая обеспечит одинаковую освещенность, т.е. по $0.5E_{\rm H}=150:2=75$ лк. Принимаем вариант доминирования света разрядных (люминесцентных) ламп, как более энергоэффективных, в установке отраженного света, которые обеспечат, например, среднюю освещенность в комнате 100 лк, а на ГЛН остается соответственно 50 лк. Каждая группа ИС будет управляться автономно, а при совместном включении обеспечивается нормируемая освещенность 150 лк.

А. Расчет установки отраженного света. Выбираем люминесцентные лампы ЛЛ мощностью 36 Вт (графа 6) со световой отдачей U=80 лм/Вт (по каталогу) и используем их для устройства светового карниза (табл. 2), а ГЛН – в светильниках прямого света. Методика раздельного для ЛЛ и ГЛН расчета аналогична примеру №1.

1.
$$\mathbf{p} = \frac{100 \cdot 1.5 \cdot 1.2}{80 \cdot 0.25} = 9 \text{ BT/M}^2$$
 (графа 12).

- 2. $P_P = 9.16,5 = 148,5$ Вт (графа 13).
- 3. $\mathbf{n_p} = 148,5:36 = 4,1$ шт. (графа 14). Округляем до $\mathbf{n_n} = 4$ шт. (графа 15).
- 4. $\mathbf{P}_{\Pi} = 4 \cdot 36 = 144 \text{ BT}$ (графа 16).

5.
$$\mathbf{E}_{\mathbf{P}} = \frac{100 \cdot 144}{148,5} = 97$$
 Jik.

Длина ОП с ЛЛ 36 Вт (см. каталог) для устройства светового карниза составляет около 124 см. Общая длина четырех ОП, смонтированных в линию вплотную один к другому, чтобы получить на потолке ровную, без темных разрывов полосу света, составит 496 см. В гостиной это может быть световой карниз по одной из длинных сторон потолка или карнизы по коротким его сторонам, или один карниз над окном с двухрядной установкой ОП (на плане помещения ЛЛ следует изобразить в масштабе).

Если светодизайнерская идея не исчерпывается этими вариантами, следует выполнить перерасчет среднего уровня освещенности световым карнизом нужной длины, конфигурации и, соответственно, мощности.

Б. Расчет ОУ прямого света ОП с ГЛН низкого напряжения (НН) 50 Вт со световой отдачей 18 лм/Вт (по каталогу):

$$1. \mathbf{p} = \frac{50 \cdot 1, 2 \cdot 1, 2}{18 \cdot 0, 4} = 10 \text{ BT/M}^2$$
 (графа 12).

2. $P_P = 10.16,5 = 165$ Вт (графа 13).

 $3. \mathbf{n_p} = 165 : 50 = 3,3$, принимаем $\mathbf{n_n} = 4$ шт. (графы 14-15).

Находим подходящий по дизайну подвесной светильник, рассчитанный на 4 ГЛН НН 50 Вт. Можно распределить эти 4 ГЛН на две группы: подвесной ОП с 2 ГЛН НН 50 Вт плюс два бра с ГЛН НН 50 Вт, т.е. используем существующую схему (рис. 1.2).

4. Выполнить расчетные операции до конца таблицы 1 как в примере № 1: $\mathbf{P}_{\Pi} = 4.50 = 200 \mathrm{Br}$ (графа 16), $\mathbf{E}_{\mathbf{P}} = \frac{50.200}{165} = 60,6 \,\mathrm{JK}$.

PS. В настоящей работе приведен один из простейших **ориентировочных** методов расчета — **метод удельной мощности**, в котором не учитывается ряд важных параметров интерьера и OУ: высота подвеса ОП, их реальные светотехнические характеристики (η , КСС и др.), форма, габариты и отделочные характеристики стен, пола и потолка помещения, используемые в более точных и трудоемких инженерных или компьютерных расчетах. Тем не менее, он дает общее представление о взаимосвязи интерьера и основных элементов ОУ, о ее энергоэффективности и может, благодаря своей простоте, применяться в эскизном архитектурно-дизайнерском проектировании интерьеров жилого и общественного назначения обычной формы и стандартной высоты 3,0-3,5м.

В реальном рабочем проектировании господствующее место сегодня занимают компьютерные расчеты с визуализацией результатов, требующие владения программами (DIALUX, RELUX, "Формула света" и др.) и введения в компьютер необходимых исходных данных, которые не всегда известны. Например, для бытовых ОП фирмы-производители редко дают необходимые для подобного расчета кривые силы света (КСС), а для множества отделочных материалов в каталогах не приводятся яркостные (коэффициент отражения р, характер отражения — диффузное, зеркальное, смешанное) и спектральные характеристики отражения и т.д.

Результаты проектного выбора ОП с ИС и их основными характеристиками отражаются в таблице 2.

Примечание: рис. 1.2 (план квартиры) по результатам данного расчета в методичке не представлен







Рис.1.6. Примеры светодизайна сантехнических помещений жилых квартир.

IV. ПРИЛОЖЕНИЯ – ТАБЛИЦЫ И ИЛЛЮСТРАЦИИ

Для некоторого образного представления конечного результата, который является целью проектирования, и как пример светодизайна на рис. 1.3-1.6 приводятся снимки реализованных решений освещения разного стиля помещений совре-

менных квартир и жилых домов.

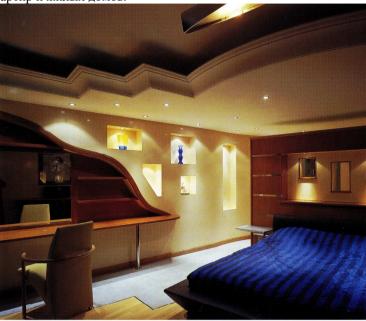




Рис. 1.3. Современные примеры светодизайна помещений в квартирах (спальня и ванная комната). Арх. Д. Величкин, Н. Голованов.



Рис. 1.4. Гостиная с системами прямого и отраженного света, со встроенными и открытыми светильниками, снабженными лампами разного типа, мощности и спектра излучения. Арх. Д. Величкин, Н. Голованов.







Рис. 1.5. Примеры светодизайна разных помещений квартир и частных жилых домов.